

ISSN: 1646-9895



Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação  
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

O u t u b r o 2 1 • O c t o b e r 2 1



©RISTI 2021 <http://www.risti.xyz>

Nº E45

### **Edição / Edition**

N.º E45, 10/2021

**ISSN:** 1646-9895

### **Indexação / Indexing**

Academic Journals Database, CiteFactor, Dialnet, DOAJ, DOI, EBSCO, GALE, Index-Copernicus, Index of Information Systems Journals, Latindex, ProQuest, QUALIS, SCImago, SCOPUS, SIS, Ulrich's.

### **Publicação / Publication**

RISTI – Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação  
Rua Quinta do Roseiral 76, 4435-209 Rio Tinto, Portugal

**Web:** <http://www.risti.xyz>

**Director**

Álvaro Rocha, Universidade de Lisboa, PT

**Coordenadores da Edição / Issue Coordinators**

Abel Méndez Porras, Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica

**Conselho Editorial / Editorial Board**

A. Augusto Sousa, FEUP, Universidade do Porto, PT

Abel Méndez Porras, Instituto Tecnológico de Costa Rica, CR

Abel Suing, Universidad Técnica Particular de Loja, EC

Adolfo Lozano-Tello, Universidad de Extremadura, ES

Adrián Hiebra Pardo, Universidad de Santiago de Compostela, ES

Alberto Fernández, Universidad Rey Juan Carlos, ES

Alberto Freitas, FMUP, Universidade do Porto, PT

Alcinia Zita Sampaio, IST, Universidade de Lisboa, PT

Alejandro Peña, Escuela de Ingeniería de Antioquia, CO

Alexandre L'Erario, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, BR

Alicia García-Holgado, Universidad de Salamanca, ES

Alma Gomez-Rodríguez, Universidade de Vigo, ES

Ana Amélia Carvalho, Universidade de Coimbra, PT

Ana Beatriz Blanco-Ariza, Universidad Simón Bolívar, CO

Ana Isabel Veloso, Universidade de Aveiro, PT

Ana Maria Correia, ISEGI, Universidade Nova de Lisboa, PT

Ana Paula Afonso, Instituto Politécnico do Porto, PT

Anabela Mesquita, Instituto Politécnico do Porto, PT

Anacleto Correia, Escola Naval, PT

Angelica Caro, Universidad del Bío-Bío, CL

Ana Calvão, Universidade de Aveiro, PT

Ana Carla Amaro, Universidade de Aveiro, PT

Ana Melro, Universidade de Aveiro, PT

Ania Cravero, Universidad de La Frontera, CL

Aníbal Zaldivar-Colado, Universidad Autonoma de Sinaloa, MX

António Abreu, ISCAP, Politécnico do Porto, PT

António Coelho, FEUP, Universidade do Porto, PT  
Antonio Fernández-Caballero, Universidad de Castilla-La Mancha, ES  
António Godinho, ISLA-Gaia, PT  
Antonio Jesus Garcia Loureiro, Universidad de Santiago de Compostela, ES  
Antonio Jiménez-Martín, Universidad Politécnica de Madrid, ES  
António Palma dos Reis, ISEG, Universidade de Lisboa, PT  
António Pereira, Instituto Politécnico de Leiria, PT  
Armando Mendes, Universidade dos Açores, PT  
Arnaldo Martins, Universidade de Aveiro, PT  
Arturo J. Méndez, Universidad de Vigo, ES  
August Climent Ferrer, La Salle Open University, AD  
Baltasar García Perez-Schofield, Universidad de Vigo, ES  
Beatriz Rodríguez, Universidad de la Republica, UY  
Beatriz Sainz de Abajo, Universidad de Valladolid, ES  
Bernabé Escobar-Pérez, Universidad de Sevilla, ES  
Borga Bordel, Universidad Politécnica de Madrid, ES  
Bráulio Alturas, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, PT  
Brenda L. Flores-Rios, Universidad Autónoma de Baja California, MX  
Carlos Alexandre Silva, Instituto Federal de Minas Gerais, PT  
Carlos Carreto, Instituto Politécnico da Guarda, PT  
Carlos Morais, Instituto Politécnico de Bragança, PT  
Carlos Regalao Noriega, Universidad Simón Bolívar, CO  
Carlos Vaz de Carvalho, Instituto Politécnico do Porto, PT  
Carmen Galvez, Universidad de Granada, ES  
Carlos Rabadão, Politécnico de Leiria, PT  
Carlos Rompante Cunha, Politécnico de Bragança, PT  
Cesar Colazzos, Universidad del Cauca, CO  
Ciro Martins, Universidade de Aveiro, PT  
Cristina M.R. Caridade, ISEC, Politécnico de Coimbra, PT  
Dalila Durães, Universidade do Minho, PT  
Daniel Polónia, Universidade de Aveiro, PT  
Daniel Riesco, Universidad Nacional de San Luis, AR  
Dante Carrizo, Universidad de Atacama, CL

David Fonseca, Universitat Ramon Llull, ES  
David Ramos Valcarcel, Universidad de Vigo, ES  
Diana Cecilia Yacchirema Vargas, Escuela Politécnica Nacional, EC  
Dora Simões, Universidade de Aveiro, PT  
Edna Dias Canedo, Universidade de Brasília, BR  
Eduardo Amadeu Dutra Moresi, Universidade Católica de Brasília, BR  
Eduardo Sánchez Vila, Universidad de Santiago de Compostela, ES  
Edwin Juvenal Cedeño Herrera, Universidad de Panamá, PA  
Enric Mor, Universitat Oberta de Catalunya, ES  
Eusébio Ferreira da Costa, Escola Superior de Tecnologias de Fafe, PT  
Eva Villegas, La Salle - Universitat Ramon Llull, ES  
Fábio Marques, Universidade de Aveiro, PT  
Fernando Bandeira, Universidade Fernando Pessoa, PT  
Fernando Bobillo, Universidad de Zaragoza, ES  
Fernando Moreira, Universidade Portucalense, PT  
Fernando Paulo Belfo, ISCAC, Politécnico de Coimbra, PT  
Fernando Ribeiro, Politécnico de Castelo Branco, PT  
Fernando Suárez, CPEIG, ES  
Filipe Caldeira, Politécnico de Viseu, PT  
Filipe Montargil, Politécnico de Lisboa, PT  
Filipe Portela, Universidade do Minho, PT  
Flor de María Sánchez Aguirre, Universidad César Vallejo, PE  
Francisca Rosique Contreras, Universidad Politécnica de Cartagena, ES  
Francisco Arcega, Universidad de Zaragoza, ES  
Francisco Javier Lena-Acebo, Universidad de Cantabria, ES  
Francisco Restivo, Universidade Católica Portuguesa, PT  
Franyelit Suarez, Universidad de las Américas, EC  
Gabriel Alberto García-Mireles, Universidad de Sonora, MX  
Gabriel Guerrero-Contreras, Universidade de Cádiz, ES  
Gerardo Gonzalez Filgueira, Universidad da Coruña, ES  
Gladys Tenesaca Luna, Universidad Técnica Particular de Loja, EC  
Gloria Maritza Valencia Vivas, Universidad de las Fuerzas Armadas, EC  
Gloria Piedad Gasca-Hurtado, Universidad de Medellín, CO

Guilhermina Lobato Miranda, Universidade de Lisboa, PT  
Hélder Gomes, Universidade de Aveiro, PT  
Hélder Zagalo, Universidade de Aveiro, PT  
Hélia Guerra, Universidade dos Açores, PT  
Henrique S. Mamede, Universidade Aberta, PT  
Higino Ramos, Universidad de Salamanca, ES  
Inês Domingues, CI-IPOP, PT  
Inés López, Universidad de Alcalá, ES  
Isabel de la Torre, University of Valladolid, ES  
Isabel Pedrosa, Instituto Politécnico de Coimbra, PT  
Isidro Calvo, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), ES  
Isidro Navarro, Universidad Politécnica de Cataluña, ES  
Ismael Etxeberria-Agiriano, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), ES  
Ivaldir de Farias Junior, Universidade de Pernambuco, BR  
Ivan Garcia, Universidad Tecnológica de la Mixteca, MX  
João Paulo Ferreira, ISEC, Politécnico de Coimbra, PT  
João Reis, Universidade de Aveiro, PT  
João Roberto de Toledo Quadro, CEFET/RJ, BR  
Jacinto Estima, Universidade Europeia, PT  
Javier Garcia Tobio, CESGA-Centro de Supercomputacion de Galicia, ES  
Javier Medina, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, CO  
Jeimy Cano, Universidad de los Andes, CO  
Jezreel Mejia, Centro de Investigación en Matemática (CIMAT), MX  
João Balsa, FC, Universidade de Lisboa, PT  
João Paulo Costa, Universidade de Coimbra, PT  
João Tavares, FEUP, Universidade do Porto, PT  
João Vidal de Carvalho, ISCAP, Politécnico do Porto, PT  
Joaquim Reis, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, PT  
Jorge Bernardino, ISEC, Politécnico de Coimbra, PT  
Jorge Buele, Universidad Tecnológica Indoamérica, EC  
Jorge Eduardo Ibarra-Esquer, Universidad Autónoma de Baja California, MX  
Jorge da Silva Correia-Neto, Universidade Federal Rural de Pernambuco, BR  
Jose Alfonso Aguilar, Universidad Autonoma de Sinaloa, MX

José Alvarez-Garcia, Universidad de Extremadura, ES  
José Borbinha, IST, Universidade de Lisboa, PT  
José Carlos Ribeiro, Politécnico de Leiria, PT  
José Cascalho, Universidade dos Açores, PT  
José Felipe Cocón Juárez, Universidad Autónoma del Carmen, MX  
José Luís Pereira, Universidade do Minho, PT  
José Luís Silva, Instituto Universitário de Lisboa (ISCTE-IUL), PT  
José Paulo Lousado, Instituto Politécnico de Viseu, PT  
José Luis Pestrana Brincones, Universidad de Málaga, ES  
Jose M Molina, Universidad Carlos III de Madrid, ES  
José Machado, Universidade do Minho, PT  
Jose Maria de Fuentes, Universidad Carlos III de Madrid, ES  
Jose R. R. Viqueira, Universidade de Santiago de Compostela, ES  
José Silvestre Silva, Academia Militar, PT  
José Torres, Universidade Fernando Pessoa, PT  
Josep M. Marco-Simó, Universitat Oberta de Catalunya, ES  
Juan Angel Contreras Vas, Universidad de Extremadura, ES  
Juan D'Amato, PLADEMA-UNCPBA-CONICET, AR  
Juan M. Santos Gago, Universidad de Vigo, ES  
Jugurta Lisboa-Filho, Universidade Federal de Viçosa, BR  
Klinge Orlando Villalba-Condori, Universidad Católica de Santa María, PE  
Leila Weitzel, Universidade Federal Fluminense, BR  
Leonardo Bermon, Universidad Nacional de Colombia, CO  
Leticia Morales Trujillo, Universidad de Sevilla, ES  
Lilia Muñoz, Univerrrsidad Tecnológica de Panamá, PA  
Lucila Ishitani, PUC Minas, BR  
Lucila Romero, Universidad Nacional del Litoral, AR  
Luis Alvarez Sabucedo, Universidad de Vigo, ES  
Luís Bruno, Instituto Politécnico de Beja, PT  
Luis Camarinha-Matos, Universidade Nova de Lisboa, PT  
Luís Cavique, Universidade Aberta, PT  
Luis Chamba Eras, Universidad Nacional de Loja, EC  
Luis Enrique Sánchez Crespo, Universidad de Castilla-La Mancha, ES  
Luis Fernández Sanz, Universidad de Alcalá, ES

Luís Ferreira, Instituto Politécnico do Cávado e do Ave, PT  
Luis Vilán-Crespo, Universidad de Vigo, ES  
Luis Maria Romero-Moreno, Universidad de Sevilla, ES  
Luisa Miranda, Instituto Politécnico de Bragança, PT  
Lus Sussy Bayona Ore, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, PE  
Luz María Hernández Cruz, Universidad Autónoma de Campeche, MX  
Magdalena Arcilla Cobián, Universidad Nacional de Educación a Distancia, ES  
Manuel Fernández-Veiga, Universidad de Vigo, ES  
Manuel Jose Fernandez Iglesias, Universidad de Vigo, ES  
Marcelo Marciszack, Universidad Tecnológica Nacional, AR  
Marcelo de Paiva Guimarães, Universidade Federal de São Paulo, BR  
Marcelo Zambrano Vizueté, Universidad Tecnica Del Norte, EC  
Marco Javier Suarez Barón, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, CO  
Marco Painho, ISEGI, Universidade Nova de Lisboa, PT  
Margarita Ramirez Ramirez, Universidad Autonoma de Baja California, MX  
Maria Amelia Eliseu, Mackenzie Presbyterian University, BR  
Maria Cristina Marcelino Bento, UNIFATEA, BR  
María de la Cruz del Río-Rama, Universidad de Vigo, ES  
Maria de los Milagros Gutierrez, Universidad Tecnológica Nacional, AR  
María del Mar Miras Rodriguez, Universidad de Sevilla, ES  
Maria do Rosário Bernardo, Universidade Aberta, BR  
Maria Hallo, Escuela Politécnica Nacional, EC  
Maria Helena Garcia Ruiz, Universidad de Camtabria, ES  
María J. Lado, Universidad de Vigo, ES  
Maria João Ferreira, Universidade Portucalense, PT  
Maria João Gomes, Universidade do Minho, PT  
Maria José Angélico, Instituto Politécnico do Porto, PT  
Maria José Escalona, Universidad de Sevilla, ES  
Maria José Sousa, Universidade Europeia, PT  
Mario Chacón-Rivas, Instituto Tecnológico de Costa Rica, CR  
Mario José Diván, Universidad Nacional de La Pampa, AR  
Marisol B. Correia, Universidade do Algarve, PT  
Maristela Holanda, Universidade de Brasília, BR

Martín Llamas Nistal, Universidad de Vigo, ES  
Martín López Nores, Universidad de Vigo, ES  
Matías García Rivera, Universidad de Vigo, ES  
Mercedes Ruiz, Universidad de Cádiz, ES  
Miguel A. Brito, Universidade do Minho, PT  
Miguel Ángel Conde, Univesidad de León, ES  
Miguel Angel Olivero Gonzalez, Universidad de Sevilla, ES  
Miguel Bugalho, Universidade Europeia, PT  
Miguel Casquilho, IST, Universidade de Lisboa, PT  
Miguel Ramón González Castro, Ence, Energía y Celulosa, ES  
Mirna Ariadna Muñoz Mata, Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT),  
MX  
Nelson Rocha, Universidade de Aveiro, PT  
Nuno Lau, Universidade de Aveiro, PT  
Nuno Melão, Politécnico de Viseu, PT  
Nuno Ribeiro, Universidade Fernando Pessoa, PT  
Oscar Mealha, Universidade de Aveiro, PT  
Patricia Dias, Universidade do estado de Minas Gerais, BR  
Patrícia Oliveira, Universidade de Aveiro, PT  
Paula Prata, Universidade da Beira Interior, PT  
Paulo Martins, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, PT  
Paulo Pinto, FCT, Universidade Nova de Lisboa, PT  
Paulo Rurato, Universidade Fernando Pessoa, PT  
Paulo Urbano, FC, Universidade de Lisboa, PT  
Pedro Araújo, Universidade da Beira Interior, PT  
Pedro Palos, Universidad de Sevilla, ES  
Pedro Sanz Angulo, Universidad de Valladolid, ES  
Pedro Sobral, Universidade Fernando Pessoa, PT  
Pedro Sousa, Universidade do Minho, PT  
Pilar Mareca Lopez, Universidad Politécnica de Madrid, ES  
Ramiro Delgado, Universidad de las Fuerzas Armadas, EC  
Ramon Alcarria, Universidad Politécnica de Madrid, ES  
Raul Laureano, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, PT  
Renato Maurício Toasa Guachi, Universidad Tecnológica Israel, EC

Rene Faruk Garzozzi-Pincay, Universidad Estatal Península de Santa Elena, EC  
Ricardo Andrés García León, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña,  
MX  
Ricardo J. Rodríguez, Universidad de Zaragoza, ES  
Ricardo Linden, FSMA, BR  
Rita Oliveira, Universidade de Aveiro, PT  
Rita Santos, Universidade de Aveiro, PT  
Robero Marichal, Universidad de La Laguna, ES  
Roberto Theron, Universidad de Salamanca, ES  
Rodolfo Miranda Barros, Universidade Estadual de Londrina, BR  
Román Lara, Universidad de las Fuerzas Armadas, EC  
Rubén González Crespo, Universidad Internacional de La Rioja, ES  
Rui Cruz, IST, Universidade de Lisboa, PT  
Rui José, Universidade do Minho, PT  
Rui Pedro Marques, Universidade de Aveiro, PT  
Rui S. Moreira, Universidade Fernando Pessoa, PT  
Samuel Sepúlveda, Universidad de La Frontera, CL  
Santiago Gonzales Sánchez, Universidad Inca Garcilaso de la Vega, PE  
Sara Balderas-Díaz, Universidad de Cádiz, ES  
Saulo Barbara de Oliveira, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, BR  
Sérgi F. Lopes, Universidade do Minho, PT  
Sergio Araya Guzmán, Universidad del Bío-Bío, CL  
Sergio Gálvez Rojas, Universidad de Málaga, ES  
Sérgio Guerreiro, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, PT  
Silvia Fernandes, Universidade do Algarve, PT  
Solange N Alves de Souza, Universidade de São Paulo, BR  
Telmo Silva, Universidade de Aveiro, PT  
Teresa Guarda, Universidad Estatal Península de Santa Elena, EC  
Tomas San Feliu, Universidad Politecnica de Madrid, ES  
Thiago Dias, CEFET-MG, BR  
Valéria Farinazzo Martins, Universidade Presbiteriana Mackenzie, BR  
Vera Pospelova, Universidad de Alcalá, ES  
Verónica Vasconcelos, ISEC, Politécnico de Coimbra, PT  
Vicente Morales, Universidad Técnica de Ambato, EC

Victor Flores, Universidad Católica del Norte, CL

Víctor H. Andaluz, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, EC

Victor Hugo Medina Garcia, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, CO

Vitor Carvalho, Instituto Politécnico do Cávado e do Ave, PT

Vitor Santos, ISEGI, Universidade Nova de Lisboa, PT

Wagner Tanaka Botelho, Universidade Federal do ABC, BR



# Índice / Index

## ARTIGOS / ARTICLES

- Análisis Dinámico Comparativo de Métodos de Detección e Identificación de Fallas de Sensado sobre el Control Local de Micro-redes..... 1  
*Byron Ramírez, Leony Ortiz y Wilson Pavón*
- Revisión Sistemática de Literatura sobre Modelos de Gobierno y Gestión de Datos corporativos en el contexto de las Organizaciones .....18  
*Inés Meriño Fuentes, Wilson Nieto Bernal, J. Javier Samper Zapater*
- Gestão de Processos no Setor Público: técnicas, ferramentas, lacunas e agenda de pesquisa .....35  
*Marcos de Moraes Sousa, Flávio Manoel Coelho Borges Cardoso, Luana Queiros Faria, Jean Marc Nacife, Kennedy de Araújo Barbosa, José Elenilson Cruz*
- Uso de multiagentes en un modelo de transferencia de conocimiento de profesores a alumnos .....57  
*Jorge Chue Gallardo, Augusto Ernesto Bernuy Alva, César Higinio Menacho Chiok*
- Modelo Para Asignar Recursos Computacionales en Infraestructuras de Redes Virtualizadas Usando Mecanismos de Aprendizaje Automático.....72  
*PhD. Juan Camilo Giraldo Mejía, MSc. Angy Lizeth Giraldo Legarda, PhD. Fabio Alberto Vargas Agudelo PhD. Alicia Martínez Rebollar*
- Modelo de Gestión de Residuos de Equipos de Informática y Telecomunicaciones (REIT) mediante la Minería de Procesos..... 88  
*Carlos O. Caizaguano Ch., Efraín R. Fonseca C., Carlos S. Caizaguano F., Michelle D. Vega A. y Patricia Bazán*
- Diseño de un modelo analítico como soporte del proceso de toma de decisiones en el ámbito educativo .....103  
*Nanci Milena Guzman Castillo, Néstor Alfredo Cortés Daza, Msc Geovanny Poveda*
- A Comunicação Interna e a Consistência da Marca: o papel das Mídias e Redes Sociais Digitais na Era COVID-19 ..... 115  
*Mateus Anabela Félix*
- iMujer, orientación para mujeres en entornos de violencia familiar y/o pareja.....130  
*Sodel Vázquez Reyes, Paola Torres Macias, Perla Velasco Elizondo, Alejandra García Hernández, Alejandro Mauricio González*

Confiança e tecnologia: práticas, conceitos e ferramentas .....	146
<i>Sónia Sousa, José Cravino, David Lamas, Paulo Martins</i>	
La influencia del capital social virtual en los efectos económico y académico percibidos por los estudiantes universitarios. Un análisis en tiempos del Covid19 .....	165
<i>Ingrid Orlandini</i>	
SISTRAD y los sistemas de traducción de Lengua de Señas: una propuesta alternativa para la inclusión .....	176
<i>Rita Valenzuela Romero, Anthony Ramos Quispe, Érica Huamán Bedoya, Farat Colque López, Mary Zapana Huamaní, Deysi Calla Arenas, Alex Valenzuela-Romero</i>	
Análisis y detección de objetos en un partido de fútbol .....	189
<i>Kevin Maxi, María Caridad Cáceres, Daniel Peralta, Jaime Veintimilla-Reyes</i>	
Enfoque de deep learning y machine learning aplicado a la clasificación automática de opiniones en Twitter en la pandemia de la Covid-19 en Panamá.....	200
<i>Denis Cedeno-Moreno, Miguel Vargas-Lombardo, Nila Navarro</i>	
Desarrollo y evaluación de un prototipo de aplicación móvil para la administración de traslados de pacientes COVID-19.....	212
<i>Jose Mejías, Christian Quesada-López, Erik Kühlmann, Leonardo Villalobos, Marcelo Jenkins, Francisco Durán, Josué Amador, Ignacio Arroyo, Roy Padilla, Steven Fernández, Elián Ortega, Adrián Lara, Pablo Alfaro, Max Morales</i>	
El mercadeo relacional como apoyo en los modelos organizacionales para construir reputación corporativa en las universidades .....	227
<i>Ledy Gómez-Bayona, Gustavo Moreno-López, Jaime Alberto Orozco-Toro, Juan Pablo Arrubla-Zapata, Jorge Urbe Piedrahita</i>	
Innovación en la gestión universitaria: reto para la educación superior .....	241
<i>Enrique Melamed-Varela, Enohemit Olivero-Vega, Remberto De la Hoz-Reyes, Ana Beatriz Blanco-Ariza</i>	
La visualización de datos académicos: Una revisión del estado actual en el contexto universitario.....	255
<i>Renato Mauricio Toasa G, Giraldo León Rodríguez</i>	
Fatores influenciadores do sucesso da implementação de sistemas CzRM - uma revisão de literatura .....	268
<i>Jorge Manuel Pereira Duque, Vítor Manuel de Jesus Filipe, José Joaquim Magalhães Moreira</i>	

Caracterización del uso de tecnologías inmersivas aplicadas en geoparques: Realidad Virtual, Realidad Aumentada, Realidad Mixta, Técnicas de visualización y Gamificación .....	285
<i>Óscar-Andres Cuéllar-Rojas, Mauricio Hincapié-Montoya, Alejandro Valencia Arias, Jefferson Quiroz-Fabra, Lina-Marcela Cifuentes-Correa</i>	
Revisión Sistemática de la Literatura sobre Redes Neuronales Artificiales: Detección de Ataques Cardíacos.....	303
<i>Jesús León-Pérez, Elizabeth Bocangel-Rivera, José Niño Montero, Javier Gamboa-Cruzado, Luis Soto Soto, Dulio Oseda Gago</i>	
Machine Learning para la Detección de Malware en Android: Revisión Sistemática de la Literatura.....	318
<i>Aléxis Cárdenas-Quispe, Roly Vergaray-Mezarina, Javier Gamboa-Cruzado</i>	
A Governança de Tecnologia da Informação na visão de Gestores da Área de Saúde Pública: O Caso do Instituto Nacional de Câncer .....	332
<i>Roberto Luiz Silva dos Santos, Jose Geraldo Pereira Barbosa, Saulo Barbara de Oliveira, Sandro Luís Freire de Castro Silva, Sandra Regina Freitas Morgado de Gois, Antonio Augusto Gonçalves</i>	
Visión Artificial con Realidad Aumentada para el Desplazamiento de Personas con Discapacidad Visual: Una Revisión Sistemática de la Literatura.....	346
<i>José Castro-Espichan, Jean Espinoza-Flores, José Niño Montero, Javier Gamboa-Cruzado, Dulio Oseda Gago, Ruth Mendivel Gerónimo</i>	
A Confiabilidade dos Aplicativos de Smartphones Voltados a Gestão Remota da Saúde na Conjuntura da COVID-19 .....	358
<i>Nina Braga Cavalcanti de Albuquerque, Lúcio Camilo Oliva Pereira, Sandra Regina Freitas da Silva Morgado de Gois, Francisco Santos Sabbadini, Antônio Augusto Gonçalves, Ettore de Carvalho Oriol, Rodrigo de Souza Valle</i>	
Evasão de Profissionais de TI nos Tribunais de Contas .....	372
<i>Lúcio Camilo Oliva Pereira, Nina Braga Cavalcanti de Albuquerque, Sandra Regina Freitas da Silva Morgado de Gois, Francisco Santos Sabbadini, Antônio Augusto Gonçalves, Ettore de Carvalho Oriol, Rodrigo de Souza Valle</i>	
Representación y análisis del retroceso glaciario de la Sierra Nevada de Santa Marta a partir de trayectorias de regiones en movimiento .....	386
<i>Camilo Andrés Porrás Martín, Álvaro Ortiz Dávila</i>	
Tendencias investigativas en procesos de gestión del conocimiento en el aprendizaje por medio de dispositivos móviles: un análisis bibliométrico .....	400
<i>Luis Fernando Garcés-Giraldo, Paula Rodriguez-Correa, Alejandro Valencia-Arias, Cristina Ocampo-Osorio, Orfa Nidia Patiño-Toro, Martha Benjumea-Arias</i>	

Aplicaciones de realidad aumentada en el aprendizaje por medio de dispositivos móviles: un análisis bibliométrico .....	417
<i>Luis Fernando Garcés-Giraldo, Cristina Ocampo-Osorio, Alejandro Valencia-Arias, Paula Rodríguez-Correa, Martha Benjumea-Arias, Juan Camilo Patino-Vanegas</i>	
Desinformación y verificación de datos. El caso de los bulos sobre la vacunación contra la Covid-19 en España .....	431
<i>Álvaro López-Martín, Bernardo Gómez-Calderón, Alba Córdoba-Cabús</i>	
Sistema de Clasificación Automático de Peces Endémicos del Ecuador Usando Redes Neuronales Convolucionales .....	444
<i>Anthony Sánchez-Guashpa, Pablo Pico-Valencia, Pedro Jiménez, Juan A. Holgado-Terriza</i>	
Sistema Web para la Gestión de Citas en Centros de Atención Psicológica: Un Caso de Estudio.....	458
<i>Francisco BURGOS-MEDINA, Kevin TINOCO-CONDOR, Javier Gamboa-Cruzado</i>	
Aplicaciones Móviles Multiplataforma para la Promoción de la Actividad Física en tiempos de Covid-19: Un Estudio de Caso en la Ciudad de Trujillo.....	474
<i>Benjie Velasque Agüero, Edwin Esparza Rojas, Javier Gamboa-Cruzado</i>	
Desarrollo de una plataforma web semántica para la difusión de proyectos de innovación y generar redes entre usuarios académicos .....	488
<i>Erika Tatiana Vásquez Tapia, Celia Paola Sarango-Lapo</i>	
Educación Tecnológica: Un enfoque desde el Constructivismo Tecnopedagógico .....	501
<i>Eduardo Cadena, Lizbeth Suárez, Daniel Brito, Daniela Leiva, María José Rivera</i>	
Implementación en Unity de un laboratorio virtual de psicología para llevar a cabo una práctica experimental .....	515
<i>Jheyson Steven Gaona Pineda, Celia Paola Sarango-Lapo</i>	
Nuevos paradigmas en el mercado laboral. Cómo adaptarse a las exigencias de la industria 4.0 .....	528
<i>Salvador A. Romero-Rubio, Luis A. Becerra-Pérez</i>	
La manipulación, discriminación y parcialización de la información, una mirada desde la formación profesional .....	543
<i>Alveiro Alonso Rosado Gomez, Claudia Marcela Duran Chinchilla, Liliana Calderón Benavides</i>	

Aplicação dos princípios de percepção visual a visualização de dados para tomada de decisão .....	556
<i>Rosane Gonçalves Theophilo, Antonio Augusto Gonçalves, Mila Rosendahl Avelino, Sandra Regina Freitas Da Silva Morgado De Gois</i>	
Educomunicación y Alfabetización mediática para combatir las Fake news en redes sociales .....	573
<i>César Andrade-Martínez, Ángel Hernando, Abel Suing</i>	
Aplicación De Minería De Datos Para Mejorar El Diagnóstico De Un Grupo De Enfermedades Respiratorias En Un Hospital De Trujillo .....	585
<i>Ronald Segundo Alva Mariños, Luis Felipe Cruz Isla, Segundo Edwin Cieza Mostacero</i>	
Contribución de las comunidades virtuales a la gestión del conocimiento en CaixaBank .....	597
<i>Carles Planuch Prats, Ramon Salvador Vallès</i>	
Análisis exploratorio del hurto de vehículos en Colombia entre 2010-2019 mediante minería de datos, Geoestadística y SIG .....	612
<i>Gabriel Hernán González Buitrago</i>	
Arquitectura híbrida de Gestión de Microservicios en Infraestructura Locales.....	626
<i>Iván Ortiz-Garcés, Aarón Echeverría</i>	
Clusterización a las administradoras de fondos de pensiones latinoamericanas mediante clarans .....	639
<i>Cristian Cornejo, Claudio Ruff, Purificación Galindo-Villardón</i>	
Revisión bibliométrica sobre el uso de los sistemas de información geográfica en el turismo.....	651
<i>Lina Marcela Cifuentes Correa, Wilmer Londoño Celis, Mauricio Hincapié Montoya, Jefferson Quiroz Fabra, Oscar Cuellar Rojas, Alejandro Valencia Arias</i>	
Aplicación de Word embedding para la representación y exploración de información médica no estructurada .....	664
<i>Luis Jaramillo-Uday, Ruth Reátegui</i>	
Aprendizagem por Problemas, Identidade de Género e <i>Learnability</i> em projetos finais nas Licenciaturas em Engenharia Multimédia e Informática .....	674
<i>Dulce Mourato</i>	

Metodología para el Desarrollo, Consulta y Modificación de Trayectorias Simbólicas .....	689
<i>Nelson David Martínez Aguirre, Álvaro Enrique Ortiz</i>	
Formato audiovisual para la intervención ciudadana en los medios de comunicación.....	703
<i>Abel Suñg, Juan Carlos Maldonado, Juan Pablo Arrobo-Agila</i>	

# Análisis Dinámico Comparativo de Métodos de Detección e Identificación de Fallas de Sensado sobre el Control Local de Micro-redes

Byron Ramírez<sup>1</sup>, Leony Ortiz<sup>1</sup> y Wilson Pavón<sup>1</sup>

furgilesn@est.ups.edu.ec; lortizm@ups.edu.ec y wpavon@ups.edu.ec

<sup>1</sup> Universidad Politécnica Salesiana, Rumichaca y Morán Valverde, 170702, Quito, Ecuador.

Pages: 1-17

**Resumen:** La presente investigación desarrolla un estudio comparativo de tres metodologías diferentes, que se aplican para la detección e identificación de fallas (FDI). Las fallas estudiadas se detectan en Microrredes Híbridas AC / DC (HMG). El estudio aborda el uso de métodos basados en: Filtro de Kalman, Redes Neuronales Artificiales y Lógica Difusa, todos aplicados a los controladores locales de las HMG. Con el fin de comparar y validar el desempeño de los métodos propuestos, se propusieron tres condiciones de falla: operación sin falla, falla abrupta o pérdida de sensado y falla aditiva incipiente. La investigación concluyó que el Filtro de Kalman es más rápido en su ejecución y toma de decisiones, sin embargo, se puede observar que el método basado en Lógica Difusa presentó un error promedio menor para el mismo escenario. Todas las simulaciones se desarrollaron en Matlab / Simulink. Finalmente, se propuso un algoritmo basado en el error mínimo para permitir la selección automática de una de las estrategias de FDI estudiadas.

**Palabras-clave:** Micro-red, Detección e Identificación de fallas (FDI), Control local, Filtro de Kalman, Lógica Difusa, Redes Neuronales.

## *Comparative Fault Detection Dynamic Analysis of Identification Methods for Hybrid Micro-grid Sensing using Local Control*

**Abstract:** The present research develops a comparative study of three different methodologies, which are applied for fault detection and identification (FDI). The studied faults are sensing in AC/DC Hybrid Microgrids (HMG). The study addresses the use of methods based on: Kalman Filter, Artificial Neural Networks and Fuzzy Logic, all applied to local HMG controllers. To compare and validate the performance of the proposed methods, three failure conditions were proposed: operation without fault, abrupt failure or loss of sensing and incipient additive failure. As a conclusion, the Kalman Filter is faster in its execution and decision-making, however the method based on Fuzzy Logic presented a lower average for the residual error. All simulations were developed in Matlab/Simulink. Finally, an algorithm based on the minimum error was proposed to allow the automatic selection of one of the studied FDI strategies.

**Keywords:** Microgrid, Fault Detection and Identification (FDI), Local Control, Kalman Filter, Fuzzy Logic, Neuronal Networks.

## 1. Introducción

Las Micro-redes (MR) eléctricas se presentan como una alternativa para permitir la integración de generación con energías renovables en las redes eléctricas tradicionales. Las redes pequeñas funcionan en forma autónoma desde hace varios años en aquellos lugares donde la conexión hacia la red eléctrica tradicional no es posible por aspectos tecno-económicos. Estas redes han funcionado tradicionalmente con generadores que aprovechan los combustibles fósiles, siendo ahora reemplazados por medios solares, eólicos, pequeñas centrales hidráulicas y de hidrógeno, estas tecnologías son fuertemente apoyadas inclusive por políticas implementadas para su promoción y uso extendido (Hossain et al., 2014; Mahmoud et al., 2014; Olivares et al., 2014).

Las MR para poder hacer frente a tales desafíos implementan varios elementos que permiten su mejor funcionamiento, incluyendo electrónica de potencia y sistemas de control avanzado por microprocesador (Aguila Téllez et al., 2020; Arias Cazco et al., 2016; Cruz Alvarez & Ortiz Matos, 2017; Falcón Ayala & Ortiz Matos, 2019; Garrido Jácome & Ortiz Matos, 2019; Matos et al., 2016; Ortiz Matos et al., 2017; Planas et al., 2015; Téllez et al., 2019). Estos controladores también aumentan la confiabilidad y la resiliencia del sistema (Armas Chamorro & Ortiz Matos, 2015; Bastidas & Matos, 2018; Chinchuña Toledo & Ortiz Matos, 2018; Falcón Ayala & Ortiz Matos, 2019; Sánchez & Matos, 2016). Resultando en menores pérdidas en transmisión y distribución, y reducción del costo de mantenimiento del sistema (Ortiz et al., 2019; Parhizi et al., 2015; Yoldaş et al., 2017).

En esencia, una MR puede ser definida como un sistema de distribución a bajo voltaje que contiene cargas distribuidas y generación renovable y no renovable, que cuenta con medios para el almacenamiento de energía para satisfacer la demanda, comportándose en ciertos momentos como un generador y otros como una carga controlable para el resto de la red eléctrica. Las MR pueden implementarse en AC, DC y la combinación de ambas, implicando ventajas y desventajas, que serán analizadas más adelante (Ortiz et al., 2019; Parhizi et al., 2015). Estos generadores son distribuidos en la MR y permiten el adecuado aprovechamiento de los recursos existentes en cada ubicación, sabiendo que los generadores (John et al., 2013; Unamuno & Barrena, 2015a, 2015b).

El sistema de almacenamiento de energía permite mejorar la estabilidad, la calidad de la energía, la confiabilidad, y en general, el suministro y rendimiento de todo el sistema MR. Existen diversas tecnologías comúnmente utilizadas por los sistemas de almacenamientos, como: baterías, super-capacitores, entre otros sistemas que están en actual desarrollo y están basados en técnicas como: aire comprimido, almacenamiento magnético en superconductores. Estos últimos son considerados mecanismos que a pesar de su reducción en la eficiencia tienen gran potencial gracias a que presentan una mayor vida útil y capacidad (Shuai et al., 2018). Adicionalmente, una MR al igual que el sistema eléctrico tradicional, contiene cargas (industriales o residenciales) que pueden ser clasificadas como de tipo sensible o críticas y poco relevantes o no críticas (Gayatri et al., 2018). Finalmente, toda MR contiene un punto de acoplamiento común (PCC), líneas de distribución, protecciones (Mirsaeidi et al., 2018), un completo sistema de

monitoreo (Freire Piedra & Ortiz Matos, 2015), convertidores de potencia (Andishgar et al., 2017), así como la estructura de control y sus componentes (Ortega et al., 2012).

En la presente investigación se comparan diversos métodos ya implementados en la literatura, con diferentes resultados y enfoques aplicados a la Identificación de las fallas de divisas situaciones problemática. El objetivo principal es comparar la respuesta dinámica de algunos métodos de Detección e Identificación de Fallas (FDI) aplicándolos a las fallas sensado del Control Local (CL) de MRH en AC-DC. Estos métodos serán ajustados, resintonizados y aplicados al problema de la Detección e Identificación de fallas de sensado para el Control Local (LC) de las MRHs. Los métodos y algoritmos de clasificación a comparar están basados en técnicas como: el Filtro óptimo de Kalman, Lógica difusa, y Redes Neuronales. Además, con el desarrollo de la investigación se pretende además brindar un algoritmo de evaluación automática que permita la selección de la estrategia FID más acorde al problema en estudio o a la topología de las MRH.

## 2. Materiales y métodos

Las técnicas utilizadas para la detección de fallos pueden ser descritas en dos grupos bien definidos, uno grupo requiere del conocimiento extensivo del sistema que es objeto de estudio, mientras por otro lado, existen métodos que se basan netamente en los datos recolectados de un sistema real para realizar la detección de fallos (Hare et al., 2016). La figura 1 ilustra la clasificación de los métodos comúnmente utilizados para el desarrollo de algoritmos FDI.

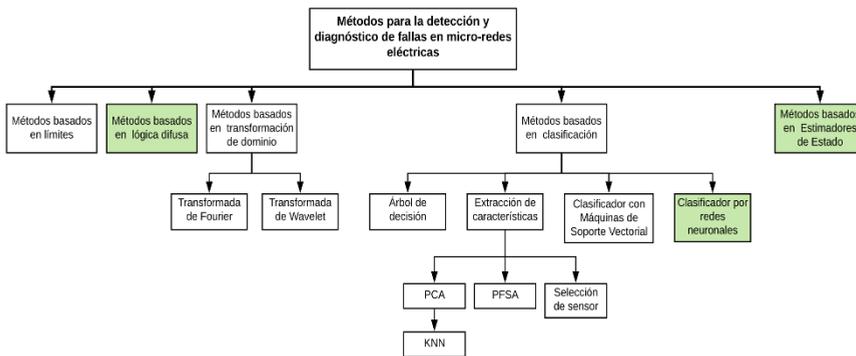


Figura 1 – Métodos más comunes para la detección y el diagnóstico de fallas.

### 2.1. Método basado en Redes Neuronales Artificiales

Este método hace uso de las Redes Neuronales Artificiales (ANN), el cual está basado en capas de entrada, capas ocultas y las capas de salida compuestas por neuronas que se conectan por medio de aristas con pesos. Para este tipo de redes existen los modelos de arquitectura regresiva no lineal con entradas exógenas - NARX, que son una alternativa de las redes neuronales convencionales. Este a su vez, permite que se realice la retroalimentación con facilidad, obteniéndose la respuesta a partir de la existencia de

una capa de neuronas escondidas (Acuña et al., 2016; Urgiles Navarrete & Ortiz Matos, 2020; Xie et al., 2009).

La literatura existente describe a este tipo de redes neuronales como un gran potencial a tener en cuenta tanto para el modelado de sistemas no -lineas como para el diseño de estrategias de detección de fallos. Esto debido a su gran ventajas que incluyen una mejor curva o capacidad de aprendizaje que otras arquitecturas neuronales que pueden contener estados ocultos, así mismo tienen mejor velocidad de convergencia, precisión, entre otras (Habibi et al., 2020),(Xie et al., 2009). El pseudocódigo implementado para el método en mención es el mostrado en la tabla II mientras que las variables usadas se muestran en la tabla I.

Nombre	Interpretación
SS (A_B_C_D_2s)	Datos del modelo
Q	Covarianza ruido de entrada
R	Covarianza ruido de sensado
uo	Valores iniciales de entrada
yo	Valores iniciales de salida
A, B, C, D	Matrices de estados
m	Entrada, magnitud
ang	Entrada, ángulo
V	Salida, voltaje
i	Salida, corriente
Tsim	Datos de entrenamiento
Psim	Datos de entrenamiento
dato	Selección de voltaje o corriente
d1, d2	Número de retardos
min_grad	Gradiente mínimo
epochs	Iteraciones
goal	Error a satisfacer
lr	Tasa de aprendizaje
mc	Constante de momento
narx_net	Red neuronal auto-regresiva
[fault_V, fault_i, fault_tipe_V, fault_tipe_i, t_fault_V, t_fault_i]	Parámetros para fallas en el sistema

Tabla 1 – Variables utilizadas para algoritmo de Redes Neuronales Artificiales

<b>Algoritmo 1:</b> Diseño de las Rede Neuronales Artificiales
<b>Paso 1:</b> Entradas: {point2, A, B, C, D, Ts, Q, R}
<b>Paso 2:</b> Salidas: {narx_net, fault_V, fault_i, fault_tipe_V, fault_tipe_i, t_fault_V, t_fault_i}
<b>Paso 3:</b> Inicialización:

<b>Algoritmo 1:</b> Diseño de las Rede Neuronales Artificiales	
	Ts = point2; uo = [0 180]; yo = [1.044 0.0136]
	[A, B, C, D] SS (A_B_C_D_2s); Q = 0; R = 0; dato = [1 1]; d1 = [1:1]; n_neuronas = 15
<b>Paso 4:</b>	simular (modelo_obtencion_datos); guardar (Tsim); save (Psim) ;
<b>Paso 5:</b>	<b>Parametrización y creación red neuronal:</b> U con2seq (Psim); y con2seq (Tsim);  narx_net narxnet (d1,d2,n_neuronas); trainRatio = 50/100; valRatio = 25/100; testRatio = 25/100; min_grad = 1e-13; goal = 1e-12; lr = 0.8;
<b>Paso 6:</b>	<b>Preparación de datos para entrenamiento:</b>  [p, Pi, Ai, t] preparets (narx_net,u,y);
<b>Paso 7:</b>	<b>Entrenamiento &amp; Generación NARX:</b>  narx_net train(narx_net,p,t,Pi); gensim (narx_net);
<b>Paso 8:</b>	<b>Generación de fallas</b>  [fault_V, fault_i, fault_tipe_V, fault_tipe_i, t_fault_V, t_fault_i] function_fallas; simular (modelo_obtencion_datos);
<b>Paso 9:</b>	<b>Retornar:</b>  {narx_net, fault_V, fault_i, fault_tipe_V, fault_tipe_i, t_fault_V, t_fault_i}

Tabla 2 – Algoritmo de diseño: Redes Neuronales Artificiales

## 2.2. Método basado en lógica difusa

Estos métodos se basan en conocimientos registrados para construir reglas lógicas sobre el diagnóstico de fallas. En general, el punto de la lógica difusa consiste en la generación de una salida en función de una entrada donde el mecanismo principal es un conjunto adecuado de reglas condicionales. Estas reglas son estudiadas en paralelo sin importar el orden en las que se evalúen debido a que previamente se ha encontrado el total de reglas que puedan describir el sistema. Dentro de la lógica difusa se contempla una cierta cantidad de pasos para su diseño que generan un algoritmo basado en el conjunto de datos de entrada y salidas. Este algoritmo se describe a continuación en las tablas III y IV (Jouffe, 1998; Lee, 1990; Tzeng & Huang, 2011).

<b>Nombre</b>	<b>Interpretación</b>
point2	Punto de operación conocido
SS (A_B_C_D_2s)	Datos del modelo
Ts	Tiempo de muestreo
Q	Covarianza ruido de entrada
R	Covarianza ruido de sensado
uo	Valores iniciales de entrada
yo	Valores iniciales de salida
A; B; C; D	Matrices de estados
m	Entrada, magnitud
ang	Entrada, ángulo

Nombre	Interpretación
V	Salida, voltaje
i	Salida, corriente
Tsim, data.P	Datos de entrenamiento
Psim, data.T	Datos de entrenamiento
entrada	Selección de voltaje o corriente
UYtrain	Valores entrenamiento
UYval	Valores validación
UYtest	Valores testeó
FIS_V	Lógica difusa, voltaje
FIS_i	Lógica difusa, corriente
l_data	Longitud de datos
[fault_V, fault_i, fault_tipe_V, fault_tipe_i, t_fault_V, t_fault_i]	Parámetros para fallas en el sistema

Tabla 3 – Variables utilizadas para el algoritmo de Lógica Difusa

Algoritmo 2: Diseño del sistema basado en Lógica Difusa	
<b>Paso 1:</b>	<b>Entradas:</b> {point2, A, B, C, D, Ts, Q, R}
<b>Paso 2:</b>	<b>Salidas:</b> {FIS_V, FIS_i, fault_V, fault_i, fault_tipe_V, fault_tipe_i, t_fault_V, t_fault_i}
<b>Paso 3:</b>	<b>Inicialización:</b> Ts point2; uo [0 180]; yo [1.044 0.0136]; [A, B, C, D] SS_A_B_C_D_2s; Q = 0; R = 0; entrada = [1 1];
<b>Paso 4:</b>	simular (modelo_obtencion_datos); guardar (Tsim); sabe (Psim);
<b>Paso 5:</b>	l_data dimensión (Tsim); UYtrain = [Psim(1:l_data/3,:), Tsim(1:l_data/3,:)]; UYval = [Psim(l_data/3+1:2/3*l_data,:), Tsim((l_data/3+1:2/3*l_data,:))]; UYtest = [Psim(2/3*l_data+1,ldata), Tsim((2/3*l_data+1,ldata))]
<b>Paso 6:</b>	<b>Creación sistema difuso:</b> neuroFuzzyDesigner; guardar (FIS_V); guardar (FIS_i);
<b>Paso 7:</b>	entrada = [0 0]; simular (modelo_obtencion_datos); guardar (Tsim); guardar (Psim); l_data dimension (Tsim)
<b>Paso 11:</b>	UYtrain = [Psim (1:l_data/3,:), Tsim (1:l_data/3,:)]; UYval = [Psim (l_data/3+1:2/3*l_data,:), Tsim ((l_data/3+1:2/3*l_data,:))]; UYtest = [Psim(2/3*l_data+1,ldata), Tsim ((2/3*l_data+1,ldata))]
<b>Paso 14:</b>	<b>Generación de fallas:</b> [fault_V, fault_i, fault_tipe_V, fault_tipe_i, t_fault_V, t_fault_i] function_fallas
<b>Paso 15:</b>	<b>Retornar:</b> {FIS_V, FIS_i, fault_V, fault_i, fault_tipe_V, fault_tipe_i, t_fault_V, t_fault_i}

Tabla 4 – Algoritmo de diseño: Lógica Difusa

### 2.3. Método basado en el Filtro de Kalman

El Filtro de Kalman (FK) es un algoritmo que permite estimar una variable o identificar el estado oculto (no medible) de un sistema dinámico lineal sometido a ruido blanco aditivo. Este ha sido implementado en dos partes principales (Pilario & Cao, 2018; Taimoor & Aijun, 2020). Una ventaja del método consiste en que es un método recursivo, por lo que la introducción de otras observaciones no requiere de la modificación del modelo inicial. El método se presenta en las tablas V y VI.

Nombre	Interpretación
point2	Punto de operación conocido
SS (A_B_C_D_2s)	Datos del modelo
Tc	Tiempo de muestreo
Q	Covarianza ruido de entrada
R	Covarianza ruido de sensado
uo	Valores iniciales de entrada
yo	Valores iniciales de salida
A; B; C; D	Matrices de estados
m	Entrada, magnitud
ang	Entrada, ángulo
V	Salida, voltaje
i	Salida, corriente
Plant	Planta en espacio de estados
kalmf	Parámetros observadores de Kalman
[Akf1, Bkf1, Ckf1, Dkf1]	Parámetros observados de Kalman, voltaje
[Akf2, Bkf2, Ckf2, Dkf2]	Parámetros observados de Kalman, corriente
[fault_V, fault_i, fault_tipe_V, fault_tipe_i, t_fault_V, t_fault_i]	Parámetros para fallas en el sistema

Tabla 5 – Variables utilizadas para el algoritmo del Filtro de Kalman

Algoritmo 3: Diseño de los observadores de Kalman	
<b>Paso 1:</b>	<b>Entradas:</b> {point2, A, B, C, D, Tc, Q, R}
<b>Paso 2:</b>	<b>Salidas:</b> {Akf1, Bkf1, Ckf1, Dkf1, Akf2, Bkf2, Ckf2, Dkf2, fault_V, fault_i, fault_tipe_V, fault_tipe_i, t_fault_V, t_fault_i}
<b>Paso 3:</b>	Inicialización: Tc point2; uo [0 180]; yo [1.044 0.0136]; [A, B, C, D] SS_A_B_C_D_2s; Q = 1.26951; R = [1e-32 1e-32; 1e-32 1e-32]
<b>Paso 4:</b>	plant ss (A, B, C, D, Tc, {m,ang}, {V,i})
<b>Paso 5:</b>	<b>Función de Kalman</b> kalmf kalman (Plant, Q, R); [Akf1, Bkf1, Ckf1, Dkf1] kalmf(1,:) [Akf2, Bkf2, Ckf2, Dkf2] kalmf(2,:)

<b>Algoritmo 3:</b> Diseño de los observadores de Kalman	
<b>Paso 6:</b>	<b>Generación de fallas</b>
	[fault_V, fault_i, fault_tipe_V, fault_tipe_i, t_fault_V, t_fault_i] function_fallas
<b>Paso 7:</b>	<b>Retornar:</b>
	{Akf1, Bkf1, Ckf1, Dkf1, Akf2, Bkf2, Ckf2, Dkf2, fault_V, fault_i, fault_tipe_V, fault_tipe_i, t_fault_V, t_fault_i}

Tabla 6 – Algoritmo de diseño: Filtro de Kalman

### 3. Casos de estudios

Como caso de estudio se utiliza una MRH tipo benchmark propuesta por los autores en (Ortiz et al., 2019). La cual está compuesta de una red en DC que contiene un sistema de almacenamiento de energía BESS y un sistema solar fotovoltaico. El resto de la MRH en AC está constituida por los siguientes sistemas: solar fotovoltaico, almacenamiento de energía por baterías, generador Diesel, carlas lineales y no lineales.

Del sistema benchmark anterior se realizan las pruebas pertinentes y se extraen los datos correspondientes a tres clases principales de fallos de sensado (sensor sin falla, sensor sometido a una falla abrupta y una falla incipiente) sobre el control local de las fuentes de Generación Distribuidas. Según se puede apreciar, se conforma un sistema MIMO (Multiple inputs – Multiple outputs) de 2-entradas x 2-salidas. Como entradas se seleccionan el índice de modulación ( $m$ ) y el ángulo ( $\varphi$ ), mientras que como salidas son seleccionadas las variables de voltaje ( $V$ ) y corriente ( $I$ ). Las fallas y perturbaciones a las cuales son sometidas el sistema se ejecutan en tiempo de 0.3 s desde el inicio de ensayo.

La ecuación (1) muestra la expresión matemática para el evento sin falla, la ecuación (2) muestra la ecuación relativa a la falla abrupta y finalmente la ecuación (3) muestra la forma que tendrá la falla incipiente (Ortiz et al., 2020).

$$v\_sen(t) = v(t) \tag{1}$$

$$v\_sen(t) = 0, \forall t > t\_f \tag{2}$$

$$v\_sen(t) = v(t) + v\_offset(t) \tag{3}$$

La tabla VII muestra las características del computador utilizado para llevar a cabo las simulaciones y mediante la cual se obtuvieron los tiempos de respuesta de los sistemas FDI presentados más adelante.

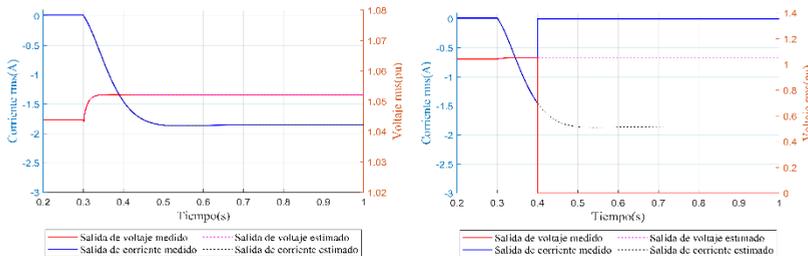
<b>Característica</b>	<b>Valor</b>
Procesador	Intel® Core™ i7-6700HQ CPU
Memoria RAM	16.0 GB (15.8 GB utilizables)

Característica	Valor
Frecuencia del procesador	2.60 GHz
Disco duro	256 GB SSD + 1 TB HDD 7200 rpm
Tarjeta gráfica	NVIDIA GEFORCE GTX 960M + Intel® HD Graphics 530

Tabla 7 – Parámetros del computador usado en la investigación

#### 4. Resultados y discusión

Se diseñan 2 observadores diferentes basados en el FK para cada una de las salidas del sistema dinámico en estudio, mismo que contiene los 4 estados. La fig. 2.a ilustra el comportamiento del estimador basado en el FK ante la ausencia de falla en los sensores tanto de voltaje como de corriente. Se puede apreciar que el residuo generado por el método es pequeño y que la observación de las variables es correcta. De manera análoga la fig. 2.b ilustra la respuesta del método en estudio ante la presencia de una falla abrupta debido a la pérdida de las señales desde los sensores.



a)

b)

Figura 2 – Filtro de Kalman, a) sin falla y b) falla abrupta.

Finalmente, para el mismo método se ensaya una falla incipiente aditiva, la cual se representa usando una función tipo rampa. El rendimiento del método se grafica en la fig. 3.

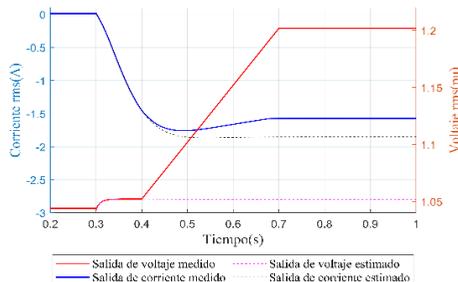


Figura 3 – Filtro de Kalman, falla incipiente.

El siguiente esquema de FDI se diseña basado en dos Redes Neuronales tipo NARX. Cada red está diseñada con el objetivo de observación de cada señal de entrada y salida para estimar la salida en estudio a generar el residuo. La tabla VIII muestra los parámetros utilizados para el diseño de cada RN.

Parámetro	NARX Voltaje	NARX Corriente
Retraso de entrada	1	2
Retraso de realimentación	1	2
Cantidad de neuronas	15	8
Gradiente mínimo	1.00E-13	1.00E-10
Error final deseado	1.00E-12	1.00E-12
Tasa de aprendizaje	0.8	0.5
Constante de momento	0.9	0.9

Tabla 8 – PARÁMETROS REDES NEURONALES

Una vez entrenadas y validadas las redes neuronales, se procede a comprobar la respuesta y generación de residuo ante la ausencia de fallas (ver fig. 4.a). Se puede observar que, para esta clase, el estimador y generador de residuo basado en redes neuronales artificiales es capaz de representar las señales de salidas tanto de voltaje como de corriente con un residuo poco apreciable. Este mismo análisis es efectuado considerando una clase tipo falla abrupta (pérdida de señal de los sensores de voltaje y corriente) a los 0.4 s, la respuesta se muestra en la fig. 4.b.

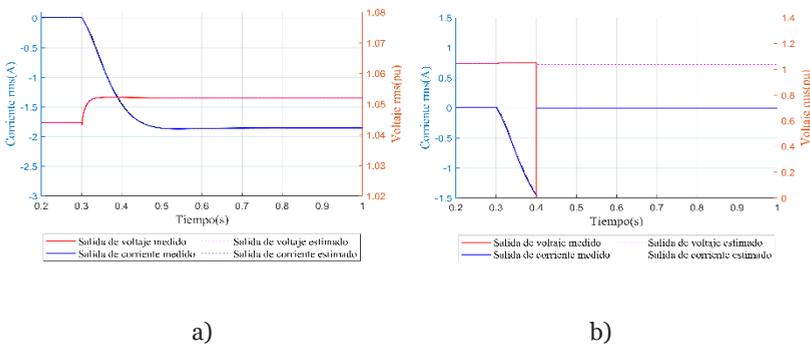


Figura 4 – Redes neuronales, a) sin falla b) falla abrupta.

La falla de tipo incipiente o aditiva se estudia cómo tercer caso. Esta ocurre justamente en el mismo tiempo que la falla anterior. La fig. 5 muestra la respuesta de las Redes Neuronales ante esta clase de fallo.

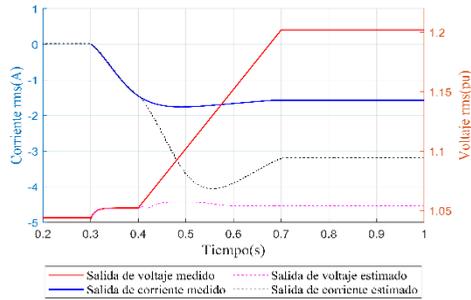


Figura 5 – Redes neuronales, falla incipiente.

El método basado en LD fue desarrollado con cinco entradas y una salida, esto, dado a que cada salida es observada por un sistema diferente. Cada sistema difuso fue diseñado con dos funciones de pertenencia para cada entrada. Respetando los criterios de diseño mostrados, se se realiza la validación del sistema, en primer momento sin la existencia de fallas (fig. 6.a.) De la misma manera que en el caso anterior, el estimador basado en LD es capaz de realizar la estimación de las señales de corriente y voltaje con un bajo residuo. Es importante mencionar que, para lograr estos resultados fue necesario el seccionamiento y preprocesamiento de los datos de entrenamiento, prueba y validación. La fig. 5.b muestra la respuesta ante la pérdida de señal de los sensores o también denominada falla abrupta.

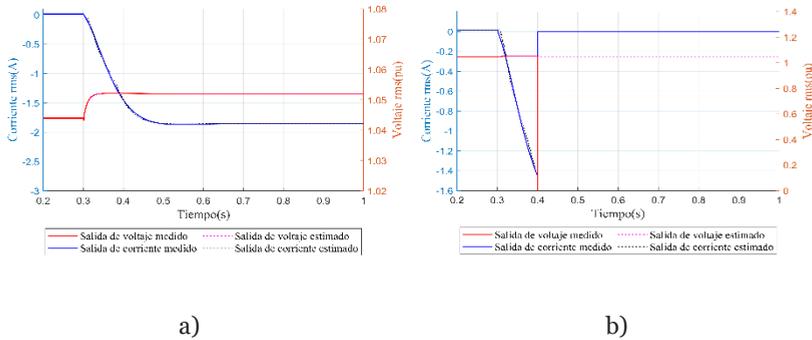


Figura 6 – Lógica difusa, a) sin falla y b) falla abrupta.

Por último, las señales ilustradas en la fig. 7 muestran el comportamiento del sistema ante una falla aditiva o incipiente, de igual manera, la falla es ocurre a los 0.4 s respecto al inicio del ensallo simulado.

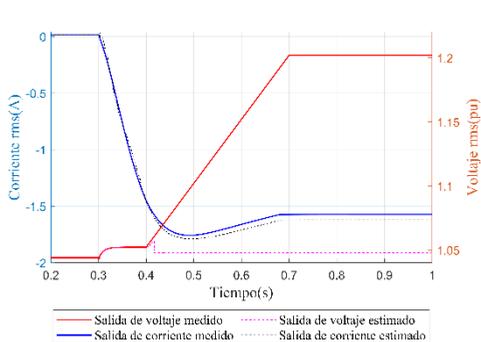


Figura 7 – Lógica difusa, falla incipiente.

				Residuo (u)		
FDI	Fallas no maliciosas	Variables	Tiempo de respuesta (s)	Valor esperado	Medición	Residuo promedio
Filtro de Kalman	Sensor sin falla	Voltaje (pu)	0.30	0	9.700E-07	$1.685 \cdot 10^{-6}$
		Corriente (A)	0.30	0	2.400E-06	
	Sensor sin salida Modo: Abrupta	Voltaje (pu)	0.32	1.05	1.052E+00	$1.452 \cdot 10^{-2}$
		Corriente (A)	0.32	1.85	1.852E+00	
	Salida parcial Modo: Incipiente	Voltaje (pu)	0.29	0.15	1.500E-01	$2.150 \cdot 10^{-1}$
		Corriente (A)	0.29	0.28	2.800E-01	
Red Neuronal Artificial	<b>Sensor sin falla</b>	<b>Voltaje (pu)</b>	<b>270.46</b>	<b>0</b>	<b>1.274E-08</b>	<b><math>1.062 \cdot 10^{-7}</math></b>
		Corriente (A)	270.46	0	1.996E-07	
	Sensor sin salida Modo: Abrupta	Voltaje (pu)	260.95	1.05	1.038E+00	$5.238 \cdot 10^{-1}$
		Corriente (A)	260.95	1.85	9.586E-03	
	<b>Salida parcial Modo: Incipiente</b>	<b>Voltaje (pu)</b>	<b>267.54</b>	<b>0.15</b>	<b>1.481E-01</b>	<b><math>8.796 \cdot 10^{-1}</math></b>
		Corriente (A)	267.54	0.28	1.611E+00	

FDI	Fallas no maliciosas	Variables	Tiempo de respuesta (s)	Residuo (u)		Residuo promedio
				Valor esperado	Medición	
Fuzzy	Sensor sin falla	Voltaje (pu)	243.25	0	1.380E-05	1.226*10 <sup>-1</sup>
		Corriente (A)	243.25	0	2.450E-02	
	Sensor sin salida Modo: Abrupta	Voltaje (pu)	230.76	1.05	1.048E+00	5.417*10 <sup>-1</sup>
		Corriente (A)	230.76	1.85	3.544E-02	
	Salida parcial Modo: Incipiente	Voltaje (pu)	287.15	0.15	1.540E-01	1.008*10 <sup>-1</sup>
		Corriente (A)	287.15	0.28	4.769E-02	

Tabla 9 – Resultados Comparativos De Los Tres Métodos

La tabla IX muestra una comparación respecto a los residuos generados por los diferentes métodos sucedidos 0.95 s considerando que la falla sucede a 0.4 s. Los valores esperados son analizados en función de la parametrización de las fallas de cada modelo de prueba. Es importante mencionar que el valor del residuo es analizado a los 0.95 s dado que es el estado estacionario de los métodos.

## 7. Conclusiones

Esta investigación compara la respuesta de tres métodos implementados exitosamente para el diseño de sistemas de Detección e Identificación de fallas (FDI). Al someter a prueba estos tres métodos para un mismo sistema dinámico en una Micro-red Híbrida tipo benchmark, fallas de sensado sobre el Control Local, y mismos tiempos de simulación se pueden estudiar, comprender, y comparar el comportamiento dinámico de los métodos seleccionados ante igualdad de condiciones. Mediante la comparación se comprobó que de los tres métodos implementados (basados en FK, NARX, y FL) el Filtro de Kalman presenta menor tiempo de respuesta, menor esfuerzo de procesamiento y una menor complejidad en el diseño, la sintonía y la respuesta en tiempo real para sistemas dinámicamente muy rápidos como es el caso de las MR.

Los modelos FDI implementados están desarrollados en base a sistemas dinámicos de las mismas características respecto a la cantidad de entradas y salidas y comportamiento dinámico. Por esta razón el diseño de los estimadores o generadores de residuos es considerado para cada salida posible, mientras que las señales utilizadas para alimentar los métodos dependen en gran medida de la cantidad de entradas y salidas especificadas en el problema de FDI.

Adicionalmente, el uso de un algoritmo automatizado para la selección del método más adecuado a utilizar en función del sistema en estudio es considerado una herramienta que podría facilitar al diseñador la elección de una estrategia para la FDI. Ese algoritmo basa sus resultados principalmente en el análisis del residuo mínimo promedio, la velocidad de respuesta en tiempo real y la estabilidad del sistema FDI para cada una de las clases de falla y de operación normal.

## Referencias

- Acuña, G., Cubillos, F., Araya, B., Segovia, G., Pérez, C., Curilem, M., & Huanquilef, C. (2016). NARX neural network model for predicting availability of a heavy duty mining equipment. *2015 Latin-America Congress on Computational Intelligence, LA-CCI 2015*, 15–19. <https://doi.org/10.1109/LA-CCI.2015.7435945>
- Aguila Téllez, A., Gutiérrez Serna, G. M., González Samueza, D. L., & Ortiz, M. L. (2020). Optimum location and sizing of capacitor banks using VOLT VAR compensation in micro-grids. *IEE Latin America Transactions*, 18(3), 465–472. <https://doi.org/10.1109/TLA.2020.9082717>
- Andishgar, M. H., Gholipour, E., & Hooshmand, R. allah. (2017). An overview of control approaches of inverter-based microgrids in islanding mode of operation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 80(May), 1043–1060. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.267>
- Arias Cazco, D., Robayo Vasco, R. A., & Ortiz Matos, L. (2016). Novel inteligente Step Voltaje Regulator (SVR) for residential electrical connections. *IEEE Latin America Transactions*, 14(4), 1656–1661. <https://doi.org/10.1109/TLA.2016.7483497>
- Armas Chamorro, F. M., & Ortiz Matos, L. (2015). *Modelización con Petri Net de una aplicación automática de diagnóstico y restauración de avería en sistema de distribución* [Universidad Politécnica Salesiana]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/9005>
- Bastidas, J. L. M., & Matos, L. O. (2018). *Localización de fallas en microredes eléctricas basado en un modelo Markoviano*. [Universidad Politécnica Salesiana]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15782>
- Chinchuña Toledo, G. K., & Ortiz Matos, L. (2018). *Mejoramiento de la fiabilidad en microredes mediante el control robusto de voltaje usando técnicas pasivas de tolerancia a fallos* [Universidad Politécnica Salesiana]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15342>
- Cruz Alvarez, D. R., & Ortiz Matos, L. (2017). *Control de sistema de distribución eléctrica usando técnica descubrimiento de patrón (Pattern discovery technique)* [Universidad Politécnica Salesiana]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/13588>
- Falcón Ayala, A. F., & Ortiz Matos, L. (2019). *Confiabilidad en microredes eléctricas AC/DC usando control robusto  $H_\infty$  y estrategias de tolerancia a fallas* [Universidad Politécnica Salesiana]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17685>

- Freire Piedra, S. I., & Ortiz Matos, L. (2015). *Modelado y simulación de un sistema automático de adquisición de datos en centrales hidroeléctricas pequeñas* [Universidad Politécnica Salesiana]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/8065>
- Garrido Jácome, S. X., & Ortiz Matos, L. (2019). *Estrategia activa de tolerancia a fallas para el control Buck-Boost de micro-redes eléctricas en DC* [Universidad Politécnica Salesiana]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17621>
- Gayatri, M. T. L., Parimi, A. M., & Pavan Kumar, A. V. (2018). A review of reactive power compensation techniques in microgrids. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81(February 2016), 1030–1036. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.08.006>
- Habibi, M. R., Baghaee, H. R., Dragicevic, T., & Blaabjerg, F. (2020). Detection of False Data Injection Cyber-Attacks in DC Microgrids based on Recurrent Neural Networks. *IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics*, XX(XX), 1–1. <https://doi.org/10.1109/jestpe.2020.2968243>
- Hare, J., Shi, X., Gupta, S., & Bazzi, A. (2016). Fault diagnostics in smart micro-grids: A survey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 1114–1124. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.122>
- Hossain, E., Kabalci, E., Bayindir, R., & Perez, R. (2014). Microgrid testbeds around the world: State of art. *Energy Conversion and Management*, 86, 132–153. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2014.05.012>
- John, J., Mwasilu, F., Lee, J., & Jung, J. (2013). AC-microgrids versus DC-microgrids with distributed energy resources : A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 24, 387–405. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.03.067>
- Jouffe, L. (1998). Fuzzy Inference System Learning by Reinforcement Methods. *Ieee Transactions on Systems, Man, and Cybernetics—Part C: Applications and Reviews*, 28(3), 338–355.
- Lee, C. C. (1990). Fuzzy Logic in Control Systems: Fuzzy Logic Controller, Part II. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 20(2), 419–435. <https://doi.org/10.1109/21.52552>
- Mahmoud, M. S., Azher Hussain, S., & Abido, M. A. (2014). Modeling and control of microgrid: An overview. *Journal of the Franklin Institute*, 351(5), 2822–2859. <https://doi.org/10.1016/j.jfranklin.2014.01.016>
- Matos, L. O., Wilson, J., & Sanchez, G. (2016). Reconfiguration Strategy for Fault Tolerance of Power Distribution Systems Using Petri Net. *Ecuador Technical Chapters Meeting (ETCM), IEEE*. <https://doi.org/10.1109/ETCM.2016.7750820>
- Mirsaeidi, S., Dong, X., & Said, D. M. (2018). Towards hybrid AC/DC microgrids: Critical analysis and classification of protection strategies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 90(February 2017), 97–103. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.03.046>

- Olivares, D. E., Mehrizi-Sani, A., Etemadi, A. H., Cañizares, C. A., Iravani, R., Kazerani, M., Hajimiragha, A. H., Gomis-Bellmunt, O., Saeedifard, M., Palma-Behnke, R., Jiménez-Estévez, G. A., & Hatziaargyriou, N. D. (2014). Trends in microgrid control. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 5(4), 1905–1919. <https://doi.org/10.1109/TSG.2013.2295514>
- Ortega, R., Figueres, E., Garcerá, G., Trujillo, C. L., & Velasco, D. (2012). Control techniques for reduction of the total harmonic distortion in voltage applied to a single-phase inverter with nonlinear loads: Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(3), 1754–1761. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.11.027>
- Ortiz, L., Gonz, J. W., Gutierrez, L. B., & Llanes-santiago, O. (2020). A review on control and fault-tolerant control systems of AC / DC microgrids. *Heliyon*, 6(June). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04799>
- Ortiz, L., Orizondo, R., Aguila, A., Gonz, J. W., Isaac, I., & Gabriel, J. L. (2019). Hybrid AC / DC microgrid test system simulation : grid-connected mode. *Heliyon*, 5(August), 21. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02862>
- Ortiz Matos, L., Aguila Tellez, A., Hincapié Reyes, R. C., & González Sanchez, J. . (2017). Multi-Criteria Optimization of the Deployment of a Grid for Rural Electrification Based on a Heuristic Method. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 73(1), 012020. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/73/1/012020>
- Parhizi, S., Lotfi, H., Khodaei, A., & Bahramirad, S. (2015). State of the art in research on microgrids: A review. *IEEE Access*, 3(January), 890–925. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2015.2443119>
- Pilario, K. E. S., & Cao, Y. (2018). Canonical Variate Dissimilarity Analysis for Process Incipient Fault Detection. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 14(12), 5308–5315. <https://doi.org/10.1109/TII.2018.2810822>
- Planas, E., Andreu, J., Gárate, J. I., Martínez De Alegría, I., & Ibarra, E. (2015). AC and DC technology in microgrids: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 43, 726–749. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.11.067>
- Sánchez, J. G. B., & Matos, L. O. (2016). *Estrategia de tolerancia a fallas por condiciones ambientales para IEDS en subestaciones de distribución* [Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/13260>
- Shuai, Z., Fang, J., Ning, F., & Shen, Z. J. (2018). Hierarchical structure and bus voltage control of DC microgrid. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82(2), 3670–3682. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.10.096>
- Taimoor, M., & Aijun, L. (2020). Adaptive strategy for fault detection, isolation and reconstruction of aircraft actuators and sensors. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 38(4), 4993–5012. <https://doi.org/10.3233/jifs-191627>
- Téllez, A., Robayo, A., López, G., Ortiz, L., Isaac, I., & González, J. (2019). Optimal sizing of distribution transformers using exhaustive search algorithm. *2019 FISE-IEEE/CIGRE Conference - Living the Energy Transition (FISE/CIGRE)*. <https://doi.org/10.1109/FISECIGRE48012.2019.8984965>

- Tzeng, G. H., & Huang, J. J. (2011). Fuzzy Sets and Systems: Theory and Applications. In *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications* (Issue Nf).
- Unamuno, E., & Barrena, J. A. (2015a). Hybrid ac/dc microgrids - Part I: Review and classification of topologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *52*, 1251–1259. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.07.194>
- Unamuno, E., & Barrena, J. A. (2015b). Hybrid ac/dc microgrids - Part II: Review and classification of control strategies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *52*, 1123–1134. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.07.186>
- Urgiles Navarrete, F. A., & Ortiz Matos, L. (2020). *Estrategia de identificación dinámica no lineal basada en NARX para fuentes de generación distribuida acopladas electrónicamente a micro – redes AC/DC* [Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18892>
- Xie, H., Tang, H., & Liao, Y. H. (2009). Time series prediction based on narx neural networks: An advanced approach. *Proceedings of the 2009 International Conference on Machine Learning and Cybernetics*, *3*(July), 1275–1279. <https://doi.org/10.1109/ICMLC.2009.5212326>
- Yoldaş, Y., Onen, A., Muyeen, S. M., Vasilakos, A. V., & Alan, İ. (2017). Enhancing smart grid with microgrids: Challenges and opportunities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *72*(June 2016), 205–214. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.064>

# Revisión Sistemática de Literatura sobre Modelos de Gobierno y Gestión de Datos corporativos en el contexto de las Organizaciones

Inés Meriño Fuentes<sup>1</sup>, Wilson Nieto Bernal<sup>2</sup>, J. Javier Samper Zapater<sup>3</sup>

imerino@unimagdalena.edu.co/@uninorte.edu.co; wnieto@uninorte.edu.co;  
jsamper@glup.uv.es

<sup>1</sup> Profesora e Investigadora Universidad del Magdalena-Santa Marta, Estudiante de doctorado Ingeniería de Sistemas y Computación- Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia.

<sup>2</sup> Profesor e Investigador Universidad del Norte, Barraquilla, Colombia.

<sup>3</sup> Profesor e Investigador Universidad de Valencia, Valencia, España.

**Pages: 18-34**

**Resumen:** Se presenta una revisión sistemática sobre modelos de gobierno y gestión de datos en las organizaciones basados en arquitectura empresarial, de tal forma que podamos tener otro estudio actualizado con estos frameworks existentes.

**Metodología:** La captura de información sobre la que se hizo el análisis, se desarrolló mediante un proceso sistemático de estudios de mapeo. **Discusión:** este artículo amplía la literatura y resultados anteriores, al complementar revisiones sistemáticas, en este mismo contexto temático. Es importante destacar que "...la abundancia de información muchas veces se convierte en un problema a la hora de almacenarla y procesarla de manera eficiente. Cuando la información no se gestiona bien pueden ocurrir serios problemas y muy en especial ocurre un proceso lento en la toma de decisiones y lo que es peor, puede dar lugar a decisiones equivocadas. Es por ello que resulta muy importante saber cómo y dónde se organiza la información" (Estrada, 2014)

**Palabras-clave:** Gobierno de datos, gestión de datos, Arquitectura Empresarial (AE), Modelo de Madurez

## *Systematic Literature Review on Corporate Governance and Data Management Models in the context of Organizations*

**Abstract:** A systematic review on governance and data management models in organizations based on enterprise architecture is presented, so that we can have another study updated with these existing frameworks. **Methodology:** The information capture on which the analysis was made, was developed through a systematic process of mapping studies. **Discussion:** this article expands on the previous literature and results, by complementing systematic reviews, in this same thematic context. It is important to note that "... the abundance of information often becomes a problem when it comes to storing and processing it efficiently. When

information is not managed well, serious problems can occur and, in particular, a slow decision-making process occurs and what is worse, it can lead to wrong decisions. That is why it is very important to know how and where the information is organized “ (Estrada, 2014)

**Keywords:** Data governance, data management, Enterprise Architecture (EA); Maturity Model.

## 1. Introducción

Una revisión sistemática se esfuerza por identificar exhaustivamente y localizar toda la literatura disponible sobre un tema, al tiempo que describe una clara y completa metodología. Es por ello que se seleccionado como ruta que marca el presente cuyo tema principal son los frameworks de gobierno y gestión de ecosistemas de datos corporativos en las organizaciones.

Por tanto, se analizará la existencia de sistemas de gobierno y gestión de ecosistemas de datos en el contexto de las organizaciones basado en Arquitectura Empresarial (AE), que apoyan la administración de los procesos y toma de decisiones efectiva mediante su uso, su puesta en marcha y su evaluación, ésta última mediante modelos de madurez.

Las organizaciones actuales se enfrentan a desafíos, retos y tendencias relacionadas con la gobernanza y gestión de los ecosistemas de datos; así como a una serie de problemas con sus clientes, cuando estos hacen uso de Tecnología de Información (TI) existente (Henkel et al., 2017).

Así mismo, en las organizaciones los volúmenes de información, su variación, su velocidad, su veracidad, su volatilidad que fluyen permanentemente, implican desplegar modelos de gestión y gobierno robustos, ya que ésta llega a convertirse más que en un activo, en una gran extensión de información con poca o escasa utilidad, cuando no se le da el tratamiento adecuado. El Gobierno de datos permite afrontar la calidad, la seguridad de los datos (DS) y gestión de datos maestros (MDM) para cumplir los objetivos operativos de dichas organizaciones.

El resultado de este trabajo sirve como complemento a otras publicaciones de la misma naturaleza y se tiene un estudio actualizado.

El artículo está distribuido de la siguiente manera: Sección 1: Introducción, la Sección 2: Metodología, Sección 3: Marco teórico, Sección 4: Resultados de la revisión de la Literatura, 4. Conclusión y 5. Referencias.

## 2. Metodología

Como soporte conceptual al presente trabajo se llevó a cabo una revisión sistemática de la literatura (RSL) sobre el tema. Estas búsquedas se hicieron entre octubre de 2020 y enero de 2021.

### 2.1. Definición de preguntas de investigación

La primera etapa fue la definición de las preguntas de investigación relacionada con la RSL. El objetivo de este estudio es conocer que modelos de gobiernos y gestión de

datos corporativos en el contexto de las organizaciones existen y sus correspondientes modelos de madurez. Por tanto, surge la pregunta: *¿Qué investigaciones o trabajos sobre modelos y herramientas de gestión de gobierno de ecosistemas de datos, con su correspondiente modelo de madurez existen actualmente?*

## 2.2. Realización de la búsqueda

La búsqueda de todos los artículos científicos relevantes sobre el objetivo del trabajo, se hizo de la siguiente manera:

Se hizo una búsqueda piloto, donde se probó inicialmente las posibles palabras claves como *enterprise architecture*; *data governance*; *maturity model applied to data management*. Finalmente, se utilizaron las siguientes palabras “*framework or data governance and management framework*”; “*enterprise architecture and data governance*”; “*maturity model in information technology or maturity model applied to corporate data management*”, las cuales mostraban resultados adecuados para el objeto de estudio.

Después de diseñar y probar el protocolo de búsqueda, elegimos las bases de datos (BD) científicas: 1) IEEE Xplore, 2) Scopus y 3) Web of Science. Las búsquedas se realizaron entre los meses de octubre- noviembre del año 2020 para la primera BD y de diciembre-enero de 2021 para las dos (2) siguientes. Se seleccionaron artículos revisados por pares y publicados en revistas de alto impacto relacionadas con el tema de investigación.

## 2.3. Revisión de documentos relevantes

Se inició la búsqueda bibliográfica con la BD IEEE Xplore relacionadas con los temas antes mencionados, se obtuvieron 1027 registros, de los cuales 92 estaban duplicados, tomando como campo de análisis el DOI, quedando 935 registros. Previo a ello, los resultados de las búsquedas se organizaron en un archivo de Microsoft Excel para facilitar la gestión de la información.

Luego se hizo un proceso inspirado en Dybåand Dingsøyr (2008) en la segunda fase de selección, examinamos los artículos en función de sus títulos. Para ellos quedaron registros de los artículos que tenía en su título el o los términos, **framework**, **architecture** y **maturity** quedando 309 registros.

Para el caso de las BD Scopus y Web of Science las búsquedas se realizaron aplicando en paralelo, el filtro relacionado con los términos antes mencionados que debían aparecer en el título, obteniéndose 99 registros, de los cuales se eliminaron 13 duplicados, quedando 86 registros.

Luego del resultado que se produjo con las búsquedas en las tres (3) BD se obtuvieron 395 registros, a los cuales se procedió a revisar nuevamente si había duplicidad, resultando 2 registros duplicados, los cuales fueron eliminados, quedando 393.

Una vez se tuvieron estos 393 registros, el siguiente filtro consistió en realizar una lectura de los abstracts para analizar cuáles de ellos guardaban cierta relación con la investigación objeto del presente trabajo. Este resultado permitió obtener el número de artículos que se analizarían en detalle, mediante una lectura detallada.

De la lectura de los 393 abstracts, se identificó que 60 (15,27%) de los abstracts guardaban relación y 333 (84,73%) no guardaban relación con la investigación. Luego de ello se procedió a la lectura completa de los 60 artículos, para corroborar el correspondiente aporte.

Realizada la lectura detallada de los 60 artículos se identificó realmente que 39 (65%) de ellos, aportaban a los objetivos del presente trabajo, así como también se logró identificar que la investigación presentada en el artículo correspondía a un *estudio, diseño, aplicación o una nueva propuesta* de Frameworks y Modelos de Madurez de Gobierno y Gestión de Datos.

### 3. Marco teórico

#### 3.1. Arquitectura Empresarial en las Organizaciones

“La mayoría de las organizaciones del siglo XXI dependen de manera crítica de la tecnología de la información (TI) en sus operaciones diarias”(Kotusev, 2018)

Hay que notar, que las organizaciones modernas representan sistemas socio-técnicos muy complejos que consisten en actores humanos, procesos de negocios y diversos sistemas de TI que interactúan unidos por un propósito y objetivos comunes (Scott, 2009).

Además, en las organizaciones se utiliza a menudo un conjunto de documentos especiales para facilitar la comunicación entre diferentes grupos de actores relevantes, mejorar la planificación de los sistemas de información y, por tanto, lograr la alineación comercial y de TI. Estos documentos especiales se denominan colectivamente Arquitectura Empresarial (AE). (Schlosser et al., 2015)

La AE es una herramienta estratégica para definir la estructura general y el funcionamiento de una organización. Comprende múltiples puntos de vista, incluido negocios, aplicaciones, información y tecnología, que permiten a las organizaciones comprender su estado actual y promover un modelo de tecnología de la información (TI) futuro deseable (McKinsey, 2018).

#### 3.2. Dominio de datos en la Arquitectura Empresarial

Diariamente, los empleados de una organización utilizan datos. Ciertos tipos de datos pueden ser utilizados en toda la empresa y otros podrían ser utilizados solamente a nivel local dentro de un departamento o una línea de negocio (LOB). (Godinez et al., 2010).

Según, (Godinez et al., 2010) los dominios de datos son los siguientes:

1. **Dominio de metadatos:** información que describe las características de cada elemento activo de datos corporativos y otras entidades.
2. **Dominio de Datos Maestros:** son instancias de datos que describen las entidades comerciales principales, como datos de clientes o productos.
3. **Dominio de Datos Operativos o transaccionales:** conocido como datos de captura de datos transaccionales, que se derivan de transacciones comerciales.

4. **Dominio de datos no estructurado:** conocido como contenido, generalmente administrado por una aplicación de administración de contenido empresarial.
5. **Dominio de datos analíticos:** generalmente se deriva de la transformación de los sistemas operativos para abordar los requisitos específicos de las aplicaciones de soporte de decisiones.

Adicional a los dominios; en La Tabla 1 se muestran los criterios de clasificación del modelo conceptual de datos de un framework de arquitectura empresarial.

Criterio de clasificación	Tipo de Dato
<b>Formato</b>	Datos estructurados
	Datos no estructurados
<b>Propósito</b>	Operativo
	Analítico
	De los metadatos
	De los datos maestros
<b>Alcance de Integración</b>	Local
	De toda la empresa
	Entre empresas
<b>Precisión</b>	Es una medida que indica el nivel de cumplimiento que tiene un dato almacenado con su valor real. influye significativamente en el nivel de datos confiables Los datos inexactos a menudo se consideran datos incorrectos porque afectan negativamente el éxito empresarial.
	Hay disponibles varias medidas y técnicas
<b>Integridad</b>	La integridad de los datos está determinada por el grado en que contienen todos los atributos, entidades y valores relevantes para representar el objeto que describe en el mundo real.
<b>Coherencia</b>	Si busca la misma entidad de datos en varias aplicaciones, el valor específico se considera consistente si y solo si recibe los mismos valores para todos los atributos de esta entidad de datos de las diversas aplicaciones.
<b>Puntualidad</b>	Propagación de cambios.
	Frescura de los datos.
<b>Relevancia</b>	Esta medida indica el grado en que los datos satisfacen la necesidad del consumidor de datos.
<b>Confianza</b>	los datos cumplen con los niveles adecuados en cuanto a precisión, integridad, consistencia, oportunidad y relevancia.

Fuente: Construido por los autores a partir de (Godinez et al., 2010)

Tabla 1 – Clasificación del modelo conceptual de datos en la Arquitectura Empresarial

### 3.3. Gobierno y Gestión de Datos en las Organizaciones

Para (Jarnagin & Hammond, 2018) “gobernanza” se define en congruencia con el gobierno corporativo con respecto a los derechos de decisión: quién posee qué decisiones y en qué nivel con respecto a la gestión de datos maestros.

### 3.3.1. Gobierno de Datos

Para (Pearce, 2017) **Gobernanza** son “... estructuras y procesos que están diseñados para garantizar la rendición de cuentas, la transparencia, la capacidad de respuesta, el estado de derecho y la estabilidad ...”

Lo anterior es reafirmado por (Wangel, 2011), para quien el término gobernanza abarca tanto la estructura (actores y organización) como el proceso (esfuerzos por alcanzar un fin deseado) de gobernar.

La **gobernanza de datos** es el componente central de la gestión de datos. (Maulina & Ruldeviyani, 2019) y “es cada vez más importante desde las perspectivas del actuario y gestión de riesgos, así como la necesidad que las organizaciones revisen el enfoque actual y el de los datos; reorganicen y desarrollen un nuevo enfoque que considere la legislación y reglamentaciones que hayan surgido.” (Zeki Önal, 2018)

Por su parte (Otto, 2011) indica que la. Gobernanza de Datos es el ejercicio de definir el planeamiento, supervisión y cumplimiento de la gestión de la información (Mosley *et al.*, 2010), lo que incluye definir la organización, las políticas, los roles y sus responsabilidades, y el proceso de toma de decisiones e implicaciones que conlleva manejar datos como un activo dentro de la compañía o sector

Dentro de esta perspectiva, la gobernanza de datos es uno de los mayores desafíos para la gobernanza corporativa porque muchas juntas ignoran el riesgo que representa la mala gestión de los datos”. (Pearce, 2017).

En ese sentido se comprende el enfoque estratégico del gobierno de la información para la gestión de toda la información empresarial desde la creación hasta la disposición final y guía a las organizaciones para controlar los costos y eliminar los riesgos de manera más efectiva. (Ahmad & Baharin, 2019) puesto que “El gobierno corporativo mitiga parte de este riesgo mediante la gestión de riesgos empresariales (ERM) dentro del pilar de riesgo, mientras que el gobierno de datos mitiga parte de este riesgo por medio de las políticas, procedimientos, estándares, pautas y herramientas utilizadas para realizar y evaluar diversas características de los datos. activo y para garantizar el cumplimiento de las políticas de la empresa con fines de auditoría”. (Pearce, 2017).

#### 3.1.2. Gestión de datos

La **Gestión de Datos** es el conjunto de procesos, disciplinas y prácticas usadas para gestionar la información creada a través de la ejecución de procesos de negocios administrados por medio de aplicaciones y manejo de la información como un activo de la corporación (Chaki, 2015).

Mientras que para (Voß & Gutenschwager, 2001), la gestión de datos abarca el planeamiento, compra, procesamiento, distribución y transmisión de la información como un recurso para la preparación y apoyo de los procesos de toma de decisiones.

Según (Dama, 2007) las funciones de la Gestión de Datos están relacionadas con:

- Gobierno de Datos
- Arquitectura, Análisis y Diseño de Datos

- Gestión de la Base de Datos
- Gestión de la Seguridad de los Datos
- Gestión de la Calidad de los Datos
- Gestión de Datos de Referencia y Maestros
- Gestión del Almacenamiento de Datos e Inteligencia de Negocio
- Gestión de Documentos, Registro y Contenido
- Gestión de Metadatos”

Y para administrar los datos, se requiere de la **arquitectura de datos** que es un modelo para administrarlos en una organización, que contiene, la recopilación y controles de acceso de datos específicos, los mecanismos de gobernanza de datos, los bucles de seguridad de datos y otras políticas para administrar los datos y para garantizar que los profesionales de datos organizacionales tengan acceso de alta calidad. (Gosh, 2019).

#### 4. Resultados de la Revisión Sistemática de Literatura (RSL)

Los resultado de las lecturas realizadas a los 60 artículos, se plasman en la Tabla 2 y Tabla 3, donde se relacionan investigaciones específicas sobre framework o marco de gobierno y gestión de datos; Arquitectura empresarial y gobierno de datos; Modelo de madurez en tecnología informática o modelo de madurez aplicada a la gestión de datos corporativos.

Framework asociado con	Título del Documento	Autores
<b>Uso del Framework: Aplicación</b>		
COBIT 5 e ISO 38500	Evaluation of IT Governance Implementation Using COBIT 5 Framework and ISO 38500 at Telecommunication Industries	(Rama et al., 2020)
Gestión de Datos (Calidad de Datos)	A data quality framework applied to e-government metadata: A prerequisite to establish governance of interoperable e-services	(Myrseth et al., 2011)
Gobierno Integrado de TI	IT Governance Maturity and IT Outsourcing Degree: An Exploratory Study	(Dahlberg & Lahdelma, 2007)
Aplicación	Capability level assessment of IT governance in PTP Mitra Ogan: COBIT 5 framework for BAI 04 process	(Sandfreni & Adikara, 2017)
<b>Uso del Framework: Estudio</b>		
Descomponer el problema de alineación de TI / negocio en cualidades tangibles para negocios, sistemas de TI y gobierno de TI	Enterprise Architecture Meta Models for IT/ Business Alignment Situations	(Saat et al., 2010)
Gobierno y Gestión de datos	The Maturity and Efficiency of IT Governance Processes Based on Cobit 5: A Case of a Health Sector Organization in Portugal	(Sebastião & Rodriguez, 2019)
Gobierno y Gestión de datos	Data Governance and Data Architecture for the Ministry of Foreign Affairs of the Republic of Indonesia	(Maulina & Ruldeviyani, 2019),
Impacto del Gobierno de Datos en las Organizaciones Iraníes	Examining the Relationship between IT Governance Domains, Maturity, Mechanisms, and Performance: An Empirical Study toward a Conceptual Framework	(Alagha, 2013)

<b>Framework asociado con</b>	<b>Título del Documento</b>	<b>Autores</b>
Gobernanza de datos (esencia de los datos)	Data Governance Frameworks and Change Management	(Egelstaff & Wells, 2013)
Gobernanza y desafíos en las organizaciones basada en datos en una economía digital	Towards an understanding of data work in context: Emerging issues of economy, governance, and ethics	(Foster, 2016)
Gobierno de TI basado en AE como soporte a un modelo corporativo	Corporates governance: a complementary model for multi frameworks and tools	(Fouad, 2019)
Gestión de datos (Implementar de manera exitosa en una organización)	EXPERIENCE: Succeeding at Data Management-BigCo Attempts to Leverage Data	(Aiken, 2016)
<b>Uso del Framework: Nuevo o Propuesto</b>		
Gobierno o Gobernanza de TI	Referent framework to government of IT using standards: COBIT 5 and ISO 38500	(Quezada-Sarmiento et al., 2017)
Gestión de Datos denominado "EdgeMediChain"	EdgeMediChain: A Hybrid Edge Blockchain-Based Framework for Health Data Exchange	(Akkaoui et al., 2020)
Gobernanza de Datos ( Intelligent Government Scheme Advisor (IGoSA))	IGoSA "A novel framework for analysis of and facilitating government schemes	(Mohanty et al., 2015)
Gestión y Gobernanza de datos	Designing Data Governance Structure Based On Data Management Body of Knowledge (DMBOK) Framework: A Case Study on Indonesia Deposit Insurance Corporation (IDIC)	(Aisyah & Ruldeviyani, 2018)
Gestión de Datos (Calidad de Datos)	A Framework for the Development of the Business Case for the Introduction of Data Quality Program Linked to Corporate KPIs & Governance	(Masayna & Koronios, 2009)
Gestión de Datos	Big data framework for national E-governance plan	(Rajagopalan & Vellaipandiyam, 2013),
Gobernanza(Subcontratación)	A Unified Framework for Outsourcing Governance	(Meng et al., 2007),
Gobierno o Gobernanza de TI	An IT governance framework for achieving the development of academic programme in higher institutions: A case of Universiti Malaysia Sarawak (UNIMAS)	(Musa et al., 2014)
Gobernanza	A context-aware framework for health care governance decision-making systems: A model based on the Brazilian Digital TV	(Oliveira et al., 2010)
Framework de Gobernanza (Vocational University)	Proposed model of Vocational University Governance and measurement model by utilizing the ISO 38500 framework and COBIT 5 enabler	(Nugroho & Surendro, 2013)
Marco metodológico de gestión de datos(crear valor basado en datos)	Implementing Data Strategy: Design Considerations and Reference Architecture for Data-Enabled Value Creation	(Balakrishnan et al., 2020)

Fuente: elaboración propia a partir de los autores

Tabla 2 – Investigaciones Relacionadas con Arquitectura Empresarial y Gestión de Datos

<b>Modelo de Madurez</b>	<b>Título del Documento</b>	<b>Autores</b>
<b>Uso del Modelo de Madurez: Aplicación</b>		
COBIT 5 e ISO 38500	Implementation of COBIT 5 Framework for Academic Information System Audit Perspective: Evaluate, Direct, and Monitor	(Murad et al., 2018)
COBIT 5 e ISO 38500	IT governance evaluation on educational institutions based on COBIT 5.0 framework	(Darmawan & Wella, 2017)
COBIT 5 e ISO 38500	Evaluation of IT Governance on Core Banking System Development Project Using Framework COBIT 5: Case Study at PT Bank KEB Hana Indonesia	(Aprilia et al., 2018)
Medición de la Madurez del Gobierno de Datod	Data Governance Maturity Assessment: A Case Study in IT Bureau of Audit Board	(Kurniawan et al., 2019)
COBIT 5	Assessment of Information Technology Governance Capability Levels and Recommendations Based on COBIT 5 Framework in PT Pertamina Geothermal Energy	(Yudistiro et al., 2020)
COBIT 5	The governance measurement of information system using framework COBIT 5 in Automotive Company	(Harefa & Legowo, 2017)
Modelo de Medición	Evaluation of the governance of information technology at Pertamina's Central Hospital used Framework COBIT 5	(Credo et al., 2014)
COBIT	Evaluation of Information Technology Governance in STMIK Mikroskil Using COBIT 5 Framework	(Nyonawan et al., 2018)
COBIT	Information technology governance evaluation and processes improvement prioritization based on COBIT 5 framework at secretariat general of the Indonesian house of representatives	(Susanti & Sucahyo, 2016)
Modelo de Medición	Capability level assessment of IT governance in PTP Mitra Ogan: COBIT 5 framework for BAI 04 process	(Sandfreni & Adikara, 2017)
<b>Uso del Modelo de Madurez: Aplicación: Estudio</b>		
Modelo de Madurez de Capacidad	Re-Engineering IT Internal Controls: Applying Capability Maturity Models to the Evaluation of IT Controls	(Debreceny, 2006)
CMMI e ISO (Comparativo)	How ISO 9001 Compares with the CMM	(Paulk, 2011)
CMMI	EXPERIENCE: Succeeding at Data Management-BigCo Attempts to Leverage Data	(Aiken, 2016)
<b>Uso del Modelo de Madurez: Nuevo o Propuesto</b>		
Medición de la madurez de la calidad de los datos	Data Quality Management Maturity Model: A Case Study in BPS-Statistics of Kaur Regency, Bengkulu Province, 2017	(Sabtiana et al., 2018)
Medición de la madurez de datos abiertos	An Open Government Data Maturity Model : A Case Study in BPS-Statistics Indonesia	(Rahmatika et al., 2019)
Medición de la Madurez de TI	A New Management Framework for IT	(Costello, 2010)
Modelo de Madurez de Gobierno Electrónico	Developing E-government maturity framework based on COBIT 5 and implementing in city level: Case study Depok city and South Tangerang city	(Anza et al., 2017)

Modelo de Madurez	Título del Documento	Autores
Modelo de Medición Framework de Gobernanza (Vocational University)	Proposed model of Vocational University Governance and measurement model by utilizing the ISO 38500 framework and COBIT 5 enabler	(Nugroho & Surendro, 2013)
Matriz de madurez de gestión y administración de datos de WGISS	Lessons from a Marine Spatial Planning data management process for Ireland	(Flynn et al., 2020)

Fuente: elaboración propia a partir de los autores

Tabla 3 – Investigaciones Relacionadas con Modelos de Madurez de Gobierno y Gestión de Datos

Entre otras, investigaciones, relacionadas de manera general con el tema objeto de estudio del presente trabajo de RSL se presentan siguientes:

(Hui et al., 2019) diseñaron una Plataforma de Intercambio de Recursos de Datos (DRSEP) para resolver la demanda de datos integrales de la Gestión Pública de la Ciudad (CPM). El DRSEP se implementa, prueba, aplica y evalúa en una ciudad con una población de 2,19 millones en el oeste de China.

(L. Li et al., 2017) muestran uno de los primeros estudios de caso (Centro Chino para el Control y la Prevención de Enfermedades) donde documentan el valor de la arquitectura de TI adecuada en las organizaciones públicas, generalmente caracterizada por la burocracia y la rigidez.

(Rouhani et al., 2015), desarrollaron una revisión sistemática de literatura, sobre la implementación de metodología de AE, donde incluyeron luego de recuperado 669 documentos, 46 para el estudio.

(Guerra et al., 2013) propusieron un lenguaje de patrones y una arquitectura de referencia para mejorar la estructura interna de la organización a partir de un framework o marco basados en metadatos, proporcionándoles un entorno más flexible, estructura intercambiable.

(Mohamed et al., 2012) presentan un trabajo que proporciona un referente para la comparación y evaluación de los Framework o marcos de AE disponibles para ser adoptados por e-gobierno, este trabajo ayuda a los arquitectos en la selección del marco apropiado al desarrollar una arquitectura empresarial, e incluso si hay un marco seleccionado antes, la evaluación ayudará a los arquitectos a comprender su capacidad para responder a cambios y alcanzar los objetivos comerciales.

(Rastogi & von Solms, 2006) hicieron una revisión de literatura sobre gobierno corporativo, gobierno de TI y seguridad de gobernanza de la información para identificar sus componentes ... El trabajo define seguridad de la gobernanza de la información, además incluye identificación y tratamiento de todos aquellos aspectos importantes que deben tenerse en cuenta para gobernar adecuadamente la seguridad de la información en una organización.

Otro tema de interés en el área de la AE es el desarrollo de metodologías que permitan **evaluar la AE de una organización**.

(Lakhrouit & Baina, 2016) establecen un método para evaluar el logro de agilidad de diferentes escenarios TO-BE y utilizar diferentes componentes de complejidad de la arquitectura empresarial a la arquitectura IGA.

(Andersen et al., 2015) proponen un enfoque para evaluar la eficacia de la AE. Propone un enfoque de abajo hacia arriba (bottom-up approach) en donde las medidas se derivan de estudios empíricos de la práctica de la AE. Andersen pone en práctica su enfoque analizando el caso de una Universidad en Dinamarca, en la cual las facultades venían operando como Silos, cada una con un sistema de información y unos objetivos estratégicos independientes, y se procedió a buscar la unificación de estos departamentos.

(Javanbakht et al., 2009) buscan métodos automatizados para realizar esta valoración. Proponen un sistema multi-agente para determinar el estado de la AE en una organización. El sistema propuesto comienza con un enfoque de arriba hacia abajo para identificar los principales componentes de la AE y luego utiliza un enfoque de abajo hacia arriba para evaluar la arquitectura de acuerdo con la significancia de cada componente para la misión y metas organizacionales.

En lo que respecta a **sistemas de gestión de datos** se referencian las siguientes investigaciones:

(Gharaibeh et al., 2017) proporcionan una perspectiva centrada en los datos, que describe las técnicas fundamentales de gestión de datos para garantizar la coherencia, interoperabilidad, granularidad y reutilización de los datos generados por el IoT subyacente para las ciudades inteligentes.

(G. Li et al., 2016) muestran como la gestión de datos de crowdsourcing se ha convertido en un área de creciente interés en la investigación y la industria. Identificamos tres problemas importantes en la gestión de datos de crowdsourcing. (1) Control de calidad: los trabajadores pueden devolver resultados ruidosos o incorrectos; (2) Control de costos: la multitud no es libre; (3) Control de latencia: los trabajadores humanos pueden ser lentos.

(Tuti et al., 2015) ofrecen un marco de gestión de datos clínicos (MDL) relativamente económico dentro de un entorno de bajos ingresos cuyo objetivo es proporcionar datos pediátricos de calidad. .

(Zhang et al., 2015) presentan una revisión exhaustiva de una amplia gama de sistemas y propuestas de gestión y procesamiento de datos en memoria, incluidos sistemas de almacenamiento de datos y marcos de procesamiento de datos.

## Conclusión

De acuerdo con la literatura revisada se observa que solo el 6% de los artículos analizados están relacionados específicamente con Frameworks de Gobierno y Gestión de Datos (Tabla 2) y el 5% con Modelos de Madurez de Gobierno y Gestión de Datos (Tabla 3).

## Referencias

- Ahmad, A., & Baharin, S. (2019). Dark Data Management as frontier of Information Governance. 2019 IEEE 9th Symposium on Computer Applications & Industrial Electronics (ISCAIE), 34–37.
- Aiken, P. (2016). Experience: Succeeding at data management-BigCo attempts to leverage data. *Journal of Data and Information Quality*, 7(1–2), 1–35. <https://doi.org/10.1145/2893482>
- Aisyah, M., & Ruldeviyani, Y. (2018). Designing Data Governance Structure Based On Data Management Body of Knowledge ( DMBOK ) Framework : A Case Study on Indonesia Deposit Insurance Corporation ( IDIC ). 307–312.
- Akkaoui, R., Hei, X., & Cheng, W. (2020). EdgeMediChain : A Hybrid Edge Blockchain-Based Framework for Health Data Exchange. 113467–113486. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3003575>
- Alagha, H. (2013). Examining the Relationship between IT Governance Domains , Maturity , Mechanisms , and Performance : An Empirical Study toward a Conceptual Framework. 767–772. <https://doi.org/10.1109/ITNG.2013.122>
- Andersen, P., Carugati, A., & Sorensen, M. G. (2015). Exploring Enterprise Architecture Evaluation Practices: The Case of a Large University. 2015 48th Hawaii International Conference on System Sciences, 4089–4098. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2015.491>
- Anza, F. A., Sensuse, D. I., & Ramadhan, A. (2017). Developing E-Government Maturity Framework Based on COBIT 5 and Implementing in City Level : Case Study Depok City and South Tangerang City. September, 19–21.
- Aprilia, V. R., Harisno, & Kusumawardhana, V. H. (2018). Evaluation of IT Governance on Core Banking System Development Project Using Framework COBIT 5 : Case Study at PT Bank KEB Hana Indonesia. 233–239.
- Balakrishnan, R., Das, S., & Chattopadhyay, M. (2020). Implementing Data Strategy: Design Considerations and Reference Architecture for Data-Enabled Value Creation. *Australasian Journal of Information Systems*, 24, 1–27. <https://doi.org/10.3127/ajis.v24i0.2541>
- Chaki, S. (2015). *Enterprise Information Management in Practice*. ISBN 9781484212196.
- Costello, T. (2010). A New Management Framework for IT. 61–64.
- Credo, J., Fitroh, & Ratnawati, S. (2014). Evaluation of the Governance of Information Technology at Pertamina 's Central Hospital Used Framework Cobit 5. 17–20.
- Dahlberg, T., & Lahdelma, P. (2007). IT governance maturity and IT outsourcing degree: An exploratory study. *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, 1–10. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2007.306>
- Dama. (2007). *Marco de Trabajo Funcional Versión 2.0*. Dama. [https://dama.org/sites/default/files/download/DI\\_DAMA\\_DMBOK\\_es\\_v2\\_o.pdf](https://dama.org/sites/default/files/download/DI_DAMA_DMBOK_es_v2_o.pdf).

- Darmawan, D. Z., & Wella. (2017). IT Governance Evaluation on Educational Institutions based on COBIT 5.0 Framework. 5–10.
- Debreceny, R. S. (2006). Re-engineering IT Internal Controls : Applying Capability Maturity Models to the Evaluation of IT Controls. 00(C), 1–10.
- Egelstaff, R., & Wells, M. (2013). Data governance frameworks and change management. *Health Information Governance in a Digital Environment*, 108–119. <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-291-2-108>
- Flynn, S., Meaney, W., Leadbetter, A. M., Fisher, J. P., & Nic Aonghusa, C. (2020). Lessons from a Marine Spatial Planning data management process for Ireland. *International Journal of Digital Earth*, 14(2), 1–19. <https://doi.org/10.1080/17538947.2020.1808720>
- Foster, J. (2016). Towards an understanding of data work in context: Emerging issues of economy, governance, and ethics. *Library Hi Tech*, 34(2), 182–196. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1108/LHT-12-2015-0121>
- Fouad, F. (2019). Corporates governance: a complementary model for multi frameworks and tools. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 8(1), 294–299. <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2019/5181.12019>
- Gharaibeh, A., Salahuddin, M. A., & Sayed, J. (2017). Smart Cities : A Survey on Data Management , Security and Enabling Technologies. X(X), 1–55. <https://doi.org/10.1109/COMST.2017.2736886>
- Godinez, M., Hechler, E., Koenig, K., Lockwood, S., Oberhofer, M., & Schroeck, M. (2010). *The Art of Enterprise Information Architecture* (I. Press (ed.); Pearson Ed). [http://www.amazon.ca/The-Enterprise-Information-Architecture-Systems-Based/dp/0137035713/ref=dp\\_return\\_?ie=UTF8&n=916520&s=books%5Cnhttp://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16135777](http://www.amazon.ca/The-Enterprise-Information-Architecture-Systems-Based/dp/0137035713/ref=dp_return_?ie=UTF8&n=916520&s=books%5Cnhttp://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16135777)
- Gosh, P. (2019). Data Architecture Trends in 2019. <https://www.dataversity.net/data-architecture-trends-in-2019/>
- Guerra, E., Alves, F., Kulesza, U., & Fernandes, C. (2013). A reference architecture for organizing the internal structure of metadata-based frameworks. *Journal of Systems and Software*, 86(5), 1239–1256. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2012.12.024>
- Harefa, K., & Legowo, N. (2017). NoThe governance measurement of information system using framework COBIT 5 in Automotive Company. 1–6. <https://doi.org/10.1109/COMCOM.2017.8167104>
- Henkel, M., Perjons, E., & Sneiders, E. (2017). Examining the potential of language technologies in public organizations by means of a business and IT architecture model. *International Journal of Information Management*, 37(1), 1507–1516. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2016.05.008>
- Hui, H., Mclernon, D., Kingdom, U., & Zaidi, A. (2019). Innovation Research in City Public Management Based on a Data Resource Sharing Exchange Platform.

- Jarnagin, C., & Hammond, S. (2018). Cybersecurity vs. Master Data Management, ISACA Journal Volume 3. ISACA Journal Volume 3. <https://www.isaca.org/Journal/archives/2018/Volume-3/Pages/cybersecurity-vs-master-data-management.aspx>
- Javanbakht, M., Pourkamali, M., & Feizi, M. (2009). A new method for enterprise architecture assessment and decision-making about improvement or redesign. 4th International Multi-Conference on Computing in the Global Information Technology, ICCGI 2009, 69–76. <https://doi.org/10.1109/ICCGI.2009.18>
- Kotusev, S. (2018). *The Practice of Enterprise Architecture: A Modern Approach to Business and IT Alignment* (SK Publish).
- Kurniawan, D., Ruldeviyani, Y., Adrian, M., Handayani, S., Pohan, M., & Khairunnisa, R. (2019). Data Governance Maturity Assessment : A Case Study in IT Bureau of Audit Board. August, 629–634.
- Lakhrouit, J., & Baina, K. (2016). Evaluating enterprise architecture complexity using fuzzy AHP approach: Application to university information system. Proceedings of IEEE/ACS International Conference on Computer Systems and Applications, AICCSA, 2016-July. <https://doi.org/10.1109/AICCSA.2015.7507211>
- Li, G., Wang, J., & Franklin, M. J. (2016). Crowdsourced Data Management : A Survey. 4347(c). <https://doi.org/10.1109/TKDE.2016.2535242>
- Li, L., Du, K., Xin, S., & Zhang, W. (2017). Creating value through IT-enabled integration in public organizations: A case study of a prefectural Chinese Center for Disease Control and Prevention. *International Journal of Information Management*, 37(1), 1575–1580. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2016.07.002>
- Masayna, V., & Koronios, A. (2009). A Framework for the Development of the Business Case for the Introduction of Data Quality Program Linked to Corporate KPIs & Governance. 238–243. <https://doi.org/10.1109/COINFO.2009.56>
- Maulina, J., & Ruldeviyani, Y. (2019). Data Governance and Data Architecture for the Ministry of Foreign Affairs of the Republic of Indonesia. Proceedings of 2019 International Conference on Information Management and Technology, ICIMTech 2019, August, 409–414. <https://doi.org/10.1109/ICIMTech.2019.8843766>
- McKinsey. (2018). *Enterprise Architecture as a Digital Transformation Facilitator: 2018 Results From EA Survey*.
- Meng, F. J., He, X. Y., Yang, S. X., & Ji, P. (2007). A Unified Framework for Outsourcing Governance. 1–8.
- Mohamed, M. A., Galal-Edeen, G. H., Hassan, H. A., & Hasanien, E. E. (2012). An evaluation of enterprise architecture frameworks for E-government. Proceedings - ICCES 2012: 2012 International Conference on Computer Engineering and Systems, 255–260. <https://doi.org/10.1109/ICES.2012.6408524>
- Mohanty, S., Mishra, A., & Panda, D. (2015). IGoSA - A Novel Framework for Analysis of and Facilitating Government Schemes. 290–295.

- Mosley, M., Brackett, M., Earley, S., & Henderson, D. (2010). *The DAMA Guide to The Data Management Body of Knowledge (DAMA-DMBOK Guide)*. ISBN:9781935504023.
- Murad, D., Fernando, E., Irsan, M., Kosala, R., Ranti, B., & Supangkat, B. (2018). *Implementation of COBIT 5 Framework for Academic Information System Audit Perspective : Evaluate , Direct , and Monitor*. 102–107.
- Musa, N., Abang Ibrahim, D., Bolhassan, N., Abdullah, J., N. Kulathuramaiyer, N., & Khairuddin, M. (2014). An IT governance framework for achieving the development of academic programme in higher institutions: A case of Universiti Malaysia Sarawak (UNIMAS). *The 5th International Conference on Information and Communication Technology for The Muslim World (ICT4M)*, 0–5. <https://doi.org/10.1109/ICT4M.2014.7020673>
- Myrseth, P., Stang, J., & Dalberg, V. (2011). A data quality framework applied to e-government metadata: A prerequisite to establish governance of interoperable e-services.
- Nugroho, H., & Surendro, K. (2013). *Proposed Model of Vocational University Governance and Measurement Model by Utilizing The ISO 38500 Framework And COBIT 5 Enabler*.
- Nyonawan, M., Suharjito, & Utama, D. (2018). *Evaluation of Information Technology Governance in STMIK Mikroskil Using COBIT 5 Framework*. September, 137–142.
- Oliveira, M., Hairo, C., Andrade, O., Moura, R., Scotte, C., Denis, J. L., Fernandes, S., Gensel, J., Bringel, J., & Martin, H. (2010). A context-aware framework for health care governance decision-making systems: A model based on the Brazilian digital TV. *2010 IEEE International Symposium on “A World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks”, WoWMoM 2010 - Digital Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/WOWMOM.2010.5534979>
- Otto, B. (2011). *A Morphology of the Organisation of Data Governance*. ECIS Proceedings. ISBN 9783834814531.
- Paulk, M. (2011). *HOW ISO 9001 COMPARES WITH THE CMM*. In *Software Process Improvement* (pp. 319–328). <https://doi.org/10.1109/9781118156667.ch7>
- Pearce, G. (2017). *Governance, Risk, Compliance and a Big Data Case Study*. ISACA Journal Volume 6. <https://www.isaca.org/Journal/archives/2017/Volume-6/Pages/governance-risk-compliance-and-a-big-data-case-study.aspx>
- Quezada-Sarmiento, P., Chango-Cañaver, P., Benavides-Cordova, V., Jumbo-Flores, L., Barba-Guamán, L., & Calderon-Cordova, C. (2017). *Marco de referencia para gobernanza de TI utilizando estándares : COBIT 5 y ISO 38500-Referent Framework to government of IT using standards : COBIT 5 and ISO 38500*. 5–10.
- Rahmatika, M., Krismawati, D., Rahmawati, S., Arief, A., Sensuse, D., & Fadhil-Dzulfikar, M. (2019). *An Open Government Data Maturity Model : A Case Study in BPS-Statistics Indonesia*.

- Rajagopalan, M. R., & Vellaipandiyan, S. (2013). Big data framework for national E-governance plan. *International Conference on ICT and Knowledge Engineering*, 13–17. <https://doi.org/10.1109/ICTKE.2013.6756283>
- Rama, K., Suharjito, & Gunawan, E. (2020). Evaluation of IT Governance Implementation Using COBIT 5 Framework and ISO 38500 at Telecommunication Industries. *August*, 453–457.
- Rastogi, R., & von Solms, R. (2006). Information Security Governance-A Re-Definition. *Security Management, Integrity, and Internal Control in Information Systems*, 193, 223–236. [https://doi.org/10.1007/0-387-31167-X\\_14](https://doi.org/10.1007/0-387-31167-X_14)
- Rouhani, B. D., Mahrin, M. N., Nikpay, F., Ahmad, R. B., & Nikfard, P. (2015). A systematic literature review on Enterprise Architecture Implementation Methodologies. *Information and Software Technology*, 62(Supplement C), 1–20. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.infsof.2015.01.012>
- Saat, J., Franke, U., Lagerström, R., & Ekstedt, M. (2010). Enterprise Architecture Meta Models for IT / Business Alignment Situations. 14–23. <https://doi.org/10.1109/EDOC.2010.17>
- Sabtiana, R., Yudhoatmojo, S., & Hidayanto, A. (2018). Data Quality Management Maturity Model: A Case Study in BPS-Statistics of Kaur Regency , Bengkulu Province , 2017. *Citsm*, 2018–2021.
- Sandfreni, & Adikara, F. (2017). Capability Level Assessment of IT Governance in PTP Mitra Ogan.
- Schlosser, F., Beimborn, D., Weitzel, T., & Wagner, H. T. (2015). Achieving Social Alignment Between Business and IT - An Empirical Evaluation of the Efficacy of IT Governance Mechanisms. *Journal of Information Technology*, 30(2), 119–135.
- Scott, J. (2009). Business Capability Maps: The Missing Link Between Business Strategy and IT Action. *Architecture and Governance Magazine*, 5(9), 1–4.
- Sebastião, Y., & Rodriguez, S. (2019). A Maturidade e Eficiência dos Processos da Governação de TI Baseadas no Cobit 5 : Um Caso de Uma Organização do Setor da Saúde em Portugal The Maturity and Efficiency of IT Governance Sector Organization in Portugal. *June*, 19–22.
- Susanti, R. Y., & Suchayo, Y. (2016). Information Technology Governance Evaluation and Processes Improvement Prioritization based on COBIT 5 Framework at Secretariat General of The Indonesian House of Representatives. 4(c).
- Tuti, T., Bitok, M., Paton, C., Makone, B., Malla, L., Muinga, N., Gathara, D., & English, M. (2015). Innovating to enhance clinical data management using non-commercial and open source solutions across a multi-center network supporting inpatient pediatric care and research in Kenya. 1–11. <https://doi.org/10.1093/jamia/ocv028>
- Voß, S., & Gutenschwager, K. (2001). *Informationsmanagement*. ISBN 9783642568787. Springer-Verlag Berlin Heidelberg (S.-V. B. Heidelberg (ed.)). Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

- Wangel, J. (2011). Change by whom ? Four ways of adding actors and governance in backcasting studies. ISSN: 0016-3287. *Futures*, 43(8), 880-889. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2011.06.012>
- Yudistiro, M., Handayani, P., & Hammi, M. (2020). Assessment of Information Technology Governance Capability Levels and Recommendations Based on COBIT 5 Framework in PT Pertamina Geothermal Energy. *August*, 103-107.
- Zeki Önal, M. (2018). Governance From the Actuary and Risk Management Perspectives. *ISACA Journal*, V4. *ISACA Journal*, V4. <https://www.isaca.org/Journal/archives/2018/Volume-4/Pages/data-governance-from-the-actuary-and-risk-management-perspectives.aspx>
- Zhang, H., Chen, G., & Ooi, C. (2015). In-Memory Big Data Management and Processing : A Survey. 27(7), 1920-1948.

## Gestão de Processos no Setor Público: técnicas, ferramentas, lacunas e agenda de pesquisa

Marcos de Moraes Sousa<sup>1</sup>, Flávio Manoel Coelho Borges Cardoso<sup>2</sup>, Luana Queiros Faria<sup>3</sup>, Jean Marc Nacife<sup>4</sup>, Kennedy de Araújo Barbosa<sup>5</sup>, José Elenilson Cruz<sup>6</sup>

marcos.moraes@ifgoiano.edu.br; flavio.cardoso@ifgoiano.edu.br;  
luanaqueiros14@gmail.com; jean.nacife@ifgoiano.edu.br;  
kennedy.barbosa@ifgoiano.edu.br; jose.cruz@ifb.edu.br

<sup>1, 2 e 3</sup> Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, 76300-000, Ceres- GO, Brasil

<sup>4 e 5</sup> Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, 75901-000, Rio Verde- GO, Brasil

<sup>6</sup> Instituto Federal de Brasília – Campus Gama, 76300-000, Brasília - DF, Brasil

Pages: 35-56

**Resumo:** O objetivo desta pesquisa foi avaliar sistematicamente a literatura sobre gestão de processos no setor público e propor uma agenda de pesquisa. A pesquisa de gestão no setor público tem ganhado importância tanto acadêmica quanto profissional. A revisão sistemática utilizou o critério PICOC (intervenção, comparação, resultados e contexto), teve como recorte temporal o período de janeiro de 2018 a março/abril de 2021 e buscou por estudos em sete bases de artigos científicas (ACM Digital Library, Scielo, Science Direct, Scopus, Emerald, Web of Science e Spell). A amostra final depois de utilizar todos os critérios de inclusão e exclusão foi de 50 artigos. Os resultados indicam para a amostra de estudos: predomínio da abordagem qualitativa; recorte temporal transversal; emprego de estudos de caso com coleta de dados por meio de entrevistas; aplicação de ferramentas computacionais e gerenciais. Dentre as lacunas encontradas podem ser mencionadas: aplicações meramente técnicas na área de gestão; necessidade de ampliar a amostra de sujeitos, setores, áreas ou organizações; ampliação dos recortes temporais; falta de comparação entre países e carência de mais estudos quantitativos. Isto demonstra os pontos que devem ser melhorados para efetuar estudos de maior qualidade no setor público.

**Palavras-chave:** Gestão de processos; Setor público; Administração pública; Estado da arte.

***Process Management in the Public Sector: techniques, tools, gaps and research agenda.***

**Abstract:** The purpose of this paper is to show the results of a systematic evaluation of literature on process management in the public sector and propose a research chronogram. Management research in the public sector has gained importance both academically and professionally. The systematic review used the PICOC criteria (Population, Intervention, Comparison, Outcomes, and Context)

which had a temporal cross-section from January 2018 to March/April 2021, and searched for studies in seven scientific article databases (ACM Digital Library, Scielo, Science Direct, Scopus, Emerald, Web of Science and Spell). The final sample after using all the inclusion and exclusion criteria was 50 articles. The results indicate: predominance of the qualitative approach; cross-sectional time frame; use of case studies with data collection through interviews; application of computational and managerial tools. Among the gaps found, the following can be mentioned: use of only technical applications in the area of management; need to expand the sampling of subjects, sectors, areas or organizations; expansion of time frames; lack of comparisons between countries and little quantitative studies. This demonstrates the points that must be improved in order to perform higher quality studies in the public sector.

**Keywords:** Process management; Public sector; Public administration; State of the art.

## 1. Introdução

O mundo organizacional vem passando por transformações gerenciais constantes em função de vários aspectos no ambiente de negócios. Entre eles, estão os ocasionados por mudanças sociais, culturais, econômicas e políticas. Todas essas modificações impactaram não somente o setor privado como também o público.

A gestão de processos de negócios foi uma das grandes revoluções gerenciais ocorridas no século passado e que muito impactou no desempenho organizacional no século XXI, pois repercutiu nos resultados empresariais, bem como na melhoria dos serviços prestados pela administração pública. Os sistemas de gestão de processos de negócios representam uma forma de automatização de processos por meio da associação de tarefas com seus usuários e tem atraído a atenção de pesquisas acadêmicas nos últimos anos (Houy et al., 2010; Martín-Navarro et al., 2018). A gestão de processos, usada pela administração pública como estratégia de atender a esse novo cenário de cobrança por mais efetividade e melhoria dos serviços públicos (Syed et al., 2018a), tem ganhado importância e maturidade também no setor público (Houy et al., 2010). Devido a importância do tema, este estudo buscou como objetivo avaliar sistematicamente a literatura sobre gestão de processos no setor público e propor uma agenda de pesquisa.

A contribuição deste trabalho está na análise sistemática da literatura sobre gestão de processos no contexto do setor público e na geração de conhecimento útil para pesquisadores, gestores e administradores públicos que tenham interesse no tema e/ou usam ferramentas da gestão de processo em seu trabalho. Especificamente, o estudo faz parte das discussões de um projeto maior realizado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento brasileiro intitulado “análise da reengenharia de processos na área de convênios”.

Este texto está estruturado da seguinte forma: a Seção 2 contextualiza a gestão de processos e sua aplicação no setor público; a Seção 3 descreve as escolhas metodológicas operacionalizadas na revisão sistemática da literatura (RSL); na Seção 4 são apresentados e discutidos os resultados encontrados; e, na Seção 5, são feitas as considerações finais e proposta uma agenda de pesquisa para estudos futuros que abordem a temática.

## 2. Gestão de processos no contexto do setor público

O tema gestão de processos é discutido na literatura científica por várias áreas de conhecimento relacionadas com as organizações como a Administração, Engenharia da produção, Sistemas de informação, Economia, dentre outras. Esse caráter multidisciplinar já foi identificado anteriormente (Martín-Navarro et al., 2018). Segundo vários autores a origem do conhecimento a respeito da gestão de processos remonta a revolução industrial, percorrendo pelo taylorismo, fordismo, toyotismo, controle/gestão da qualidade total (TQM), Six Sigma, reengenharia, e a partir daí sendo chamada de BPM - Business Process Management (Gestão de Processos de Negócios). Como evolução desse constructo, surgiu o BPMS (Business Process Management System), em que aconteceu a inclusão das atividades de serviços (Capote, 2012; Harmon, 2014; Ramos et al. 2019).

Para Hammer & Champy (2002), a partir do final do século XX, com os avanços tecnológicos em gestão e produção e o desaparecimento das fronteiras para os mercados em nível global, as empresas precisaram se reinventar do ponto de vista de seus processos organizacionais e produtivos. Um novo modelo empresarial estava em curso, e o mundo dos negócios, seja o de manufatura ou de serviço, precisou se redesenhar. De acordo com Weske (2019), a proposta de redesenho organizacional de Hammer & Champy (2002), chamada de reengenharia, foi o ponto de partida para o conceito de BPM- Business Process Management.

Segundo Weske (2019, p. 5), “gestão de processos de negócios inclui conceitos, métodos e técnicas para apoiar o projetos, administração, configuração, implementação e análise dos processos de negócios”. Assim, o referido autor define processos de negócio como sendo um conjunto de atividades que acontece no ambiente organizacional e técnico, com objetivo de produzir um produto ou serviço, e que pode ocorrer em uma organização e ainda interagir com outras organizações. Esses negócios são fruto de atividades relacionais interpessoais para gerar benefícios e agregar valor para os seus clientes ou usuários.

Para vários autores, entre eles Capote (2012) e Ramos et al. (2019), um conceito de BPM reconhecido formalmente pela literatura é o da ABPMP Internacional (Associação de Profissionais de Gerenciamento de Processos de Negócio). Essa Associação foi criada em 2003 nos Estados Unidos e é representada no Brasil pela ABPMP-Brasil. Em seu Business Process Management Common Body of Knowledge (BPM CBOK), a ABPMP-Brasil define o BPM como:

*Business Process Management (BPM) é uma disciplina gerencial que integra estratégias e objetivos de uma organização com expectativas e necessidades de clientes, por meio do foco em processos ponta a ponta. BPM engloba estratégias, objetivos, cultura, estruturas organizacionais, papéis, políticas, métodos e tecnologias para analisar, desenhar implementar, gerenciar desempenho, transformar e estabelecer a governança de processos. (ABPMP-Brasil, 2013, p.52)*

Porém, Capote (2012) esclarece que BPM vai além de diagramas, procedimentos, tecnologias e outros aspectos ferramentais. Trata-se de uma verdadeira mudança de mentalidade e atitude, por parte dos gestores e pessoas envolvidas nas atividades organizacionais, que tem como uma das principais características a interdisciplinaridade. De acordo com Weske (2019), uma organização só consegue atingir seus objetivos

empresariais de forma eficiente e eficaz quando as pessoas e os outros recursos, como sistemas e conhecimentos, atuam de forma holística e sincronizada.

A partir dos conceitos de BPM surgem algumas abordagens metodológicas de aplicação: BPM - Business Process Management; BPMS - Business Process Management Suite ou System e BPMN - Business Process Modeling Notation. A BPM é vista como a metodologia em si, a BPMS, como o software aplicado, e a BPMN como a linguagem de representação dos processos (Capote, 2012; ABPMP-BRASIL, 2013; Ramos et al., 2019).

Outra forma de abordar o BPM é quanto ao setor de aplicação: privado ou público. Apesar da BPM ter surgido no setor privado com aplicações na gestão empresarial, cujo principal objetivo é uma maior racionalização gerencial e produtiva, o setor público também passou a adotar essa metodologia (Moura et al., 2019; Scholta et al., 2019). As reformas neoliberais e a pressão da sociedade sobre a administração pública, em termos de eficiência no emprego dos recursos públicos, levou os governos a adotarem metodologias que também o são pelo setor privado empresarial (Baldam; Valle; Rozenfeld, 2014; Moura et al., 2019).

Assim, segundo Baldam, Valle & Rozenfeld (2014), surge a Nova Gestão Pública, termo utilizado para expressar as reformas na administração pública dirigidas para melhorar a qualidade dos serviços prestados à população e reduzir as despesas do erário. Como consequência, tem-se o aumento da eficiência das atividades governamentais, por meio de políticas públicas mais eficazes. Os referidos autores acreditam que a Nova Gestão Pública representa a modernização o setor público. Desta forma, a adoção do BPM faz parte de uma resposta às crescentes exigências por melhores serviços prestados pela administração pública à população que, direta ou indiretamente, é o contribuinte de tributos para a manutenção das obrigações constitucionais do Estado (Baldam et al., 2014; da Silva et al., 2020).

Porém, quando se trata de gestão pública, a gestão de processos de negócios (BPM) passa a ser tratada como gestão de processos (PM em inglês ou GP em português). Contudo, os princípios e as ferramentas continuam as mesmas (Baldam; Valle; Rozenfeld, 2014). Ainda, a gestão de processos na administração pública pode acontecer em diferentes áreas governamentais, como na saúde, educação, segurança, transporte, dentre outras, como forma de implementar inovações e melhorar a qualidade dos serviços nos processos organizacionais, de forma a auxiliar o alcance dos objetivos (ABPMP-Brasil, 2013; Moura et al., 2019).

Entretanto, cabe destacar que a administração pública tem peculiaridades de gestão que são bem distintas do setor privado e que podem influenciar muito nos resultados e objetivos organizacionais. Entre elas está o aspecto político, em que os princípios e ideologias partidárias podem interferir na condução da gestão e nas políticas de governo. Isso pode impactar na implementação de reformas administrativas que facilitam a governança pública e aumentam a credibilidade e o desempenho de atividades inovadoras para melhorar a qualidade dos serviços prestados à população (Silva et al., 2020). No contexto da gestão de processos, a administração pública difere em relação ao foco maior na melhoria da qualidade dos serviços prestados em contraste ao foco na competitividade do setor privado (Houy et al., 2010). Uma outra peculiaridade importante é o risco de simplesmente usar técnicas e ferramentas desenvolvidas no

contexto de países desenvolvidos, sem a análise crítica de adaptá-las para a situação de países em desenvolvimento, como o Brasil (Syed et al., 2018a). Além disso, o setor público opera em contexto de definição de objetivos mais amplos, ambíguos e plurais (Appleby, 1949; Denhardt, 2012), esta profusão de diferentes grupos de interesses e a necessidade do controle social e público (Denhardt, 2012) torna o setor público mais complexo de gerir e, portanto, a simples adoção ou adaptação acrítica de técnicas e métodos advindos do setor privado pode gerar problemas graves na prestação de serviços públicos.

### 3. Método

O estado da arte sobre gestão de processos no setor público foi realizado por meio de Revisão Sistemática de Literatura (RSL). Para atingir seu objetivo, este estudo foi conduzido por meio de três etapas: planejamento, condução/operacionalização e disseminação/publicação.

Foram utilizados o critério proposto por Scannavino et al. (2017) em estudos sistemáticos, intitulado PICOC, em que: P – população (artigos científicos empíricos avaliados por pares em bases de artigos científicos de alta reputação acadêmica sobre gestão de processos no setor público); I – intervenção (pesquisa bibliométrica); C – comparação (diferenças de ferramentas e de características metodológicas); O – resultados (outcomes), (estado da arte e construção de agenda de pesquisa para estudos futuros); e C – contexto (contexto de aplicação da ferramenta em nível de país). Decidiu-se pelo protocolo PICOC em função de que é um protocolo reconhecido em estudos anteriores e que também é usado pelo sistema de apoio do presente estudo, a plataforma Parsif.al.

As Questões de Pesquisa (QPs) estruturadas são elencadas a seguir:

- QP1: Quais são as características metodológicas e contextuais do estado da arte da gestão em processos no setor público?
- QP2: Quais são as ferramentas ou técnicas de gestão de processos empregadas na literatura empírica no setor público?
- QP3: Quais são as lacunas de pesquisa identificadas nos estudos analisados?

As palavras-chaves da pesquisa foram utilizadas pelos termos em inglês e português visando ampliar o quantitativo de artigos. Foram realizadas pesquisas exploratórias para verificar e refinar os termos e critérios de busca. A string final de busca e utilizada foi a seguinte:

“Business Process Management” OR “Gerenciamento de processos” OR “Process management” OR “gestão por processos” ) AND (“public service” OR “public administration” OR “gestão pública” OR “serviço público”)

O período de busca compreendeu artigos publicados de 2018 a 2021, portanto, publicações recentes. A pesquisa foi realizada entre março e abril de 2021. As bases de dados científicas utilizadas foram: ACM Digital Library, Scielo, Science Direct, Scopus, Emerald, Web of Science e Spell. Não foram realizadas pesquisas ou buscas adicionais ou combinadas.

Foram coletados artigos completos publicados em periódicos avaliados por pares, frutos de pesquisa empírica que tinham como tema a gestão de processos no setor

público. Foram excluídos: artigos publicados fora do período analisado; artigos que não tratavam do tema ou do contexto organizacional do setor público; artigos repetidos em outra base; qualquer outro tipo de texto que não tratava de pesquisa primária, como por exemplo, resumos e artigos em eventos, resenhas, editoriais, teses e dissertações.

O processo de seleção dos estudos foi realizado em duas etapas: leitura do resumo e, em seguida, leitura do texto completo. O aceite ou exclusão foi determinado conforme os critérios de inclusão e exclusão descritos, sempre realizado em consenso por dois pesquisadores do projeto.

A plataforma on-line Parsif.al foi utilizada como sistema de apoio para o planejamento, importação dos BibTex e metadados, seleção dos estudos, extração e análise dos dados. As variáveis usadas na revisão foram: nome do periódico, ano de publicação, quantidade de autores, país contexto da pesquisa, setor de aplicação (apenas no setor público ou no setor público e privado simultaneamente), abordagem de pesquisa, origem dos dados, recorte temporal, principal método de análise dos dados, principal método e técnica de pesquisa, principal técnica de coleta de dados, nível de profundidade da pesquisa, amostra da pesquisa, lacunas sugeridas e principal técnica ou ferramenta de gestão de processos.

#### 4. Resultados e discussão

A presente RSL tem um enfoque mais específico que a pesquisa conduzida por Martín-Navarro et al. (2018), no sentido em que analisa o setor público, por outro lado, os descritores usados foram mais amplos, abrangendo a gestão de processos em uma amplitude maior de busca. A busca retornou 86 artigos usando a string apresentada, e após a rejeição de estudos baseada nos critérios definidos, resultou em uma seleção amostral final de 50 artigos, que foram analisados; destaca-se que 10 artigos estavam duplicados em outras bases. A Figura 1 apresenta o fluxo de busca e a quantidade artigos recuperados por base de dados.

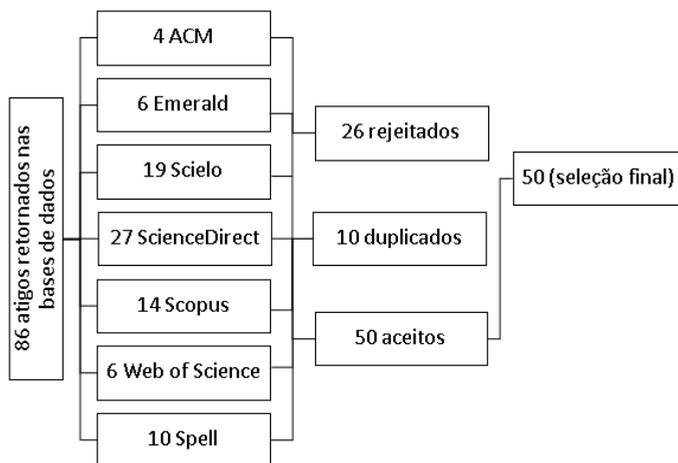


Figura 1 – Fluxo da busca sistemática.

A Figura 2 apresenta a evolução das publicações, ou seja, a quantidade de artigos que foram publicados entre 2018 e 2021. A maioria deles, 19 artigos, foi publicada no ano de 2019. O segundo ano em que teve mais publicações foi o ano de 2018. Destaca-se que os dados referentes ao ano de 2021 não representam o ano completo, mas uma fração, em função da coleta de dados ter sido ocorrida entre março e abril de 2021. Outro ponto que deve ser pontuado é que a pandemia da Covid 19 pode ter afetado a quantidade de publicação em 2020.

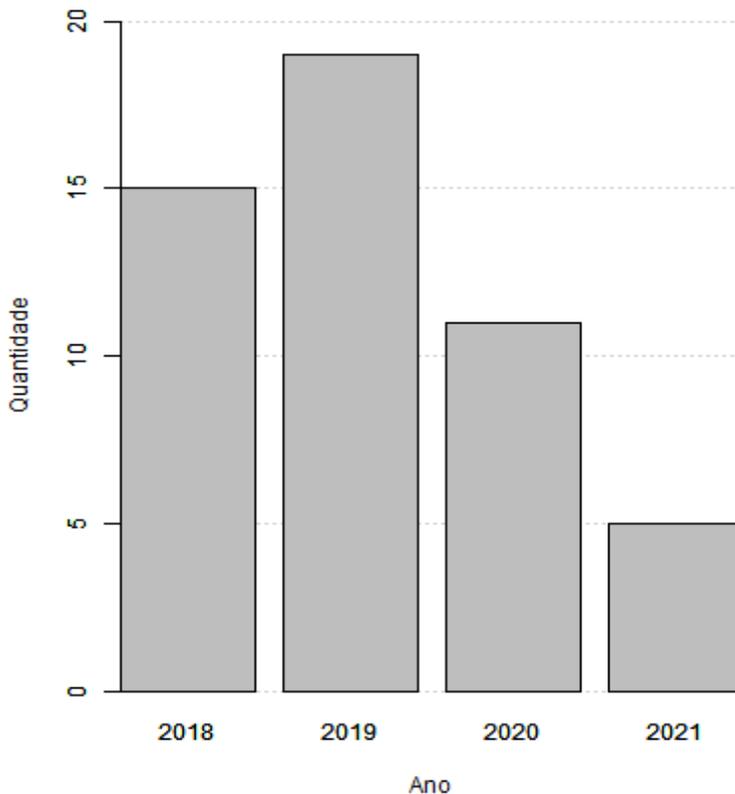


Figura 2 – Ano de Publicação

A abordagem de tratamento de dados mais encontrada na amostra selecionada foi a qualitativa, com 52% dos artigos, seguida da quantitativa, com 36% dos artigos. As duas abordagens combinadas apareceram em 12% dos estudos. Em relação à origem dos dados, a maioria dos estudos, 58% (29), utilizou dados primários, 22% (11) usaram dados primários e secundários e 20% (10) usaram apenas dados secundários.

Em relação ao recorte temporal dos artigos da amostra recuperada, a maioria, com representação de 78%, foi de artigos com corte transversal, seguida do corte longitudinal, com representação de 20%. Apenas 2% dos artigos usaram painel de dados, situação em que usaram os dois tipos de recorte ao mesmo tempo.

A Tabela 1 apresenta os principais veículos de publicação da amostra analisada considerando apenas periódicos que retornaram pelo menos mais de dois artigos. Destaca-se que foram encontrados periódicos muito específicos da área de gestão de processos, como por exemplo, o *International Journal of Project Management* e o *Business Process Management* jornal, todavia tiveram apenas um artigo recuperado em cada um desses periódicos no período analisado. Isso pode indicar que a aplicação de gestão de processos no setor público pode ser mais explorada. O *Business Process Management Journal* foi a revista com maior número de publicações na revisão sistemática sobre BPMS conduzida por Houy et al. (2010) de 1991 até 2008 e por Martín-Navarro et al. (2018) no recorte temporal de 2007 a 2016. A revista *Cities* teve o dobro de artigos em relação às demais revistas mais profícuas, o que pode ser devido ao seu escopo que engloba desenvolvimento e planejamento urbano, tema evidentemente com forte atuação da gestão pública. Para o recorte definido no presente estudo foi o principal veículo de publicação dos resultados das pesquisas empíricas.

<b>Veículo de Publicação</b>	<b>Quantidade</b>
Cities	6
Gestão & Produção	3
Revista de Gestão e Tecnologia	3
Socio-Economic Planning Sciences	3
Information Systems	2
Revista de Gestão dos Países de Língua Portuguesa	2

Tabela 1 – Principais periódicos

A Tabela 2 a seguir mostra as principais técnicas de pesquisa e coleta de dados explicitados nos estudos da amostra. Os autores aplicaram uma ou mais técnicas, como é possível observar na tabela detalhada de cada técnica. A técnica ou tipo de pesquisa mais aplicada foi o estudo de caso, que em alguns trabalhos foi associada a outra técnica ou tipo de pesquisa. O principal meio de coleta de dados foi a entrevista, que em muitos estudos foi realizada conjuntamente com outras técnicas. Nota-se que 18 publicações utilizaram entrevista e entrevista acompanhada de uma segunda técnica de coleta de dados. Esses resultados para o setor público refletem os resultados mais gerais encontrados por Martín-Navarro et al. (2018) e por Houy et al. (2010).

Principal técnica/ tipo de pesquisa	Quantidade	%	Principal técnica de coleta de dados	Quantidade	%
Estudo de caso	20	40%	Outro	18	36%
Outro	15	30%	Questionário	13	26%
Survey	10	20%	Entrevista	9	18%
Estudo de caso, Etnografia	2	4%	Entrevista, Observação	4	8%
Estudo de caso, Survey	1	2%	Entrevista, Questionário	2	4%
Etnografia	1	2%	Entrevista, Observação, Outro	1	2%
Outro, Survey	1	2%	Entrevista, Observação, Questionário	1	2%
			Entrevista, Outro	1	2%
			Grupo Focal	1	2%

Tabela 2 – Principais técnicas de pesquisa e de coleta de dados

O principal método de análise de dados usado nos estudos foi classificado em: conteúdo, descritiva, fatorial, regressão e outros. Ao analisar a Figura 3, pode-se observar que o segundo método mais utilizado foi o de análise descritiva, com 14 artigos, e o menos utilizado foi o de análise fatorial, com apenas um estudo. Em função da especificidade da gestão de processos, métodos muito específicos utilizados foram classificados como outros, por exemplo, a aplicação de ferramentas computacionais ou o uso de outras ferramentas e técnicas gerenciais. Métodos explicativos, como regressão e análise fatorial, foram menos usados na amostra analisada, o que pode indicar que esse campo de pesquisa específico ainda carece de fatores, indicadores ou variáveis determinantes consolidadas na literatura, favorecendo uma análise notadamente contingencial e prescritiva.

A Tabela 3 indica o setor de aplicação. Obviamente era esperado que o setor público fosse predominante, dado que o recorte da revisão era justamente nesse setor, e de fato representa 76% dos artigos. Todavia, percebe-se que a interação com o setor privado, em parcerias ou outros meios de cooperação, também existe e compreende 24% dos estudos, indicando a importância dessa aproximação nessa literatura específica.

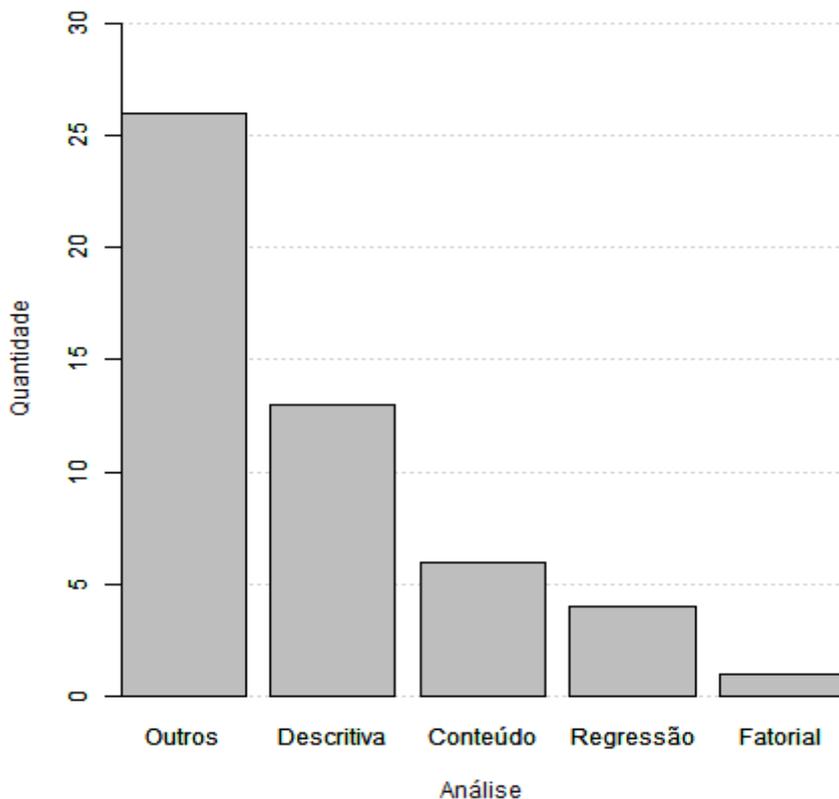


Figura 3 – Método de análise de dados

Setor	Quantidade	Percentual
público	38	76%
público/privado	12	24%

Tabela 3 – Setor econômico de aplicação

A Figura 4 apresenta visualmente o contexto empírico dos estudos em relação aos países de aplicação. Para os critérios e bases de dados definidos no método, o Brasil foi o país mais frequente, seguidos de Itália, Austrália, Reino Unido e Canadá e outros. Esse resultado difere de pesquisas anteriores que trataram do tema tanto no setor público quanto no privado. A pesquisa de Martín-Navarro et al. (2018) destacou a Austrália como o país com mais publicação, ficando o Brasil em quarto lugar. No estudo de Houy

et al. (2010), o Reino Unido tem a maior frequência de publicações, a Austrália está em quinto lugar, a Itália em sétimo e o Brasil aparece com apenas três estudos.



Figura 4 – Contexto de aplicação.

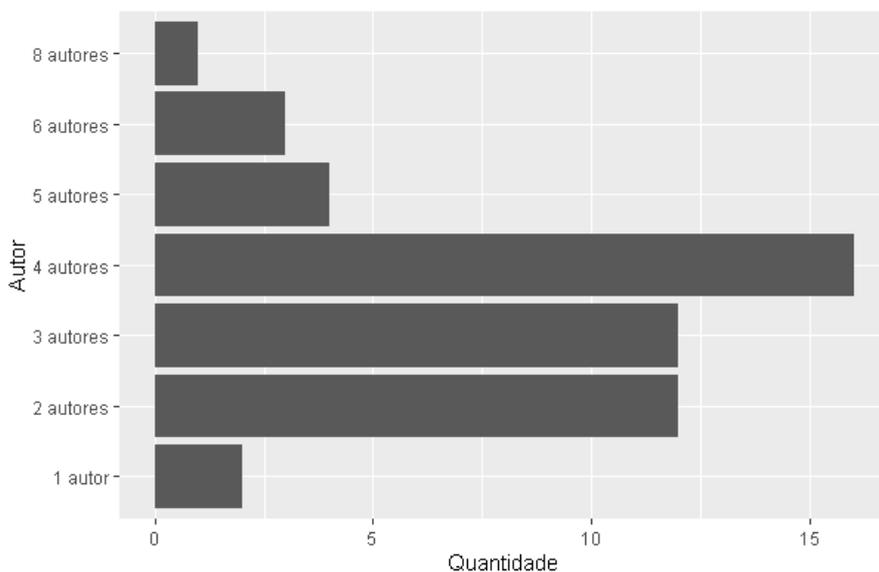


Figura 5 – Número de autores por artigo.

A Figura 5 apresenta a relação quantidade de autores por artigos. A maior frequência são pesquisas com quatro autores, seguida de estudos com três e dois autores. Esse resultado é encontrado também na área de administração pública e já identificado em estudo anterior (Crumpton et al., 2016).

A Tabela 4 apresenta as principais técnicas e ferramentas de gestão de processos aplicadas na amostra de estudos analisados. Ressalta-se que em alguns casos, mais de uma ferramenta foram utilizadas. A tabela reporta técnicas e ferramentas relatadas pelo menos mais de uma vez.

Principal ferramenta / Técnica de gestão de processos	Quantidade
BPM/BPMN/BPMS	18
Gestão de processos	3
TQM	2
Co-produção de inovação	2

Tabela 4 – Principais ferramentas/técnicas de gestão de processo

As ferramentas/técnicas mais frequentemente empregadas nos estudos foram relacionadas à família de técnicas BPM (Business Process Management) como a BPMN (Business Process Modeling and Notation) e BPMS (Business Process management Suite), com 18 artigos. BPMN e BPMS têm se tornado quase um paradigma na área atraindo atenção tanto do ponto de vista acadêmico quanto de aplicação (Houy et al., 2010; Martín-Navarro et al., 2018; Syed et al., 2018a). Três artigos usaram o termo gestão de processo de forma mais ampla e não informaram técnicas ou ferramentas específicas. Dois estudos usaram gestão da qualidade e TQM (Total Quality Management), e dois estudos associaram a gestão de processos com o processo de co-criação de inovação. Apesar de pouco explorado, a gestão da inovação pode contribuir com essa corrente de estudos, associando novos processos gerenciais e operacionais ao processo de inovação.

Na amostra de artigos analisados, 32 artigos sugeriram lacunas de estudo que poderiam ser aprofundados em estudos futuros. É importante ressaltar que alguns dos artigos sugeriram mais de uma lacuna. Destes: (i) 23 estudos sugerem aplicações de técnicas de gestão de processos no setor público; (ii) nove estudos propõem ampliar os sujeitos da amostra para identificar a percepção de outros stakeholders abrangidos pela pesquisa; (iii) sete estudos sugerem ampliar o estudo ou aplicação para outros setores, áreas ou organizações; (iv) sete sugerem a ampliação do recorte temporal para estudos longitudinais; (v) dois estudos propõem estudos comparativos entre países; (vi) dois estudos indicam estudos qualitativos adicionais; (vii) e um estudo propõe estudos quantitativos adicionais. A Tabela 5 abaixo resume as lacunas da amostra de estudos avaliados com as lacunas classificadas em categorias, a quantidade de estudos, o percentual amostral relativo e os estudos que sugeriram tal lacuna.

Categories	Quantidade	Percentual	Estudos
Aplicação de técnicas de gestão de processo	23	45%	(Alruwaie et al., 2020; Bassano et al., 2019; L. Costa et al., 2019; Daehn & Bianchi, 2020a; Heaton & Parlíkad, 2019; Khadzhyradieva et al., 2020; Krukowski & Raczyńska, 2019; Liu et al., 2019a; A. G. V. Moura et al., 2019; Mussa et al., 2018; Ostovar et al., 2020; Pereira et al., 2019; Piaia et al., 2020; Radhakrishnan et al., 2018; Ramos et al., 2019; Rodrigues, 2019; See et al., 2021; Sousa et al., 2019; Syed et al., 2018; Therrien et al., 2021a; Urpia et al., 2020; Wu & Xiao, 2021)
Ampliação de sujeitos	9	18%	(Bassano et al., 2019; A. C. P. da Costa et al., 2018; Heaton & Parlíkad, 2019; Ittamalla & Kumar, 2021; Makarov & Illarionov, 2020; A. G. V. Moura et al., 2019; Ramos et al., 2019; Rodrigues, 2019; Trilha et al., 2018)
Ampliação para outros setores, áreas ou organizações	7	14%	(Bruno et al., 2020; Liu et al., 2019b; A. G. V. Moura et al., 2019; Silva et al., 2020; Soares et al., 2018; Trilha et al., 2018; Urpia et al., 2020)
Estudos longitudinais	7	14%	(Alruwaie et al., 2020; Campdesuñer et al., 2019; Daehn & Bianchi, 2020b; Pereira et al., 2019; Ramos et al., 2019; Rodrigues, 2019; Therrien et al., 2021b)
Estudos comparativos entre países	2	4%	(De Giacomo et al., 2019; Viktora & Špaček, 2019)
Estudos qualitativos	2	4%	(De Giacomo et al., 2019; Ramos et al., 2019)
Estudo quantitativo	1	2%	(Ramos et al., 2019)

Tabela 5 – Lacunas de pesquisa

## 5. Considerações finais, limitações e agenda de pesquisa

O presente artigo teve como objetivo avaliar sistematicamente a literatura sobre gestão de processos no setor público e propor uma agenda de pesquisa. Os resultados apresentam a evolução recente dos estudos, os principais meios de publicação, o perfil

metodológico, o contexto e as principais ferramentas/técnicas empregadas e as lacunas sugeridas pelos autores.

As principais limitações do presente estudo estão relacionadas com os critérios de busca, tendo em vista que variações nos descritores, períodos e bases de dados poderiam retornar estudos diferentes. Dessa forma, sugere-se que pesquisas futuras ampliem a quantidade de bases de dados e os tipos de estudos, dado que o presente estudo abrangeu apenas artigos científicos primários avaliados por pares.

Em função dos resultados, sugere-se para estudos futuros a seguinte agenda de pesquisa: (i) aplicação de gestão de processos com diferentes técnicas no setor público; (ii) avaliação da percepção dos diferentes sujeitos e grupos de interesse; (iii) estudos longitudinais e painel de dados; (iv) estudos comparativos entre organizações do setor público e entre países; (v) estudos explicativos; (vi) exploração de cooperação e parceria entre o setor público e o setor privado.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto Federal Goiano (IF Goiano) e ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) do Brasil ao apoio financeiro por meio da TED 05/2020.

## Referências

- Appleby, P. H. (1949). *Big democracy*. Alfred A. Knopf.
- Denhardt, R. B. (2012). *Teorias da administração pública*. Cengage Learning.
- Alruwaie, M., El-Haddadeh, R., & Weerakkody, V. (2020). Citizens' continuous use of eGovernment services: The role of self-efficacy, outcome expectations and satisfaction. *Government Information Quarterly*, 37(3), 101485. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2020.101485>
- Bassano, C., Barile, S., Piciocchi, P., Spohrer, J. C., Iandolo, F., & Fisk, R. (2019). Storytelling about places: Tourism marketing in the digital age. *Cities*, 87(June 2018), 10–20. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.12.025>
- Bruno, G., Cavola, M., Diglio, A., & Piccolo, C. (2020). Improving spatial accessibility to regional health systems through facility capacity management. *Socio-Economic Planning Sciences*, 71(November 2019), 100881. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2020.100881>
- Campdesuñer, R. R., Rodríguez, A. S. S., Vidal, G. G., Vivar, R. M., Mastrapa, L. H., & Velázquez, D. R. T. (2019). Análise de equações estruturais. Relação das variáveis que incidem na gestão da inovação. *Desafio Online*, 7(1), 141.
- Costa, A. C. P. da, Leal, A. F. P., Nascimento, L. C. B. do, Mendonça, C. M. C. de, & Guerra, L. C. B. (2018). Alinhamento da gestão de processos com os mecanismos do modelo de governança pública do TCU: O estudo de caso em uma universidade federal da Amazônia Oriental. *Revista Do Serviço Público*, 69(3), 741–772. <https://doi.org/10.21874/rsp.v69i3.3183>

- Costa, L., Barbosa, M. B. A., Baldam, R. L., & Coelho, T. P. (2019). Challenges of process modeling in architecture and engineering to execute projects and public works. *Journal of Construction Engineering and Management*, 145(1). [https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0001575](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0001575)
- Daehn, C. M., & Bianchi, I. S. (2020a). Data and process management: Effective impacts on public marketing by the value creating for the user. *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, E34, 490–502. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85092256145&partnerID=40&md5=30411e729e9d2ae82f996b4a8e99335c>
- Daehn, C. M., & Bianchi, I. S. (2020b). Data and process management: Effective impacts on public marketing by the value creating for the user. *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, E34, 490–502. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85092256145&partnerID=40&md5=30411e729e9d2ae82f996b4a8e99335c>
- De Giacomo, M. R., Testa, F., Iraldo, F., & Formentini, M. (2019). Does green public procurement lead to Life Cycle Costing (LCC) adoption? *Journal of Purchasing and Supply Management*, 25(3), 100500. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2018.05.001>
- Heaton, J., & Parlikad, A. K. (2019). A conceptual framework for the alignment of infrastructure assets to citizen requirements within a Smart Cities framework. *Cities*, 90(February), 32–41. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.01.041>
- Ittamalla, R., & Kumar, D. V. S. (2021). Determinants of holistic passenger experience in public transportation: Scale development and validation. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 61(April), 102564. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2021.102564>
- Khadzhyradieva, S., Docsenko, T., Sitsinska, M., Baiun, Y., & Pukir, Y. (2020). Prerequisites for process management implementation in the public administration of Ukraine. *International Journal of Criminology and Sociology*, 9, 2825–2833. <https://doi.org/10.6000/1929-4409.2020.09.346>
- Krukowski, K., & Raczyńska, M. (2019). Attributes of process maturity of public administration units in Poland. *Administrative Sciences*, 9(4), 84. <https://doi.org/10.3390/admsci9040084>
- Liu, X., Chen, Y., Luo, L., Zhu, T., Shen, W., & Sunday, T. E. (2019a). Inpatient bed allocation policy under uncertain capacity. *Journal of Management Science and Engineering*, 4(4), 228–251. <https://doi.org/10.1016/j.jmse.2020.01.003>
- Liu, X., Chen, Y., Luo, L., Zhu, T., Shen, W., & Sunday, T. E. (2019b). Inpatient bed allocation policy under uncertain capacity. *Journal of Management Science and Engineering*, 4(4), 228–251. <https://doi.org/10.1016/j.jmse.2020.01.003>
- Makarov, P. Y., & Illarionov, A. E. (2020). The role of regional administrations in improving place branding effectiveness: An exploratory study. *Journal of Place Management and Development*, 13(4), 409–427. <https://doi.org/10.1108/JPMD-06-2019-0045>

- Moura, A. G. V., Pires, A. V. S., Silva, S. V., & Silva, L. A. S. (2019). Uma proposta de melhoria de processos de negócio para os Institutos Federais. *Revista Gestão & Tecnologia*, 19(4), 239–270. <https://doi.org/10.20397/2177-6652/2019.v19i4.1444>
- Moura, A. G. V., Pires, A. V. S., Silva, S. V., & Silva, L. A. S. (2019). Uma proposta de melhoria de processos de negócio para os Institutos Federais. *Revista Gestão & Tecnologia*, 19(4), 239–270. <https://doi.org/10.20397/2177-6652/2019.v19i4.1444>
- Mussa, M. D. S., Cordeiro, R. G., Freitas, R. L. de, Hora, H. R. M. da, & Silva, S. V. (2018). Priorização de projetos de TI através da modelagem do processo e utilização do método PROMETHEE. *Revista de Gestão Dos Países de Língua Portuguesa*, 17(1), 56. <https://doi.org/10.12660/rgplp.v17n1.2018.78239>
- Ostovar, A., Leemans, S. J. J., & Rosa, M. L. (2020). Robust drift characterization from event streams of business processes. *ACM Transactions on Knowledge Discovery from Data*, 14(3). <https://doi.org/10.1145/3375398>
- Pereira, M. M., Coelho, L. L. G. de A., Silva, G. L. da, & Cunha, Y. S. A. (2019). Application of statistical analysis to improve time management of a process modeling project. *Gestão & Produção*, 26(4). <https://doi.org/10.1590/0104-530x3945-19>
- Piaia, M. L., Portela, J., Júnior, E. H. P., & Fidelis, N. V. W. (2020). Proposal process management at the plant operation applied to the generating unit shutdown process of Itaipu Binacional. *Gestao e Producao*, 27(1), 1–22.
- Radhakrishnan, M., Pathirana, A., Ashley, R. M., Gersonius, B., & Zevenbergen, C. (2018). Flexible adaptation planning for water sensitive cities. *Cities*, 78(March 2017), 87–95. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.01.022>
- Ramos, K. H. C., Montezano, L., Júnior, R. L. R., & Silva, A. C. A. M. (2019). Dificuldades e benefícios da implantação da gestão de processos em organização pública federal sob a ótica dos servidores. *Revista Gestão & Tecnologia*, 19(4), 188–213. <https://doi.org/10.20397/2177-6652/2019.v19i4.1593>
- Rodrigues, A. B. (2019). Processo Circular: avaliação da experiência de alunos/gerentes do curso de aperfeiçoamento em gerência de unidades básicas de saúde, gestão da clínica e do cuidado na aplicação da ferramenta. *Saúde Em Debate*, 43(spe6), 104–108. <https://doi.org/10.1590/0103-11042019s609>
- See, K. F., Hamzah, N. M., & Yu, M.-M. (2021). Metafrontier Efficiency Analysis for Hospital Pharmacy Services Using Dynamic Network DEA Framework. *Socio-Economic Planning Sciences*, 101044. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2021.101044>
- Silva, Í. H. F. R. da, Soares, N. da S., Nascimento, B. G. F. do, & Santos, E. C. dos. (2020). A abordagem da gestão de processos no contexto da administração pública: Um estudo numa câmara legislativa local. *Gestão e Sociedade*, 14(40), 3771–3806. <https://doi.org/10.21171/ges.v14i40.2964>
- Soares, C. A. P., Magalhaes, M. A., Silva, W. S., & Mallman, D. (2018). Enterprise maturity and successful business process orientation projects. *Revista de Gestão Dos Países de Língua Portuguesa*, 17(1), 20–36.

- Sousa, M., Lopes, N., Ribeiro, Ó., & Silva, J. P. (2019). Avaliação de ferramentas BPM: Uma análise comparativa de soluções comerciais. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, 35, 70–75. <https://doi.org/10.17013/risti.35.70-85>
- Syed, R., Bandara, W., French, E., & Stewart, G. (2018). Getting it right! Critical Success Factors of BPM in the Public Sector: A Systematic Literature Review. *Australasian Journal of Information Systems*, 22. <https://doi.org/10.3127/ajis.v22i0.1265>
- Therrien, M. C., Normandin, J. M., Paterson, S., & Pelling, M. (2021a). Mapping and weaving for urban resilience implementation: A tale of two cities. *Cities*, 108(June 2020), 102931. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102931>
- Therrien, M. C., Normandin, J. M., Paterson, S., & Pelling, M. (2021b). Mapping and weaving for urban resilience implementation: THERRIEN, M. C. et al. Mapping and weaving for urban resilience implementation: A tale of two cities. *Cities*, v. 108, n. June 2020, p. 102931, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102931>>
- Trilha, C. C. da S., Alves, G. K., & Nunes, R. da S. (2018). Avaliação dos processos de compras com dispensa de licitação: Estudo em uma universidade federal. *Navus - Revista de Gestão e Tecnologia*, 8(2), 73–86. <https://doi.org/10.22279/navus.2018.v8n2.p73-86.617>
- Urpia, A. G. B. C., Sartori, R., & Machado, C. P. (2020). Practices of knowledge management in organizational processes of town hall of the AMUSEP region: A research agenda. *Gestao e Producao*, 27(4), 1–20. <https://doi.org/10.1590/0104-530X4669-20>
- Viktora, M., & Špaček, M. (2019). Organizational and process improvements of investment processes administered by courts in the Czech Republic. *International Journal for Court Administration*, 10(1), 67–77. <https://doi.org/10.18352/ijca.267>
- Wu, J., & Xiao, J. (2021). Development path based on the equalization of public services under the management mode of the Internet of Things. *Socio-Economic Planning Sciences*, January, 101027. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2021.101027>
- ABPMPBrasil. (2013). Guia para o Gerenciamento de Processos de Negócio Corpo Comum de conhecimento (CBOK) (3rd ed.). Association of Business Process Management Professionals.
- Alruwaie, M., El-Haddadeh, R., & Weerakkody, V. (2020). Citizens' continuous use of eGovernment services: The role of self-efficacy, outcome expectations and satisfaction. *Government Information Quarterly*, 37(3), 101485. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2020.101485>
- Baldam, R., Valle, R., & Rozenfeld, H. (2014). Gerenciamento de processos de negócios - BPM : uma referência para implantação prática. Elsevier.

- Bassano, C., Barile, S., Piciocchi, P., Spohrer, J. C., Iandolo, F., & Fisk, R. (2019). Storytelling about places: Tourism marketing in the digital age. *Cities*, 87(June 2018), 10–20. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.12.025>
- Bruno, G., Cavola, M., Diglio, A., & Piccolo, C. (2020). Improving spatial accessibility to regional health systems through facility capacity management. *Socio-Economic Planning Sciences*, 71(November 2019), 100881. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2020.100881>
- Campdesuñer, R. R., Rodríguez, A. S. S., Vidal, G. G., Vivar, R. M., Mastrapa, L. H., & Velázquez, D. R. T. (2019). Análise de equações estruturais. Relação das variáveis que incidem na gestão da inovação. *Desafio Online*, 7(1), 141.
- Capote, G. (2012). BPM Para Todos - Uma Visão Geral Abrangente, Objetiva e Esclarecedora sobre Gerenciamento de Processos de Negócio. Gart Capote.
- Costa, A. C. P. da, Leal, A. F. P., Nascimento, L. C. B. do, Mendonça, C. M. C. de, & Guerra, L. C. B. (2018). Alinhamento da gestão de processos com os mecanismos do modelo de governança pública do TCU: O estudo de caso em uma universidade federal da Amazônia Oriental. *Revista Do Serviço Público*, 69(3), 741–772. <https://doi.org/10.21874/rsp.v69i3.3183>
- Costa, L., Barbosa, M. B. A., Baldam, R. L., & Coelho, T. P. (2019). Challenges of process modeling in architecture and engineering to execute projects and public works. *Journal of Construction Engineering and Management*, 145(1). [https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0001575](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0001575)
- Crumpton, C. D., Medeiros, J. J., Ferreira, V. R. S., Sousa, M. M., & Najberg, E. (2016). Evaluation of public policies in Brazil and the United States: A research analysis in the last 10 years. *Revista de Administracao Publica*, 50(6). <https://doi.org/10.1590/0034-7612156363>
- Da Silva, Í. H. F. R., Soares, N. da S., do Nascimento, B. G. F., & dos Santos, E. C. (2020). A abordagem da gestão de processos no contexto da administração pública: um estudo numa câmara legislativa local. *Gestão e Sociedade*, 14(40), 3771–3806. <https://doi.org/10.21171/ges.v14i40.2964>
- Daehn, C. M., & Bianchi, I. S. (2020a). Data and process management: Effective impacts on public marketing by the value creating for the user. *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, E34, 490–502. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85092256145&partnerID=40&md5=30411e729e9d2ae82f996b4a8e99335c>
- Daehn, C. M., & Bianchi, I. S. (2020b). Data and process management: Effective impacts on public marketing by the value creating for the user. *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, E34, 490–502. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85092256145&partnerID=40&md5=30411e729e9d2ae82f996b4a8e99335c>

- De Giacomo, M. R., Testa, F., Iraldo, F., & Formentini, M. (2019). Does green public procurement lead to Life Cycle Costing (LCC) adoption? *Journal of Purchasing and Supply Management*, 25(3), 100500. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2018.05.001>
- Hammer, M., & Champy, J. (2002). *Re-engineering the corporation: a manifesto for business revolution*. PerfectBound.
- Harmon, P. (2014). The scope and evolution of business process management. In J. vom Brocke & M. Rosemann (Eds.), *Handbook on business process management V.1* (pp. 37–80). Springer.
- Heaton, J., & Parlikad, A. K. (2019). A conceptual framework for the alignment of infrastructure assets to citizen requirements within a Smart Cities framework. *Cities*, 90(February), 32–41. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.01.041>
- Houy, C., Fettke, P., & Loos, P. (2010). Empirical research in business process management – analysis of an emerging field of research. *Business Process Management Journal*, 16(4), 619–661. <https://doi.org/10.1108/14637151011065946>
- Ittamalla, R., & Kumar, D. V. S. (2021). Determinants of holistic passenger experience in public transportation: Scale development and validation. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 61(April), 102564. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2021.102564>
- Khadzhyradieva, S., Docsenko, T., Sitsinska, M., Baiun, Y., & Pukir, Y. (2020). Prerequisites for process management implementation in the public administration of Ukraine. *International Journal of Criminology and Sociology*, 9, 2825–2833. <https://doi.org/10.6000/1929-4409.2020.09.346>
- Krukowski, K., & Raczynska, M. (2019). Attributes of process maturity of public administration units in Poland. *Administrative Sciences*, 9(4), 84. <https://doi.org/10.3390/admsci9040084>
- Liu, X., Chen, Y., Luo, L., Zhu, T., Shen, W., & Sunday, T. E. (2019a). Inpatient bed allocation policy under uncertain capacity. *Journal of Management Science and Engineering*, 4(4), 228–251. <https://doi.org/10.1016/j.jmse.2020.01.003>
- Liu, X., Chen, Y., Luo, L., Zhu, T., Shen, W., & Sunday, T. E. (2019b). Inpatient bed allocation policy under uncertain capacity. *Journal of Management Science and Engineering*, 4(4), 228–251. <https://doi.org/10.1016/j.jmse.2020.01.003>
- Makarov, P. Y., & Illarionov, A. E. (2020). The role of regional administrations in improving place branding effectiveness: An exploratory study. *Journal of Place Management and Development*, 13(4), 409–427. <https://doi.org/10.1108/JPM-D-06-2019-0045>
- Martín-Navarro, A., Lechuga Sancho, M. P., & Medina-Garrido, J. A. (2018). BPMS para la gestión: Una revisión sistemática de la literatura. *Revista Española de Documentación Científica*, 41(3), 213. <https://doi.org/10.3989/redc.2018.3.1532>

- Moura, A. G. V., Pires, A. V. S., Silva, S. V., & Silva, L. A. S. (2019). Uma proposta de melhoria de processos de negócio para os Institutos Federais. *Revista Gestão & Tecnologia*, 19(4), 239–270. <https://doi.org/10.20397/2177-6652/2019.v19i4.1444>
- Moura, Amanda Gomes, Vasconcelos, A. P. V. de, Silva, S. V., & Silva, L. A. S. da. (2019). Uma proposta de melhoria de processos de negócio para os Institutos Federais. *Revista Gestão & Tecnologia*, 19(4), 239–270. <https://doi.org/10.20397/2177-6652/2019.v19i4.1444>
- Moura, Amanda G V, Pires, A. V. S., Silva, S. V, & Silva, L. A. S. (2019). Uma proposta de melhoria de processos de negócio para os Institutos Federais. *Revista Gestão & Tecnologia*, 19(4), 239–270. <https://doi.org/10.20397/2177-6652/2019.v19i4.1444>
- Mussa, M. D. S., Cordeiro, R. G., Freitas, R. L. de, Hora, H. R. M. da, & Silva, S. V. (2018). Priorização de projetos de TI através da modelagem do processo e utilização do método PROMETHEE. *Revista de Gestão Dos Países de Língua Portuguesa*, 17(1), 56. <https://doi.org/10.12660/rgplp.v17n1.2018.78239>
- Ostovar, A., Leemans, S. J. J., & Rosa, M. L. (2020). Robust drift characterization from event streams of business processes. *ACM Transactions on Knowledge Discovery from Data*, 14(3). <https://doi.org/10.1145/3375398>
- Pereira, M. M., Coelho, L. L. G. de A., Silva, G. L. da, & Cunha, Y. S. A. (2019). Application of statistical analysis to improve time management of a process modeling project. *Gestão & Produção*, 26(4). <https://doi.org/10.1590/0104-530x3945-19>
- Piaia, M. L., Portela, J., Júnior, E. H. P., & Fidelis, N. V. W. (2020). Proposal process management at the plant operation applied to the generating unit shutdown process of Itaipu Binacional. *Gestao e Producao*, 27(1), 1–22.
- Radhakrishnan, M., Pathirana, A., Ashley, R. M., Gersonius, B., & Zevenbergen, C. (2018). Flexible adaptation planning for water sensitive cities. *Cities*, 78(March 2017), 87–95. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.01.022>
- Ramos, K. H. C., Montezano, L., Júnior, R. L. R., & Silva, A. C. A. M. (2019a). Dificuldades e benefícios da implantação da gestão de processos em organização pública federal sob a ótica dos servidores. *Revista Gestão & Tecnologia*, 19(4), 188–213. <https://doi.org/10.20397/2177-6652/2019.v19i4.1593>
- Ramos, K. H. C., Montezano, L., Júnior, R. L. R., & Silva, A. C. A. M. (2019b). Dificuldades e benefícios da implantação da gestão de processos em organização pública federal sob a ótica dos servidores. *Revista Gestão & Tecnologia*, 19(4), 188–213. <https://doi.org/10.20397/2177-6652/2019.v19i4.1593>
- Rodrigues, A. B. (2019). Processo Circular: avaliação da experiência de alunos/gerentes do curso de aperfeiçoamento em gerência de unidades básicas de saúde, gestão da clínica e do cuidado na aplicação da ferramenta. *Saúde Em Debate*, 43(spe6), 104–108. <https://doi.org/10.1590/0103-11042019s609>
- Scannavino, K. R. F., Nakagawa, E. Y., Fabbri, S. C. P. F., & Ferrari, Fa. C. (2017). Revisão sistemática da literatura em engenharia de software: Teoria e prática. LTC.

- Scholta, H., Niemann, M., Delfmann, P., Räckers, M., & Becker, J. (2019). Semi-automatic inductive construction of reference process models that represent best practices in public administrations: A method. *Information Systems*, 84, 63–87. <https://doi.org/10.1016/j.is.2019.03.001>
- See, K. F., Hamzah, N. M., & Yu, M.-M. (2021). Metafrontier Efficiency Analysis for Hospital Pharmacy Services Using Dynamic Network DEA Framework. *Socio-Economic Planning Sciences*, 101044. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2021.101044>
- Silva, Í. H. F. R. da, Soares, N. da S., Nascimento, B. G. F. do, & Santos, E. C. dos. (2020). A abordagem da gestão de processos no contexto da administração pública: Um estudo numa câmara legislativa local. *Gestão e Sociedade*, 14(40), 3771–3806. <https://doi.org/10.21171/ges.v14i40.2964>
- Soares, C. A. P., Magalhaes, M. A., Silva, W. S., & Mallman, D. (2018). Enterprise maturity and successful business process orientation projects. *Revista de Gestão Dos Países de Língua Portuguesa*, 17(1), 20–36.
- Sousa, M., Lopes, N., Ribeiro, Ó., & Silva, J. P. (2019). Avaliação de ferramentas BPM: Uma análise comparativa de soluções comerciais. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, 35, 70–75. <https://doi.org/10.17013/risti.35.70-85>
- Syed, R., Bandara, W., French, E., & Stewart, G. (2018a). Getting it right! critical success factors of BPM in the public sector: A systematic literature review. *Australasian Journal of Information Systems*, 22, 1–39. <https://doi.org/10.3127/ajis.v22i0.1265>
- Syed, R., Bandara, W., French, E., & Stewart, G. (2018b). Getting it right! Critical Success Factors of BPM in the Public Sector: A Systematic Literature Review. *Australasian Journal of Information Systems*, 22. <https://doi.org/10.3127/ajis.v22i0.1265>
- Therrien, M. C., Normandin, J. M., Paterson, S., & Pelling, M. (2021a). Mapping and weaving for urban resilience implementation: A tale of two cities. *Cities*, 108(June 2020), 102931. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102931>
- Therrien, M. C., Normandin, J. M., Paterson, S., & Pelling, M. (2021b). Mapping and weaving for urban resilience implementation: THERRIEN, M. C. et al. Mapping and weaving for urban resilience implementation: A tale of two cities. *Cities*, v. 108, n. June 2020, p. 102931, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102931>>
- Trilha, C. C. da S., Alves, G. K., & Nunes, R. da S. (2018). Avaliação dos processos de compras com dispensa de licitação: Estudo em uma universidade federal. *Navus - Revista de Gestão e Tecnologia*, 8(2), 73–86. <https://doi.org/10.22279/navus.2018.v8n2.p73-86.617>
- Urpia, A. G. B. C., Sartori, R., & Machado, C. P. (2020). Practices of knowledge management in organizational processes of town hall of the AMUSEP region: A research agenda. *Gestao e Producao*, 27(4), 1–20. <https://doi.org/10.1590/0104-530X4669-20>

- Viktora, M., & Špaček, M. (2019). Organizational and process improvements of investment processes administered by courts in the Czech Republic. *International Journal for Court Administration*, 10(1), 67–77. <https://doi.org/10.18352/ijca.267>
- Weske, M. (2019). *Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures* (3rd ed.). Springer.
- Wu, J., & Xiao, J. (2021). Development path based on the equalization of public services under the management mode of the Internet of Things. *Socio-Economic Planning Sciences*, January, 101027. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2021.101027>

# Uso de multiagentes en un modelo de transferencia de conocimiento de profesores a alumnos

Jorge Chue Gallardo<sup>1</sup>, Augusto Ernesto Bernuy Alva<sup>2</sup>, César Higinio Menacho Chiok<sup>3</sup>

[jchue@lamolina.edu.pe](mailto:jchue@lamolina.edu.pe); [abernuya@usmp.pe](mailto:abernuya@usmp.pe); [cmenacho@lamolina.edu.pe](mailto:cmenacho@lamolina.edu.pe)

<sup>1</sup> Universidad Nacional Agraria La Molina, Departamento de Estadística e Informática, La Molina, 15024, Lima, Perú.

<sup>2</sup> Universidad de San Martín de Porres, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, La Molina, 15024, Lima, Perú.

<sup>3</sup> Universidad Nacional Agraria La Molina, Departamento de Estadística e Informática, La Molina, 15024, Lima, Perú.

**Pages:** 57-71

**Resumen:** El problema es la falta de cumplimiento del fundamento educativo de cargar el material actualizado en el aula virtual a tiempo por parte de los profesores para que los alumnos puedan estudiar antes de asistir a clases según el avance de la disciplina y su cuerpo de conocimiento. Por ello se propone un modelo inteligente que ayude al docente mediante un prototipo tecnológico de transferencia de conocimiento utilizando multiagentes creados con JADE e implantados en Moodle. Las pruebas del prototipo fueron realizadas con la asignatura de Estadística General que se imparte a aproximadamente 400 estudiantes cada semestre en la Universidad Nacional Agraria La Molina. Los primeros resultados muestran una mejor interacción entre los alumnos y el docente, así como la obtención de algunas recomendaciones para actualizar los materiales académicos, logrando una respuesta positiva de los docentes y el hallazgo de nuevas formas para apoyar la calidad de los procesos educativos y aprendizajes del estudiante.

**Palabras-clave:** Multiagentes; Transferencia de Conocimiento; Ontología.

## *Use of multi-agents in a teacher to student knowledge transfer model*

**Abstract:** The problem is the lack of compliance with the educational principle that teachers must upload the updated material to the virtual classroom on time so that students can study before attending classes according to the advancement of the discipline and their body of knowledge. Therefore, an intelligent model is proposed to help the teacher through a technological prototype of knowledge transfer using multi-agents created with JADE and implemented in Moodle. Tests were carried out with a course of General Statistics taught to approximately 400 students each semester at the Universidad Nacional Agraria La Molina. The first results show a better interaction with the teacher and recommendations to update academic materials, achieving a positive response from teachers and new ways to support the quality of educational processes and student learning.

**Keywords:** Multiagents; Knowledge Transfer; Ontology.

## 1. Introducción

En las universidades peruanas se tienen muchos aspectos académicos y administrativos que necesitan ser mejorados y expuestos a la sociedad en las condiciones reales en las que operan (Melgar, Brossard, & Olivares, 2019). Uno de estos problemas de carácter académico es la supuesta entrega, oportuna y actualizada, del material académico a los estudiantes a través del aula virtual. En esta investigación se propone resolver parcialmente esta suposición mediante dos propuestas: un modelo conceptual de transferencia de conocimiento (TC) y un prototipo de sistema de información con multiagentes denominado TRACOTI, que significa Transferencia de Conocimiento mediante Tecnologías de la Información. TRACOTI fue construido utilizando las plataformas de JADE (JADE, 2014) y Moodle (Moodle, 2020). El prototipo TRACOTI fue aplicado al curso de Estadística General EP2018 que se imparte cada semestre académico a aproximadamente 400 alumnos en la Universidad Nacional Agraria La Molina de Lima, Perú. La ontología de EP2018 fue construida usando (Protégé, 2018). TRACOTI se encuentra en su etapa inicial y su proyección es que sea aplicado a aproximadamente 37,600 cursos considerando las 94 universidades públicas y privadas licenciadas por (SUNEDU, 2021).

## 2. Antecedentes

### 2.1. El Problema y su contexto

El conocimiento es un factor clave del crecimiento económico según (Monagas-Docasal, 2012), (Geuna & Muscio, 2008), (Delic & Riley, 2009), (Hou, Lü, & Du, 2010). Paralelamente, la sociedad en general está experimentando un avance continuo y explosivo de las tecnologías de la información (TI), especialmente en el uso de Internet, dispositivos móviles, dispositivos inteligentes, entre otros. En (Torres-Toukounmidis, Portilla, Cárdenas, Álvarez-Rodas, & Juan Pablo, 2018) se indica que el uso del dispositivo celular Microcosmos tuvo 88% de aceptación por parte de los estudiantes y 91% de eficacia en la formación profesional de los alumnos. Estas herramientas de TI se han convertido en esenciales en la vida cotidiana y generan diversos desafíos, pero también han brindado la oportunidad de mejorar las actividades productivas del ser humano, la enseñanza aprendizaje y la calidad de vida. En lo que respecta a la educación superior universitaria, las universidades tienen el compromiso de garantizar que sus graduados cumplan con los requisitos que la sociedad y las empresas les imponen. Una de sus responsabilidades es formar a los estudiantes para que continúen con el desarrollo y la sostenibilidad del crecimiento económico del país y de la sociedad en general. En lo que corresponde a los docentes, en la investigación de (Onwuegbuzie, y otros, 2007) se señala que las características más resaltantes que un profesor debe tener son: buen comunicador, responsable, receptivo, entusiasta, profesional, experto y ético. En este contexto, el proceso de aprendizaje se basa en el supuesto de que la transferencia de conocimiento (TC) de los profesores hacia los estudiantes se realiza en las mejores condiciones. Sin embargo, ¿es correcta esta suposición? A este respecto, se afirma que los docentes universitarios de las universidades públicas tienen serias limitaciones que restringen su desempeño en lo concerniente a la calidad académica;

por ejemplo, la capacitación es mínima o inexistente, la experiencia no es adecuada para la investigación, las horas “no lectivas” - fundamentales para preparar las clases - no existen, tampoco existen las tutorías o son mínimas, la formación académica de los futuros profesores es la mínima indispensable para sus contrataciones. En resumen, la suposición antes mencionada es el problema que se plantea en la presente investigación.

## 2.2. Caso de estudio

El caso de estudio corresponde a la asignatura de Estadística General que se imparte en la formación básica de una universidad pública peruana (UP), ubicada en la capital del país, con aproximadamente 7303 estudiantes y 493 docentes. En adelante, se identificará el caso de estudio con el código EP2018. Cada semestre académico, aproximadamente 480 estudiantes se matriculan en EP2018, divididos en doce secciones; es decir, EP2018 agrupa un promedio de 40 estudiantes por sección, con un plantel de 9 profesores y 4 jefes de prácticas. Otro elemento resaltante en EP2018 es el alto porcentaje de estudiantes desaprobados, que en el 2019-2 fue de 31.25%, lo que originó que el estudiante demore su formación, o que en el peor de los casos, abandone la universidad. En cuanto al material académico, se presentan los desafíos de garantizar que la información académica relacionada con el proceso de aprendizaje sea entregada a los estudiantes a tiempo, actualizada, alineada al sílabo y que cumpla con normas internacionales de calidad, como las señaladas para la enseñanza de la asignatura de EP2018, las mismas que fueron investigadas por los reconocidos especialistas en estadística, Lee y Tran (Lee & Tran, 2015) y aprobadas por la Asociación Americana de Estadística (American Statistical Association, 2016). También se realizó una encuesta a 189 estudiantes de EP2018 cuyos resultados se presentan en la tabla 1. Nótese en esta tabla 1, que el 10.1% de los encuestados no conoce el aula virtual, el 15.4% opina que los profesores no cargan sus apuntes de clase al inicio del semestre académico y el 33.3% señala que el profesor actualiza en forma regular su material académico.

Resultado de la encuesta	Porcentaje
No conocen el aula virtual	10.1%
Profesor no carga sus apuntes de clase al inicio del semestre académico	15.4%
Alineamiento de los apuntes de clase al silabo	52.9%
Profesor actualiza en forma regular su material académico	33.3%
Confianza de que el material académico es similar a otras de universidades de prestigio	40.7%

Tabla 1 – Resultados de la encuesta a estudiantes. Elaborado por: los autores

Esta investigación no pretende resolver todos los problemas antes mencionados; se propone una solución a la actualización del material académico por el docente en forma oportuna y con altos estándares de calidad que según (SUNEDU, 2021), la calidad es el nivel de cumplimiento de las normas de la universidad o instituto académico para alcanzar su misión y sus metas institucionales.

### 2.3. Modelos de TC en la universidades

Las universidades han estado comprometidas con la TC desde los últimos treinta años considerándola un tema estratégico para la recolección de fondos que impulsen la investigación científica (Geuna & Muscio, 2008). A continuación se presentan algunos de los modelos más importantes de TC desarrollados en las universidades. El modelo conceptual de factores es propuesto por Xia, Ying y Ping para explicar la TC entre profesores y alumnos en las universidades. Este modelo propone factores, tales como: “características del conocimiento del emisor, características del conocimiento, canales de TC, características del receptor del conocimiento y el entorno de la transferencia” (Xia, Ying, & Ping, 2009, pág. 3474). La TC también ha sido modelada por (Mingfei & Jie, 2010) para estudiar los factores que están presentes en un equipo de aprendizaje que está bajo el aprendizaje social constructivista considerando la forma en que los receptores y el contexto de aprendizaje se unen para identificar los factores del equipo de aprendizaje y de la TC. En la investigación desarrollada por (Leydesdorff, 2012) se presenta el modelo de la triple hélice que establece las relaciones entre la universidad-industria-gobierno para una economía basada en el conocimiento y que según (González de la Fe, 2009) debería considerar una orientación para las políticas de innovación y la mejora de las condiciones en que se realiza en una sociedad del conocimiento (Giraldo, 2012). Según (Arias Pérez & Aristizábal Botero, 2011) se disponen de tres modelos de TC desde las universidades: lineal, dinámico, y triple hélice. En opinión de estos autores, la universidad debe acercarse a la sociedad para contribuir a su desarrollo con el conocimiento que genera y que el modelo de la triple hélice debería incluir a la sociedad como destinatario del conocimiento. Un modelo no lineal de interés es el desarrollado por (Siegel, Waldman, Arwater, & Link, 2004) quienes consideran diversas relaciones como la generación de conocimiento, las patentes, el reconocimiento económico a los investigadores, la comercialización, la TC formal e informal entre otros factores, y se sustenta en diez proposiciones que involucran a la Oficina de Transferencia de Tecnología de la universidad, aspectos culturales y limitaciones en la difusión de la información. En China, (Abbas, Avdic, Chang Barker, & Xiaobao, 2018) plantearon un modelo de TC de la universidad a la industria señalando el importante rol que asumen las universidades y sus grupos de investigación en la generación y comercialización de conocimiento en colaboración con sus unidades de educación básica. Asimismo, (Araya-Guzmán, Henríquez Bravo, Ramírez-Correa, & Barra Salazar, 2018) señalan que la gestión del conocimiento tiene un impacto positivo en la universidades en cuanto a sus objetivos y capacidad de adaptación a los cambios.

### 2.4. Ontología

La “ontología” se define como una especificación explícita de una visión abstracta y simplificada del mundo que se desea representar por algún propósito (Gruber, 1993). Esta visión también es conocida como conceptualización. Asimismo, las ontologías son vocabularios de conceptos comunes para los individuos relacionados a un dominio específico y que desempeñan un rol fundamental en la negociación e intercambio de conocimiento mediante el uso de un sistema multiagente (Arias, Moreno, & Ovalle, 2007). Este concepto de ontología se construye con el software Protégé en una forma muy parecida al sílabo de una asignatura (Protégé, 2018).

## 2.5. Sistemas multiagentes

Un agente es un software autónomo que adopta decisiones basado en información de su propio entorno (Panait & Luke, 2005). Los procesos para construir un software complejo son: “análisis, diseño, desarrollo e implementación” (Ricordel & Demazeau, 2000). Estos investigadores también evaluaron cuatro plataformas de construcción de agentes inteligentes de software: AgentBuilder, Jack, MadKit y Zeus, y concluyeron que no hay una metodología de sistema multiagente absoluta y que las comparaciones tienen sesgo, por lo que terminan su investigación proponiendo una plataforma MASK formada por: “agentes, entorno, interacción y organización”. En la investigación de (Abar, Theodoropoulos, Lemarinier, & O’Hare, 2017) se presenta una descripción de 85 herramientas informáticas para la construcción de sistemas basados en agentes e indican que “un agente tiene un nivel superior de abstracción que define un software complejo de una manera eficiente y conveniente”. Un sistema multiagente tiene más de un agente, estos agentes están interrelacionados con algunas restricciones como el desconocimiento de las actividades que ejecutan entre ellos en un momento determinado.

En este trabajo de investigación se utiliza la versión 4.5 de JADE (Java Agent Development Framework) que es entregada por Telecom Italia, su distribuidor exclusivo desde el 2017. Según (Bellifemine, Caire, & Greenwood, 2007), JADE “permite a los desarrolladores construir sistemas multiagentes con experiencia relativamente mínima en teoría de agentes”. JADE 4.5 es una plataforma de aplicaciones basadas en agentes que cumplen las especificaciones FIPA.

## 3. Modelo conceptual y arquitectura propuesta para el prototipo de TRACOTI

El modelo conceptual de TC, cuya gráfica se presenta en la figura 1, es una propuesta de diseño tecnológico que se valida con la construcción y prueba de un prototipo con las siguientes características:

- a. No lineal, porque existen diversos factores que intervienen durante el proceso de transferencia de conocimiento: Esta intervención tiene diversos niveles de influencia, algunos tienen un alto nivel de influencia como el material didáctico que los profesores entregan a los alumnos, así como el uso de herramientas tecnológicas como las plataformas Google Drive, Boxplot, Blackboard o Moodle.
- b. No comercial, según (Arias Pérez & Aristizábal Botero, 2011), porque el interés se enfoca en la entrega de conocimiento de los profesores a alumnos en cumplimiento de su rol docente.
- c. Tecnológico, según la clasificación de (Rodríguez Gómez, 2006) porque utiliza sistemas como data warehousing, intranets, WWW y los sistemas multiagentes.
- d. No es colaborativo, como el propuesto por (Bernuy & García, 2006), ni busca determinar los factores que señala (Xia, Ying, & Ping, 2009).
- e. La transferencia del conocimiento es dentro de la universidad y esta dirigido a la mayoría de la comunidad universitaria que según la SUNEDU serían los 1’492,470 alumnos matriculados en el año 2016.

La arquitectura del prototipo de TRACOTI que se propone en este trabajo de investigación está basado en los factores y modelos de (Xia, Ying, & Ping, 2009),

(Talanti, Poulymenakou, & Paraskeva, 2010) y (Bernuy & Joyanes, 2008), con la diferencia de considerar cloud computing y sistemas multiagente como factores tecnológicos para llevar a cabo la transferencia del conocimiento. TRACOTI fue desarrollado considerando las siguientes etapas: a) Identificación de la plataforma tecnológica que brindará soporte a TRACOTI, b) Construcción de la ontología con Protégé y el plugin OWL, c) Desarrollo de los agentes con JADE y d) Propuesta del prototipo del modelo TRACOTI.

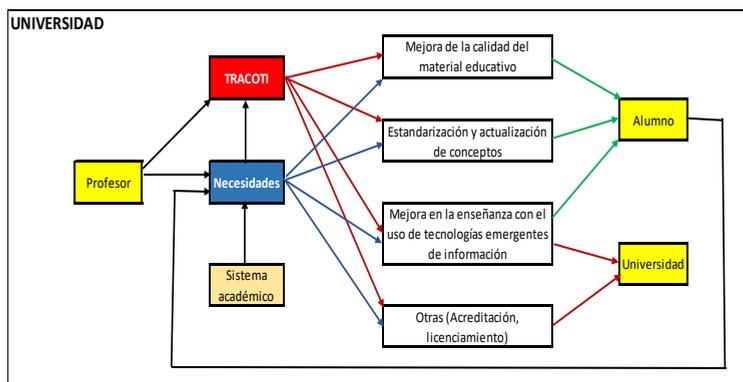


Figura 1 – Modelo conceptual de TC de profesores a alumnos. Elaborado por: el autor

En el diseño del prototipo del modelo de TRACOTI, se consideraron las siguientes arquitecturas:

- Arquitectura de la plataforma tecnológica: formado por los servidores propios de la institución educativa y las herramientas como Internet y Moodle.
- Arquitectura del software: constituida por los agentes y la ontología desarrollados con JADE y Protégé, respectivamente.
- Arquitectura del modelo de gestión de TRACOTI: la responsabilidad de esta capa es asumida por la autoridad correspondiente de la institución educativa.

Las funciones y características de los diferentes elementos del modelo TRACOTI, véase su gráfica en la figura 2, son:

- Agente docente (AD): monitorea en forma permanente los factores del docente mediante indicadores que aseguren que la TC sea realizada en las mejores condiciones académicas y tecnológicas. Vigila el entorno en que se desarrolla el proceso de enseñanza-aprendizaje con el objetivo de capturar, con la aprobación del profesor, el material educativo que es expuesto o entregado a los alumnos. Monitorea el uso de las TI por parte del docente para transferir el conocimiento.
- Agente alumno (AA): vigila los factores del comportamiento del alumno respecto al uso de la TI para recibir el conocimiento transferido. Recibe sugerencias y comentarios de los alumnos respecto al conocimiento transferido. Reporta a los profesores y autoridades las consultas y posibles dificultades que los alumnos pueden haber enfrentado con la TC. Informa al AFD de los temas que han sido consultados con mayor frecuencia por los alumnos. Emite un informe estadístico

- de los alumnos, envía alertas a los alumnos para que estén informados del conocimiento transferido y empiecen a asimilarlo, vigila el nivel de colaboración de los alumnos con sus compañeros y con el profesor.
- Agente de transferencia de conocimiento (ATC): monitorea en forma permanente el entorno en que se desarrolla el proceso de transferencia de conocimiento. Monitorea, controla y verifica que la TC sea recibido por el alumno en las mejores condiciones.
  - Agente Facilitador de Directorio (AFD): mantiene un directorio de tuplas donde cada elemento se refiere a un servicio de búsqueda específico.
  - Factores del profesor: modo de pensamiento, disposición hacia la TI, nivel de conocimientos, afinidad y capacidad de comunicación oral y escrita.
  - Factores del alumno: capacidad para asimilar y comprender, comunicación con el profesor, apoyo percibido del profesor, motivación, colaboración, actitud hacia el aprendizaje e interés personal.
  - Aula virtual: En el presente trabajo de investigación se utiliza el Moodle versión 2.3.11. Otras alternativas de LMS son: DuraCloud, YouTube, DuraSpace, Google Drive, Skype, ooVoo, Dropbox, Camtasia Studio, Facebook, Twitter, etc.
  - Transferencia de conocimiento: la TC es controlada por el ATC para determinar si el alumno es capaz de recordar, entender, aplicar, analizar, sintetizar y evaluar (taxonomía de Bloom) el conocimiento transferido.
  - Dispositivos inteligentes: celulares y tablets con conexión a Internet y acceso al aula virtual.
  - Los jefes de práctica no intervienen en el modelo TRACOTI porque no tienen los privilegios para ingresar al aula virtual. Los tutores en la UP no están dentro del plantel de profesores.

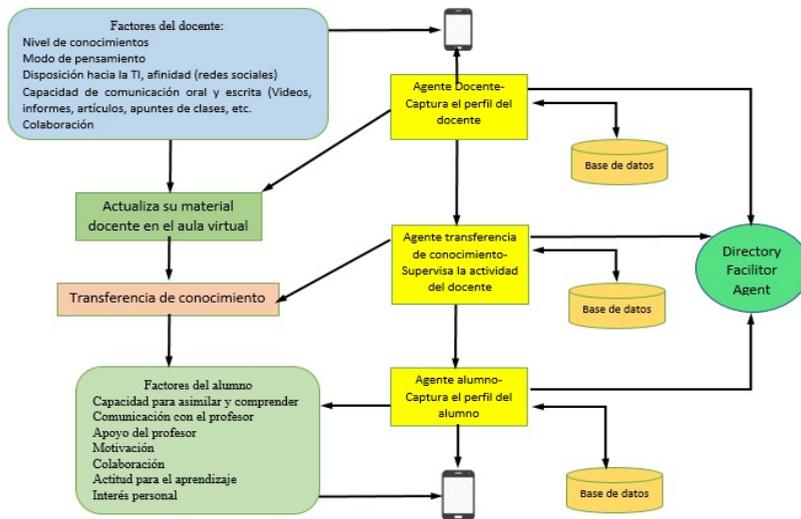


Figura 2 – Arquitectura propuesta para el prototipo del modelo TRACOTI  
Elaborado por: los autores

A continuación, se indica el comportamiento de los agentes en TRACOTI, desde su puesta en funcionamiento con el inicio del semestre y hasta el final del mismo.

- El coordinador de EP2018 al inicio de cada semestre académico procede a subir al Moodle los archivos de la asignatura previamente coordinados y redactados en Power Point por los profesores.
- El AD verifica que la metadata de los archivos se ajusta a la ontología (Protégé, 2018) de EP2018, realiza una comparación del contenido de los archivos con versiones anteriores de los mismos que se encuentran disponibles en el repositorio institucional, compara los archivos con otros existentes en Internet e informa al coordinador de los resultados.
- El agente ATC registra el uso de las TI como YouTube, Facebook, Camtasia, Dropbox, Google Drive y otros para transmitir el conocimiento.
- El agente AFD envía una alerta a los aproximadamente 480 alumnos de EP2018 acerca del material disponible para las clases de cada semana. El AA registra e informa al AFD las consultas realizadas por los alumnos, identifica los archivos que tienen mayor demanda y remite alertas a los alumnos. Los agentes AA, AD, AF y ATC son únicos para cada curso. Por lo tanto, no hay interacción con los agentes de otros cursos.

#### 4. Despliegue del Sistema Multi-agentes TRACOTI

El despliegue del sistema en producción necesita de un servidor en la misma red donde está el Moodle. La solución propuesta es la creación de una máquina virtual (VM) que se ejecute en el mismo entorno que el sistema Moodle.

A nivel de software, es necesario que se disponga del entorno Java JDK 8 o superior instalado y el sistema “*Lucene*” para ejecutar los agentes JADE y capturar los datos de los PowerPoint, respectivamente. El sistema “*Lucene*” funcionará sobre un servidor de aplicaciones JavaEE. En el prototipo no se contempla almacenar los mensajes intercambiados por los agentes; por esta razón, no es necesario una base de datos relacional para almacenar la información.

Los requisitos de la VM son mínimos: dos cores I7-5550U de quinta generación, 4 MB de Caché, 2 núcleos, 4 subprocesos, 3.00 GHz de frecuencia turbo máxima y 2048 GB de RAM. Esta configuración está sujeta al número de usuarios concurrentes al Moodle, el número de asignaturas a ser monitoreadas, la cantidad de archivos cargados en el Moodle entre otros. Por ejemplo, en el semestre 2018-2 de la UP, la cantidad de profesores fue de aproximadamente 300, la cantidad de asignaturas ofrecidas de pregrado y posgrado fue aproximadamente 640 (se supone que un profesor dicta por lo menos dos asignaturas), aproximadamente el total de archivos cargados en el Moodle fue de 15 por cada asignatura (uno por semana) y con aproximadamente 15 alumnos en promedio matriculados por asignatura, esto resulta en 1'440,000 archivos que TRACOTI tendría que atender y 21'600,000 consultas de alumnos (un alumno realiza por lo menos una consulta a los archivos de la asignatura).

Para que el agente AD compruebe el material de la asignatura con otros disponibles en la web, se deberá contar con acceso a Internet por los puertos HTTP/HTTPS 80/443. Esto requiere que el firewall sea configurado para permitir conexiones de salida por los puertos anteriormente citados. En la figura 3 se presenta la arquitectura de la máquina virtual de TRACOTI. Nótese en esta figura, la máquina virtual como soporte a las aplicaciones JDK, JADE, “Lucene” y la interacción con las bases de datos e Internet.

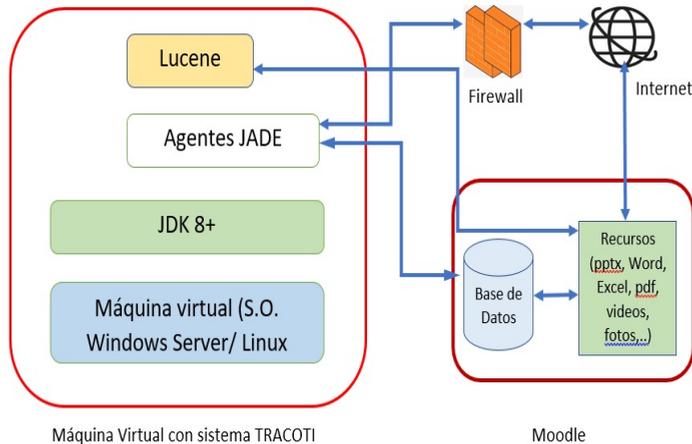


Figura 3 – Arquitectura de la máquina virtual de TRACOTI.  
Elaborado por: los autores

## 5. Resultados

El uso de Protégé versión 5.5.0 permitió construir la ontología de la asignatura de EP2018 utilizando su correspondiente sílabo que se encuentra a disposición de los alumnos en el LMS Moodle. La definición de las clases y subclases en la ontología de EP2018 es realizada de manera sencilla con Protégé. Esta ontología es el documento de referencia que TRACOTI consulta para validar el contenido de la asignatura EP2018. En caso de alguna modificación en el futuro, como por ejemplo, la inclusión de datos de texto, datos espaciales (latitud, longitud, tiempo), reconocimiento de patrones, entre otros, sería suficiente alterar esta ontología para verificar que los sílabos de EP2018 que ofrecen las universidades peruanas se encuentren alineados a esta ontología.

La plataforma tecnológica correspondiente al hardware es la que posee la UP en sus instalaciones ubicadas en su campus universitario. El servidor de la UP tiene instalado el Moodle versión 2.3.11, dos DELL PowerEdge R630 y un storage EMC Unity 400. En la figura 4, se presenta la página web de la asignatura EP2018 creada en el Moodle.



Figura 4 – Página web de la asignatura EP2018  
Fuente: Unidad de Informática de la UP

La plataforma JADE está compuesta de agentes “*containers*” que se ubican dentro de una red. Los agentes son programas escritos en Java usando la plataforma JADE y son ubicados en los “*containers*”. El container principal es denominado “*main container*” y nace cuando se ejecuta JADE. Todos los demás agentes deben estar incluidos y registrados en un *main container*.

La construcción de los agentes empieza ejecutándose el archivo runJade.bat, el software JADE responde con la siguiente la interfaz gráfica de la figura 5.

```

jul. 02, 2019 4:55:47 P. M. jade.imtp.leap.LEAPIMPManager initialize
INFO: Listening for intra-platform commands on address:
- jicp://192.168.137.1:1099

jul. 02, 2019 4:55:47 P. M. jade.core.BaseService init
INFO: Service jade.core.management.AgentManagement initialized
jul. 02, 2019 4:55:47 P. M. jade.core.BaseService init
INFO: Service jade.core.messaging.Messaging initialized
jul. 02, 2019 4:55:48 P. M. jade.core.BaseService init
INFO: Service jade.core.resource.ResourceManagement initialized
jul. 02, 2019 4:55:48 P. M. jade.core.BaseService init
INFO: Service jade.core.mobility.AgentMobility initialized
jul. 02, 2019 4:55:48 P. M. jade.core.BaseService init
INFO: Service jade.core.event.Notification initialized
jul. 02, 2019 4:55:48 P. M. jade.mtp.http.HTTPServer <init>
INFO: HTTP-MTP Using XML parser com.sun.org.apache.xerces.internal.jaxp.SAXParser
Impl$JAXPSAXParser
jul. 02, 2019 4:55:48 P. M. jade.core.messaging.MessagingService boot
INFO: MTP addresses:
http://192.168.1.8:7778/acc
jul. 02, 2019 4:55:48 P. M. jade.core.AgentContainerImpl joinPlatform
INFO: -----
Agent container Main-Container@192.168.137.1 is ready.
    
```

Figura 5 – Archivo Bat para la creación de los agentes AA y AD  
Elaborado por: los autores

El software JADE responde con la siguiente interfaz gráfica que aparece en la figura 6.

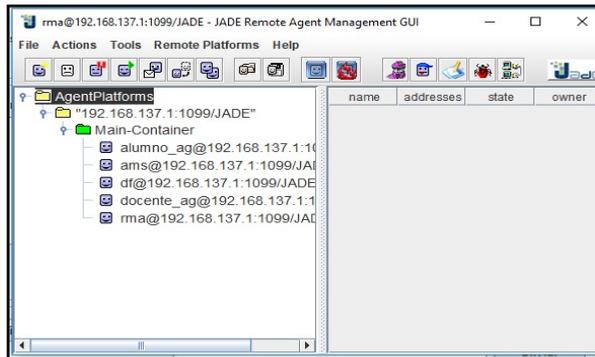


Figura 6 – Interfaz gráfica de JADE  
Elaborado por: los autores

## 6. Discusión

La construcción del prototipo de TRACOTI fue realizada durante varias etapas que requirieron investigar y aprender diferentes tecnologías. La primera etapa empezó con el aprendizaje de JAVA que es el prerequisite para entender JADE y de esta manera construir los agentes. El primer problema que se detectó es que Moodle está desarrollado en PHP y JADE en JAVA. Para resolver este problema se utilizaron la Java Database Connectivity (JDBC) para la conectividad a las bases de datos y el driver JDBC para MySQL disponible en <https://dev.mysql.com/downloads/connector/j/5.1.html>. Otro problema que se encontró en la construcción del prototipo TRACOTI es que tanto Moodle como los agentes de JADE deberían estar en un mismo servidor. La solución a este problema fue la creación de una máquina virtual con VM-ware disponible en <https://www.vmware.com/latam.html>. Simultáneamente a las acciones anteriores se procedió a descargar y aprender a utilizar el software Protégé para la construcción de la ontología de EP2018. El tiempo de demora para el aprendizaje de Protégé fue de aproximadamente cuatro horas efectivas.

Luego de resolver los inconvenientes antes mencionados se procedió a integrar las diferentes aplicaciones y se obtuvo el prototipo de TRACOTI en la plataforma de JADE. En esta primera aproximación del prototipo de TRACOTI se entendió con mayor profundidad la dimensión del problema a resolverse. Los autores de esta investigación consideran que el principal problema fue la ausencia casi completa de profesionales especializados en la tecnología de agentes en el Perú, así como la falta de recurso humano preparado en integración de aplicaciones. Este tipo de investigación no es ajena al problema de la falta de recursos económicos para disponer de las mejores condiciones (compra de licencias y artículos científicos, pago de honorarios profesionales a los programadores, asistencia a seminarios y congresos en el exterior, entre otras) para lograr los objetivos propuestos.

## 7. Conclusiones

- La metodología de construcción de agentes utilizando JADE fue desarrollada, esta demostró su viabilidad con los diferentes agentes creados; asimismo, quedó demostrada la necesidad de conocer el lenguaje de programación JAVA con sus correspondientes plugins de integración con otros softwares para el correcto funcionamiento de TRACOTI.
- La evaluación de las metodologías de la construcción de agentes permitió identificar la heterogeneidad de las mismas y conocer las características de cada una de ellas para su correcta aplicación. Los principales criterios utilizados en la evaluación fueron: facilidad de uso, escalabilidad, costo y vigencia. La plataforma JADE fue la elegida para la construcción de los agentes de TRACOTI.
- El software Protégé es gratuito y su aprendizaje es sencillo. La construcción de la ontología de EP2018 fue fácil gracias a la disponibilidad del sílabo respectivo. La construcción de las clases y sub-clases fue realizada sin mayores inconvenientes, así como la gráfica con la opción de onto graph.
- La máquina virtual con VMware fue construida utilizando la información disponible en <https://www.vmware.com/products/workstation-pro/workstation-pro-evaluation.html>. Esta construcción requirió el apoyo de un especialista en informática. Luego de la construcción se empezó a desarrollar el prototipo del sistema TRACOTI.
- El prototipo de TRACOTI fue construido de acuerdo a lo planificado siguiendo las pautas de JADE, los requerimientos de VMware y las condiciones del Moodle. Algunos de los problemas encontrados fueron:
  - La versión 2.3.11 de Moodle de la UP está desactualizada, la actual es 3.8. Hay una diferencia de versiones de 5 años 7 meses, tanto así que Moodle ya no da soporte a la versión 2.3.11 como se indica en [https://docs.moodle.org/all/es/dev/Historia de las versiones#Moodle 2.3](https://docs.moodle.org/all/es/dev/Historia_de_las_versiones#Moodle_2.3)
  - Los agentes de JADE están programados en JAVA mientras que Moodle está programado en PHP. Este problema fue resuelto con la utilización de Java Database Connectivity (JDBC) para la conectividad a las bases de datos y el driver JDBC para MySQL disponible en <https://dev.mysql.com/downloads/connector/j/5.1.html>.
- El material académico cargado en Moodle no está disponible en forma directa. La solución de este problema fue realizada con el motor de búsqueda de código abierto Apache “Lucene” disponible en <https://lucene.apache.org/>
- El beneficio de TRACOTI se manifiesta en el siguiente escenario, al 05/11/2019 la SUNEDU ha otorgado 81 licenciamientos (79 universidades y dos Escuelas de Posgrado) con 2886 programas de estudios de pregrado según <https://www.sunedu.gob.pe/sibe/> y considerando que cada programa de estudios tiene como mínimo 50 cursos resultan aproximadamente 144,300 potenciales aplicaciones de TRACOTI cada semestre académico. Este tipo de beneficio de TRACOTI podría extenderse a los demás sectores de la sociedad en que se emitan informes profesionales como son los informes médicos y judiciales.

## Referencias

- Arias Pérez, J. E., & Aristizábal Botero, C. A. (Julio de 2011). Transferencia de conocimiento orientada a la innovación social en la relación ciencia-tecnología y sociedad. *Pensamiento & Gestión*(31), 137-166. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/pege/n31/n31a08.pdf>
- Abar, S., Theodoropoulos, G., Lemarinier, P., & O'Hare, G. (15 de July de 2017). Agent Based Modelling and Simulation tools: A review of the state-of-art software. *Computer Science Review*, 13-33. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1574013716301198>
- Abbas, A., Avdic, A., Chang Barker, K., & Xiaobao, P. (2018). Process of Knowledge Transfer from Universities to Industry through University Technology Transfer Offices in China: The Case of Anhui Province. *School of Public Affairs, University of Science and Technology of China*, 14(2), 5-18. doi:10.15407/scin14.02.005
- American Statistical Association. (July de 2016). *Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education (GAISE) College Report 2016*. Obtenido de American Statistical Association: [https://www.amstat.org/asa/files/pdfs/GAISE/GaiseCollege\\_Full.pdf](https://www.amstat.org/asa/files/pdfs/GAISE/GaiseCollege_Full.pdf)
- Araya-Guzmán, S., Henríquez Bravo, C., Ramírez-Correa, P., & Barra Salazar, A. (2018). Explorando la relación entre Gestión del Conocimiento y el Rendimiento Organizativo en Instituciones de Educación Superior Universitaria. *Iberian Journal of Information Systems and Technologies*, 947-959.
- Arias, F., Moreno, J., & Ovalle, D. (2007). Integración de Ontologías y Capacidades de Razonamiento en Agentes de Software Inteligentes para la Simulación del Proceso de. *Revista Avances en Sistemas e Informática*, 4(2), 13-24. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1331/133116858003.pdf>
- Bellifemine, F., Caire, G., & Greenwood, D. (2007). *Developing Multi-Agent Systems with JADE*. England: John Wiley & Sons.
- Bernuy, A., & García, V. (2006). Collaboration Model in E-Learning for Universities Based on Agents. (D. Kumar, & J. Turner, Edits.) *IFIP World Computer Congress*, 210, 267-271. Obtenido de [https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-0-387-34731-8\\_29.pdf](https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-0-387-34731-8_29.pdf)
- Bernuy, A., & Joyanes, L. (2008). Collaborative e-Business and Software Agents. *Innovations and Advanced Techniques in Systems, Computing Sciences and Software Engineering*, 121-126. Obtenido de [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4020-8735-6\\_23](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4020-8735-6_23)
- Delic, K. A., & Riley, J. A. (2009). Enterprise Knowledge Clouds-Next Generation KM Systems? *International Conference on Information, Process, and Knowledge Management* (págs. 49-53). IEEE Computer Society.
- Geuna, A., & Muscio, A. (2008). The governance of University knowledge transfer. *SPRU Electronic Working Paper Series*, 1-30 Paper No. 173.

- Giraldo, T. (Junio de 2012). Construcción de una metodología para evaluar la sustentabilidad de las políticas de inversión en innovación. *Compendios Empresariales*(72), 10-21. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/ean/n72/n72a02.pdf>
- González de la Fe, T. (2009). El modelo de Triple Hélice de relaciones universidad, industria y gobierno: un análisis crítico. *Arbor Ciencia, Pensamiento y Cultura*, 185(738), 739-755. Obtenido de <http://arbor.revistas.csic.es/index.php/arbor/article/view/327>
- Gruber, T. R. (1993). A Translation Approach to Portable Ontology Specifications. *Knowledge Acquisition*, 5(2), 199-220. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1042814383710083>
- Hou, J., Lü, J., & Du, L. (May de 2010). Factors Influencing Knowledge Transfer between Nonprofit Organization and Enterprise. *2010 International Conference on E-Business and E-Government*, 1807-1810. Obtenido de <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5592766>
- JADE. (24 de Agosto de 2014). *JAVA Agent Development Framework*. Obtenido de <http://jade.tilab.com/>
- Lee, H., & Tran, D. (2015). *Framework for Supporting Students' Approaches to Statistical Investigations*. Obtenido de Friday Institute for Educational Innovation: [https://s3.amazonaws.com/fi-courses/tsdi/unit\\_3/SASI%20Framework.pdf](https://s3.amazonaws.com/fi-courses/tsdi/unit_3/SASI%20Framework.pdf)
- Leydesdorff, L. (February de 2012). The Triple Helix of University-Industry-Government Relations. *Amsterdam School of Communication Research (ASCoR)*. Amsterdam, The Netherlands, The Netherlands. Obtenido de <http://eprints.rclis.org/16559/1/The%20Triple%20Helix%20of%20University-Industry-Government%20Relations.Jan12.pdf>
- Melgar, A., Brossard, I., & Olivares, C. (2019). Current Status of Research Information Management in Peru. *Procedia computer science*, 146, 220-229.
- Mingfei, L., & Jie, Z. (2010). Study on the Mechanisms of Team Learning upon Knowledge Transfer: A Research Based on Social Constructivism Learning Theory. *2010 3rd International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering*, 196-200. doi:10.1109/ICIII.2010.53
- Monagas-Docasal, M. (2012). El capital intelectual y la gestión del conocimiento. *Ingeniería Industrial*, XXXIII(2), 142-150. Obtenido de <https://rii.cujae.edu.cu/index.php/revistaind/article/view/422/452>
- Moodle. (29 de Enero de 2020). *Higher Education*. (W. P. Moodle Pty Ltd. PO Box 303, Productor) Obtenido de <https://moodle.com/solutions/higher-education/>
- Onwuegbuzie, A. J., Witcher, A. E., Collins, K. M., Filer, J. D., Wiedmaier, C. D., & Moore, C. W. (2007). Students' Perceptions of Characteristics of Effective College Teachers: A Validity Study of a Teaching Evaluation Form Using a Mixed-Methods Analysis. *American Educational Research Journal*, 44(1), 113-160. Obtenido de <https://www.jstor.org/stable/30069473>

- Panait, L., & Luke, S. (2005). Cooperative Multi-Agent Learning: The State of the Art. *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, 387-434. Recuperado el 3 de November de 2012, de <https://doi.org/10.1007/s10458-005-2631-2>
- Protégé. (11 de Mayo de 2018). *Protégé*. Obtenido de A free, open-source ontology editor and framework for building intelligent systems: <https://protege.stanford.edu/>
- Ricordel, P., & Demazeau, Y. (21 de August de 2000). From analysis to deployment: A multi-agent platform survey. (A. Omicini, R. Tolksdorf, & F. Zambonelli, Edits.) *In International Workshop on Engineering Societies in the Agents World*, 93-105. Obtenido de [https://scholar.google.com/scholar?hl=en&as\\_sdt=0%2C5&q=From+analysis+to+deployment%3A+A+multi-agent+platform+survey&btnG=](https://scholar.google.com/scholar?hl=en&as_sdt=0%2C5&q=From+analysis+to+deployment%3A+A+multi-agent+platform+survey&btnG=)
- Rodríguez Gómez, D. (2006). Modelos para la creación y gestión del conocimiento - Una aproximación teórica. *Educar*, 25-39. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/28160293\\_Modelos\\_para\\_la\\_creacion\\_y\\_gestion\\_del\\_conocimiento\\_una\\_aproximacion\\_teorica/link/00b495168367ce2dd5000000/download](https://www.researchgate.net/publication/28160293_Modelos_para_la_creacion_y_gestion_del_conocimiento_una_aproximacion_teorica/link/00b495168367ce2dd5000000/download)
- Siegel, D., Waldman, D., Arwater, L., & Link, A. (2004). Toward a model of the effective transfer of scientific knowledge from academicians to practitioners - Qualitative evidence from the commercialization of university technologies. *Journal of Engineering and Technology Management*, 115 - 142. doi:10.1016/j.jengtecman.2003.12.006
- SUNEDU. (2021). *Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria*. Obtenido de <https://www.sunedu.gob.pe/lista-de-universidades-denegadas/>
- Talanti, I., Poulymenakou, A., & Paraskeva, F. (2010). Workplace E-learning: Exploring Factors Affecting Perceived Transfer of Training. *2010 14th Panhellenic Conference on Informatics*, 2014-2017. doi:10.1109/PCI.2010.40
- Torres-Toukoumidis, A., Portilla, F., Cárdenas, J., Álvarez-Rodas, L., & Juan Pablo, S. (2018). Interacción y eficacia de la tecnología de comunicación móvil en la gestión del conocimiento. *Iberian Journal of Information Systems and Technologies*, 28-40.
- Xia, L., Ying, D., & Ping, X. (2009). The Analysis of the Factors Impact of Knowledge transfer between Teachers and Students of Universities. *The 1st International Conference on Information Science and Engineering (ICISE2009)*, 3474-3477. doi:10.1109/ICISE.2009.1169

# Modelo Para Asignar Recursos Computacionales en Infraestructuras de Redes Virtualizadas Usando Mecanismos de Aprendizaje Automático.

PhD. Juan Camilo Giraldo Mejía<sup>1</sup>, MSc. Angy Lizeth Giraldo Legarda<sup>2</sup>,  
PhD. Fabio Alberto Vargas Agudelo<sup>3</sup> PhD. Alicia Martínez Rebollar<sup>4</sup>

**Jgiraldo1@tdea.edu.co; angylizethgiraldo@gmail.com; fvargas@tdea.edu.co;  
alicia.mr@cenidet.tecnm.mx**

<sup>1</sup> Tecnológico de Antioquia IU, Robledo Medellín, 0500, Antioquia, Colombia.

<sup>2</sup> Tecnológico de Antioquia, Robledo Medellín, 0500, Antioquia, Colombia.

<sup>3</sup> Tecnológico de Antioquia IU, Robledo Medellín, 0500, Antioquia, Colombia.

<sup>4</sup> CENIDET, Cuernavaca, 62000, México DF.

**Pages: 72-87**

**Resumen:** En los últimos años se han presentado cambios en la infraestructura de redes de telecomunicaciones, impactando su transformación. Se han incorporado paradigmas tecnológicos como NFV (virtualización de funciones de red), y redes definidas por software (SDN), ambos paradigmas permiten proyectar redes de nueva generación con capacidad de cubrir exigencias computacionales de servicios de telecomunicaciones. Este artículo, presenta un modelo de asignación de recursos computacionales soportado en mecanismos de aprendizaje automático para servicios de redes virtualizadas, para el problema de asignación de recursos y la no disponibilidad de servicios red. Para su diseño se analizaron modelos que asignan recursos de red, y se caracterizaron algunos métodos de aprendizaje automático, para determinar el que mejor aporte de a la asignación de recursos en un entorno virtual de red. El modelo optimiza el proceso aplicando patrones de automatización para una adecuada asignación de recursos de red, optimizando y monitoreando el proceso.

**Palabras-clave:** Redes Virtualizadas, Aprendizaje Automático, Virtualización de funciones de Red NFV, Redes definidas por Software SDN.

## ***Model for Allocating Computational Resources in Virtualized Network Infrastructures using Machine Learning Mechanisms***

**Abstract:** In recent years there have been changes in the infrastructure of telecommunications networks, impacting its transformation. Technological paradigms such as NFV (network functions virtualization) and software-defined networks (SDN) have been incorporated, both paradigms allow the design of new generation networks with the capacity to cover computational demands for telecommunications services. This article presents a computational resource

allocation model supported by machine learning mechanisms for virtualized network services, for the problem of resource allocation and the unavailability of network services. For its design, models that allocate network resources were analyzed, and some machine learning methods were characterized to determine the one that best contributes to the allocation of resources in a virtual network environment. The model optimizes the process by applying automation patterns for an adequate allocation of network resources, optimizing and monitoring the process.

**Keywords:** Virtualized Networks; Machine Learning; NFV -Network Function Virtualization, SDN- Software Defined Networks.

## 1. Introducción

La disponibilidad de servicios de red NFV es fundamental para el correcto funcionamiento de una organización, y la demanda de servicios computacionales cada vez es más alta por el cambio constante de la tecnología, y la tendencia de los mercados, sin embargo existen factores que inciden en el rendimiento de los recursos asignados a los servicios de red, afectando directamente la operación de las organizaciones y servicios. Los principales factores de inestabilidad y rendimiento limitado en las redes se reflejan en problemas de espacio de memoria, mal manejo del balanceador de carga de transacciones, alta concurrencia de datos, y falta de un adecuado control de los recursos. Según (Wahab et al., 2019) el rendimiento limitado, se presenta debido a que las redes tienen un entorno muy dinámico y cambiante, por lo tanto el consumo de los recursos de red es muy variado de acuerdo a la demanda de usuarios. (Wang et al., 2019) indica que los problemas de disponibilidad de recursos de red están relacionados con la congestión de la red, la cual se presenta debido a la variación de tráfico y la falta de efectividad en los procesos de gestión. (Bolodurina et al., 2018) asegura que la causa está en la planificación y la predicción de los requisitos de recursos utilizados, siendo importantes en la organización de la topología dinámica del centro de datos de una red virtual. La carga de los nodos puede cambiar en un amplio grado de intervalos de tiempo bastante cortos y varían según el tipo de ubicación de funciones de red específicas.

La no disponibilidad de los servicios de red es la falta de efectividad de los procesos, las herramientas, la carencia de procesos automáticos. La disponibilidad de los servicios se ve afectada por saturación de transacciones de datos, ocasionando pérdida de información y fallas en los procesos, debido a la mala planeación, la falta de recursos económicos y de infraestructura se genera indisponibilidad en la red, esto sumado a la falta de conocimiento del personal y la carencia de una automatización inteligente que administre los recursos de una manera óptima.

La incorporación de tecnologías de virtualización como NFV hacen que el problema de asignación de recursos tome una nueva dimensión aún no explorada. La tecnología NFV se compone de dos partes, la composición y asignación de cadenas de red. Por esta razón surge la necesidad de identificar y caracterizar modelos de aprendizaje automático implementados en redes virtualizadas, con el propósito de conocer su arquitectura, funcionalidad y la forma como se realiza la asignación de recursos de red.

El propósito de este artículo es presentar una solución al problema de asignación de recursos en una red virtualizada NFV, a partir de un modelo de asignación de recursos computacionales en redes virtualizadas usando mecanismos de aprendizaje automático. El problema se centra en las entradas al sistema, peticiones de encadenamiento (solicitud de servicio de red) donde cada nodo (servidor) virtual demanda una cierta cantidad de recurso (CPU, Memoria) y una función de red específica, y cada enlace virtual demanda una cierta cantidad de recurso (ancho de banda) (Gil & Botero, 2016). La salida del sistema es un servicio de red optimizado (cadena de funciones de red virtuales).

## 2. Estado de la Cuestión

Para la caracterización de algunos modelos propuestos, orientados a la asignación de recursos, se tienen en cuenta los siguientes conceptos:

Técnica de aprendizaje automático: las técnicas de aprendizaje automático (machine learning) son métodos en los cuales un sistema informático adquiere un patrón de comportamiento y de decisión, compuesto por requisitos definidos que alimentan el patrón de comportamiento (Guibao, Yubo & Jialiang, 2017).

Marco o modelo de asignación de recursos: es un estándar definido, para encontrar la solución u optimización del proceso de asignación de recursos. Está compuesto por algoritmos, procesos ordenados y técnicas de aprendizaje automático para la asignación de red (Campbell et al., 2018).

Disponibilidad de recursos de red: capacidad de tener disponibilidad de servicios de red y los recursos que lo componen.

Teniendo claridad de los conceptos, se presentan los siguientes modelos propuestos por diferentes autores.

**Reconfiguración en segmentación de red optimización de beneficios y rendimiento:** Proponen un marco de automatización de reconfiguración de red NFV (funciones de red virtualizadas) para la asignación de recursos, diseñan un algoritmo para el control de tráfico y disponibilidad de recursos y reserva de recursos, este algoritmo está diseñado con base a la demanda de tráfico de transacciones vs el tiempo. El algoritmo mide y ajusta los recursos asignados de acuerdo a la demanda del tráfico de transacciones en el tiempo, FSR Y DSR toman la utilidad de los recursos menos el consumo de recursos y el costo de la reconfiguración de red.

**Enfoque de aprendizaje automático para la colocación y el ajuste eficiente de las funciones de red virtual MAPLE** (Wahab et al., 2019). Los autores indican que a pesar de tantas contribuciones e intentos por optimizar una red virtualizada se pasa por alto el factor de disponibilidad de los recursos de red en la nube. Para esto proponen una solución proactiva de un modelo de programación lineal, que es un algoritmo para minimizar la latencia y la utilización del hardware y el costo de reajuste de configuración de la NFV, utilizando enfoque de K-medoides, que consiste en el agrupamiento de datos y promueven el aprendizaje automático semi supervisado, con el objetivo de eliminar de una manera inteligente las funciones red, que generar costos a nivel de optimización.

**Aprendizaje automático y colocación de funciones de red virtual en los bordes de la red:** (Subramanya & Riggio, 2019) proponen un modelo de red neuronal (subconjunto de aprendizaje automático) que puede ayudar a predecir el número de instancias de VNF requeridas en función del tráfico de red que deben procesar. El modelo logra una precisión de predicción del 97%.

**Algoritmo para el aprovisionamiento de VNF en arquitecturas de nube / MEC RAN habilitadas para NFV:** El trabajo de investigación de (Ruiz et al., 2018) propone un algoritmo, considerando los recursos informáticos y la capacidad de la red para minimizar la tasa de bloqueo del servicio, como el uso de la CPU, además presentan una extensión de algoritmo GAM que agrega una etapa de aprendizaje, y evalúa los beneficios de rendimiento del algoritmo en aquellos escenarios donde las asignaciones de VNF pueden reconfigurarse.

**Selección de funciones de red virtual y encadenamiento basado en aprendizaje profundo en SDN y redes habilitadas para NFV:** (Pei, Hong, & Li, 2018) formulan la tecnología VNF como un modelo de programación de enteros binarios (BIP) con el objetivo de minimizar el retraso de extremo a extremo. Luego, se propone una nueva estrategia basada en el aprendizaje profundo para resolver el problema mediante el enrutamiento inteligente y la predicción.

**Un método para el ajuste adaptativo de los recursos de la cadena de función dinámica del servicio:** (Liu et al., 2018) presenta cómo ajustar el esquema de asignación de recursos, lo que se conoce como problema de ajuste dinámico de recursos SFC (DSFC-RAP). Para esto formularon el DSFC-RAP como un algoritmo de programación lineal.

En los trabajos revisados se observa que tanto las redes físicas como las redes virtuales están en constante transformación y de acuerdo a su usabilidad de recursos son altamente dinámicas. Es indispensable contar con una disponibilidad constante de recursos de red, para garantizar un adecuado proceso informático.

El marco de reconfiguración de corte híbrido (HSR RSV). Utiliza algoritmos de reservas parciales para almacenar recursos de red de reserva. Según los resultados numéricos que muestra la investigación, se logra evidenciar un gran avance en la eficacia de la asignación de recursos, pero no está implementado con un enfoque de aprendizaje automático que gestione de forma equitativa los recursos de red.

Por otro lado el modelo de MAPLE para el reajuste de funciones de red si utiliza un enfoque de aprendizaje automático (Wahab et al., 2019). El enfoque semi supervisado requiere supervisión humana parcial, la cual reduce en gran medida la optimización y ligereza de la asignación de recursos. La incorporación de un modelo de aprendizaje automático no supervisado, permite que el tiempo en la reconfiguración de las funciones de red virtual se reduzca considerablemente.

Respecto al enfoque de Q learning que emplea aprendizaje reforzado. La medida podría ser una solución óptima para que el sistema aprenda a autogestionar los recursos de red, sin embargo, es necesario establecer un histórico de experiencias para que tenga una percepción correcta en las decisiones a tomar.

### 3. Materiales y métodos

#### 3.1. Fase 1. Especificación de los componentes del modelo

Integra elementos y métodos técnicos, aportando eficiencia al proceso de asignación de recursos de red soportando en NFV. La Figura 1, un servicio desde un punto A hasta B, pasa por funciones de red como: monitoreo, balanceo de carga y cortafuegos; funciones instanciadas en los servidores ubicados en la red como máquinas virtuales.

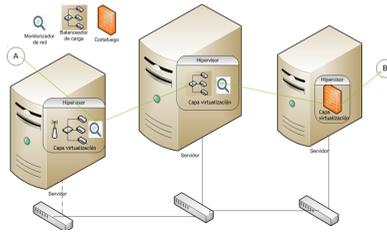


Figura 1 – Virtualizaciones de las funciones de red fuente (Tomás Catalá, 2019).

La Figura 2 muestra una arquitectura de virtualización de las funciones de red NFV según (Tomás Catalá, 2019). Es la base para la especificación del modelo propuesto.

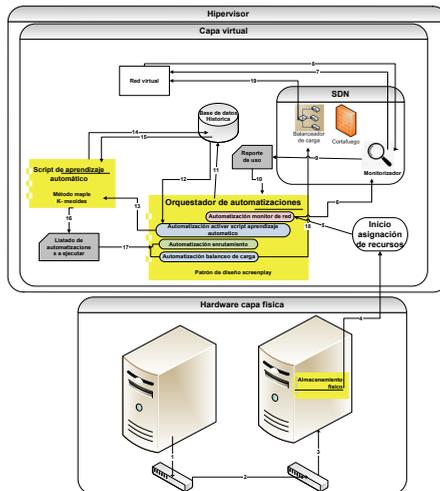


Figura 2 – Arquitectura -asignación de recursos de red NFV con aprendizaje automático. Fuente (Elaboración propia).

**Capa física:** es el componente que contiene los periféricos de la red física, como servidores (Ruiz et al., 2018), almacenamiento físico, donde se encuentra un hipervisor (Software de virtualización de redes). Es el software de virtualización de redes, administra y configura los recursos de red. El hipervisor posee un servidor virtual (Beck & Botero, 2017).

**Capa virtual:** es un componente abstracto, que tiene como propósito alojar la red virtual por medio de un hipervisor (Guibao, Yubo & Jialiang, 2017). Contiene una automatización denominada orquestador (Guibao, Yubo & Jialiang, 2017). Además se encuentra el Almacenamiento virtual de memoria controlado por el hipervisor (Martínez, 2019), las Redes definidas por software (SDN) que controlan los periféricos físicos router, balanceador de carga y cortafuegos (Guibao, Yubo & Jialiang, 2017). El Monitor de red, que es el software encargado de monitorizar la red y analizar el consumo de recursos. Histórico de consumo de recursos de red: es una base de datos que almacena los registros de uso de los recursos. Reporte de insumo de gastos de recursos de red: es el reporte generado por el monitor de red. Orquestador: automatización encargada de orquestar la asignación de recursos de la red, utiliza el método de MAPLE, aprendizaje semi-supervisado. Balanceador de carga: distribuye el tráfico en la red virtual.

### 3.2. Fase 2. Especificación del método de aprendizaje automático

El método de aprendizaje automático seleccionado es el aprendizaje semi-supervisado. Para el modelo propuesto garantiza un aprendizaje certero en la fase de entrenamiento. El algoritmo de aprendizaje semi supervisado toma los registros históricos correspondientes al consumo de recursos de red, y genera decisiones para su administración. El algoritmo utiliza el método de MAPLE basado en el trabajo de (Wahab et al., 2019), y consiste en una técnica que entrena el algoritmo de aprendizaje automático para la toma de decisiones.

### 3.3. Fase 3. Especificación del método de diseño de automatización.

El patrón de diseño screenplay permite el diseño de automatización, utiliza BDD (Behaviour Driven Development), estrategia de desarrollo para prevenir defectos durante la funcionalidad (Mosquera & Development, 2020). Para definir los escenarios de BDD se utiliza Cucumber (Framework de automatización de pruebas). El archivo está escrito en el lenguaje Gherking, que puede ser entendido por un programa o una persona no técnica. Componentes de patrón de diseño screenplay:

**Archivo de descripción** (feature): script compuesto por la descripción del proceso, el nombre del escenario que hace la automatización, y los pasos que ejecuta la automatización. En la figura 3 se muestra la estructura del archivo, a partir del escenario de la automatización del monitor de red.

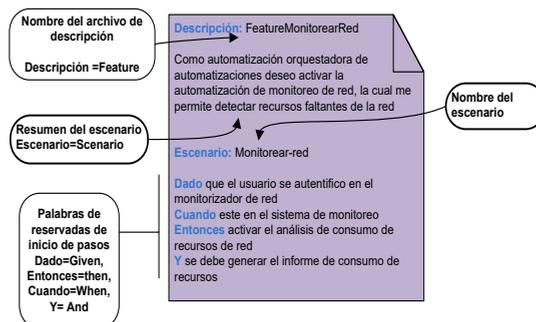


Figura 3 – ejemplo estructura de un archivo “monitorizar. Feature”, fuente. (Elaboración propia)

**Archivo definidor de pasos (step definition):** clase que contiene los métodos generados a través del archivo feature, activan las tareas que se realizan en cada paso de la automatización. Está escrita en lenguaje de programación, y conectada al archivo feature. La clase step definition es la traducción del lenguaje de negocio a lenguaje técnico (Soto, 2020). Los *runners*: es un archivo de ejecución que activa la automatización asociada (Mosquera & Development, 2020). *Tareas* (task): son clases que contiene el algoritmo para realizar las tareas específicas que son llamadas en el método de los steps definitions. Un ejemplo de tarea puede ser abrir el monitor de red o crear un usuario (Mosquera & Development, 2020). *Acciones*: clases que contienen un evento en un objeto, como dar clic, buscar texto (Soto, 2020). *Preguntas* (questions) son métodos que validan el estado de los objetos de la automatización (Mosquera & Development, 2020). *Modelo*: contiene las clases con la definición de los objetos de negocio mediante atributos (Soto, 2020). *Interfaz*: Contiene localizadores de objetos (botones, cajas de texto y listas desplegables). *Excepciones*: es una capa que contiene clases encargadas de controlar y manejar los errores que se puede presentar. *Utilidades*: Clases con funciones complementarias como por ejemplo funciones que permiten cambiar tipo de datos.

### 3.4. Equipamiento de Hardware y Software

Para la simulación del modelo, se dispuso de elementos de hardware y software virtuales que permitieron la ejecución del flujo de datos a partir de la funcionalidad de las actividades trazadas en la ruta del proceso. Los elementos de hardware y software utilizados son los siguientes:

Hardware. servidor, monitor de red, modem, switch, balanceador de carga.

Software. Orquestador, dimensionalidad de red, sistema gestor de base de datos, algoritmo de agrupamiento.

## 4. Resultados

El modelo propuesto se soporta con un patrón de diseño de automatización, y la técnica de optimización de k-meoides. Esta integración permite implementar con mayor eficiencia y rapidez la toma de decisiones en la administración de los recursos de red, véase la figura 4.

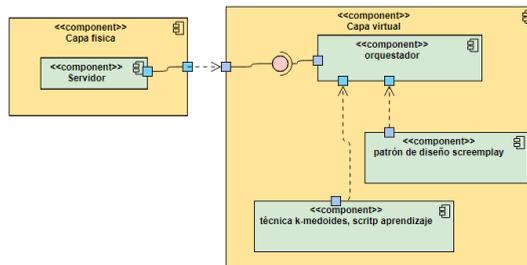


Figura 4 – Componentes del modelo para la asignación de recursos de red NFW fuente (Elaboración propia).

El modelo utiliza el paradigma NFV. Toda la infraestructura de red está compuesta por equipos (servidores, equipos de red y equipos de almacenamiento) según (Ding et al., 2018) el propósito general de los servidores NFV es tener la capacidad de ejecutar diferentes funciones de red.

#### **4.1. Funcionalidad del modelo, flujo propuesto para la asignación de recursos de red**

Una vez se dispone de la red virtual creada por el *hipervisor*, el *orquestador* inicia el proceso de asignación de recursos activando la automatización que ejecuta el monitor de red en busca de carencias de recursos. Una vez realizado el análisis de red se genera el reporte de recursos faltantes, y el orquestador consulta a la base de datos histórica, véase la figura 6, y verifique si los recursos faltantes están disponibles. El orquestador ejecuta el algoritmo de aprendizaje automático que utiliza el método MAPLE basado en clustering para analizar los registros en estado requerido y genera acciones. Si el algoritmo está en fase de entrenamiento espera a que se seleccionen las acciones correctas, el algoritmo aprende de la experiencia para el próximo análisis e indica al orquestador el listado de SDN que debe utilizar. Si el algoritmo está entrenado toma decisiones propias basado en experiencias anteriores; y guarda el listado de acciones en la tabla log histórico. Se repite el ciclo, y el orquestador ejecuta el script de aprendizaje automático.

#### **4.2. Proceso interno de ejecución de automatización de asignación de recurso de red**

El orquestador consta de actores (automatizaciones), que permiten realizar acciones pertenecientes a tareas. Las acciones (dar clic, buscar elemento, cambiar de ventana) interactúan con interfaces o procesos. Los actores generan preguntas para conocer el estado de los elementos después de efectuar tareas. El orquestador utiliza el archivo runner (ejecutable) para iniciar la automatización, el runner lee el archivo de descripción (feature), presentando el escenario automatizado en lenguaje de negocio, luego se invoca al archivo definidor de pasos (steps definition) para ejecutar las tareas de los métodos asociados a cada paso. Las tareas interactúan con objetos enviando y recibiendo información. Posteriormente el modelo actualiza los estados de los objetos y las tareas. Si no hay pasos pendientes, verifica si se presentó algún error y llama la clase de excepciones, y el feature genera el reporte de la ejecución de la automatización en lenguaje funcional del negocio.

#### **4.3. Análisis de recursos de red del script de aprendizaje automático k medoides**

El análisis de los requerimientos de asignación de los recursos de red inicia después de que el orquestador haya ejecutado la automatización de monitoreo, y se tenga la base de datos histórica con los registros actualizados. El script de aprendizaje automático k medoides (clustering) consulta la base de datos histórico e inicia el proceso de agrupamientos con los datos de la tabla de Hechos históricos de asignación, a partir del criterio del estado de los requerimientos. El algoritmo general k número de clusters, y selecciona el grupo con estado terminado, y genera otro cluster cuyo criterio será la lista de acciones previas tomada de la tabla log histórico, y selecciona el cluster con

estado de requerido; lo comparará con el cluster de estado terminado, y analiza las características comunes entre el cluster, buscando identificar características similares a los datos de cluster en estado requerido, para decidir qué acciones ejecutar para cumplir el requerimiento.

**Base de datos histórico de consumo:** La base de datos histórico de consumo de recursos de red, corresponde a un modelo estrella. Su propósito es almacenar un histórico de asignación de recursos de red y un log de acciones por histórico, cuyos datos permiten el entrenamiento del algoritmo de aprendizaje automático.

En la Figura 5 se presenta el modelo estrella de la base de datos histórica.

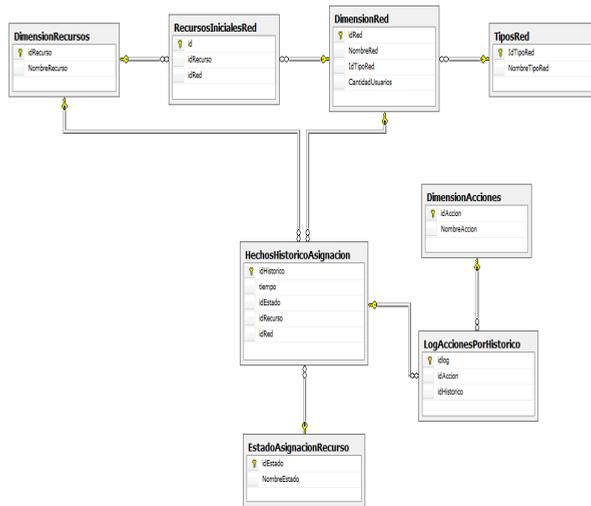


Figura 5 – Base de datos Histórica  
Fuente(Elaboración propia).

Tabla Red: Contiene los datos que caracterizan la red. Tabla Tipos de Red: caracteriza los tipos de red. Tabla dimensión de recursos: almacena los nombres de los recursos que intervienen en una red. Tabla estado asignación: almacena los estados por los cuales puede pasar una asignación de recursos de red. Requerido: es el estado que indica que el recurso de red es requerido. Asignado: este estado indica que el recurso ya fue asignado y por lo tanto cubre el requerimiento. Tabla de hechos históricos de asignación: almacena los hechos históricos referentes a recursos de red. Se almacena la fecha en la cual un recurso de red quedo en estado requerido o asignado. Tabla log de acciones por histórico: se almacenan las decisiones de las acciones ejecutadas por el hecho histórico de asignación de recurso de red. Tabla dimensión de acciones: contiene los nombres de las acciones que serán asignadas en la tabla log histórico. Tabla recursos de red iniciales: almacena los recursos iniciales de una red virtual antes de iniciar el proceso de asignación de recursos.

#### 4.4. Simulación del modelo: arquitectura interna - orquestador de automatizaciones

A continuación, se presenta la simulación de la arquitectura del orquestador de automatizaciones. Para la simulación se utiliza C# y el entorno de desarrollo visual estudió 2019. En la figura 6 se representan las capas por las que está compuesto el orquestador, el cual es un conjunto de archivos de ejecución, descripción, definidor de pasos, tareas, acciones, modelo, interfaz, preguntas, excepciones y utilidades.

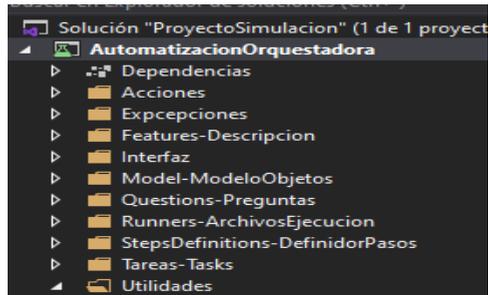


Figura 6 – Simulación orquestador con en el patrón de diseño screenplay  
Fuente (elaboración propia).

Los componentes de cada capa del orquestador y las automatizaciones simuladas son flujo orquestación, monitorear red, script de aprendizaje, balancear carga, crear servidor, asignar modem, asignar switch. La capa interfaz y la capa modelo, son capas que contienen clases con atributos de objetos de una interfaz, las clases de la capa modelo contienen los métodos de obtener y actualizar los objetos, la capa interfaz contiene localizadores de objetos (id, names y xpath).

Capa acciones: acciones que interactúan con los objetos, abrir navegador, dar click, observar, obtener texto. Capa de preguntas: son clases para validar estados y respuestas retornadas por la interfaz o un proceso, en esta capa se definieron las preguntas de ¿objeto habilitado?, ¿retorno un resultado de acciones a ejecutar?, ¿retorno un resultado de monitoreo?, ¿el SDN está activado?. Capa utilidades: contiene una clase auxiliar para chequear conexión. Capa de excepciones: tiene la clase que controla los errores presentados en la ejecución de la automatización.

##### 4.4.1. Simulación Monitoreo de la red

###### *Orquestador*

Activa e inicia el procedimiento de monitoreo, encargado de verificar el estado de la Red. Una vez verificados los elementos o componentes de la Red, el sistema indica el nivel de rendimiento, alto, medio, o bajo. El estado de rendimiento alto, indica que la red se encuentra en un nivel ideal, por lo tanto, no generará requerimientos para

automatizaciones. El estado medio, indica que la red se encuentra en un estado de alerta; no está fallando, pero se debe estar monitoreando con mayor frecuencia. El estado de rendimiento bajo indica un nivel crítico de rendimiento de la red, en este caso el sistema generará requerimientos para mejorarlo.

*Dimensión Red*

Se configuran los datos correspondientes a las características de la red o redes que son monitoreadas. véase la figura 7.

LAPTOP-LTFE3PBB\...dbo.DimensionRed				
	idRed	NombreRed	IdTipoRed	CantidadUsuar...
▶	1	Red de prueba	1	50
*	NULL	NULL	NULL	NULL

Figura 7 – Características de la red  
Fuente (Elaboración propia).

**Dimensión Tipo de Red:** Los datos y registros para esta tabla se configuran previamente para disponer de opciones en el momento de configurar la red. Véase la figura 8.

LAPTOP-LTFE3PBB\S...BD - dbo.TiposRed		
	IdTipoRed	NombreTipoRed
▶	1	Red Virtual NFV

Figura 8 – Tipos de red  
Fuente (Elaboración propia).

Previo al monitoreo para verificar el estado de la red, esta cuenta con un número y especificación de recursos, los cuales determinan el nivel de rendimiento de la misma. véase la figura 9.

LAPTOP-LTFE3PBB\S...cursosInicialesRed			
	id	idRecurso	idRed
▶	1	2	1
	2	3	1
	3	4	1

Figura 9 – Recursos iniciales de la red  
Fuente (Elaboración propia).

#### 4.4.2. Entrenamiento y funcionalidad de la técnica de clustering para asignar recursos de red

**Hechos Histórico Asignación:** Para realizar una asignación automática o inteligente de recursos, el algoritmo de estar entrenado, para disponer de registros históricos previamente establecidos a partir requerimientos previos.

En el momento de la configuración manual o entrenamiento del algoritmo, se selecciona la fecha de registro del requerimiento, luego se marca la opción requerido, se agrega(n) los recursos necesarios de acuerdo a lo indicado en la fase de monitoreo, y finalmente se establece el indicador de red. Los datos configurados quedan registrados en la base de datos cada uno con un identificador único y en una tabla específica para esta operación, véase la figura 10.

idHistorico	tiempo	idEstado	idRecurso	idRed
1	2020-12-09 07:22:03.810	1	2	1
2	2020-12-09 07:22:29.300	2	2	1
3	2020-12-09 07:23:14.593	2	5	1
4	2020-12-09 08:30:55.780	1	4	1
5	2020-12-09 08:30:55.780	1	3	1
6	2020-12-09 08:58:57.787	2	4	1

Figura 10 – Registro de datos histórico - estado requerido o asignado  
Fuente (Elaboración propia).

Luego de esta actividad se debe configurar la automatización que permitirá dar vida al recurso seleccionado de acuerdo al requerimiento. Cada configuración relaciona un identificador único, además del nombre de la automatización, y el código del registro previo en el registro de datos históricos. Estos datos se almacenan en una tabla específica de la base de datos.

#### 4.4.3. Algoritmo entrenado

Cuando el algoritmo está entrenado no es necesaria la configuración de parámetros de históricos, el sistema actuará de manera automática y generará el nuevo registro de históricos, el estado inicial será Requerido. Luego se activa el algoritmo de clustering que asignará y ejecutará la automatización de asignación de recursos.

##### Fase 1 cluster A

A partir del set de datos de la tabla histórico se crea un cluster A, tomando el histórico con su respectivo estado. Véase la figura 11.

idHistorico	NombreRecurso	NombreEstado	tiempo
1	Servidor	Requerido	2020-12-09
2	Servidor	Asignado	2020-12-09
3	Monitor de red	Asignado	2020-12-09
4	Modem	Requerido	2020-12-09
5	Switch	Requerido	2020-12-09
6	Modem	Asignado	2020-12-09

Figura 11 – Cluster A  
Fuente (Elaboración propia)

**Fase 2**

Genera 2 nuevos clústeres, cluster B y cluster C, teniendo como referencia el cluster A, tomando en cuenta la variable recurso de red y estado de asignación, véase las figuras 14 y 15.

idHistorico	NombreRecurso	NombreEstado	tiempo
1	Servidor	Requerido	2020-12-09
4	Modem	Requerido	2020-12-09
5	Switch	Requerido	2020-12-09

Figura 12 – Agrupamiento Cluster B, estado requerido  
Fuente(Elaboración propia)

Resultados		Mensajes		
	idHistorico	NombreRecurso	NombreEstado	tiempo
1	2	Servidor	Asignado	2020-12-09
2	3	Monitor de red	Asignado	2020-12-09
3	6	Modem	Asignado	2020-12-09

Figura 13 – Agrupamiento Cluster C, estado asignado  
Fuente (Elaboración propia)

**Fase 3**

Crea nuevo cluster D, a partir de los datos de la tabla log de acciones asociadas al cluster C de la fase 2, véase la figura 16.

idHistorico	NombreRecurso	NombreEstado	tiempo	NombreAccion
3	Monitor de red	Asignado	2020-12-09 07:23:14.593	Monitorizar red automatizacion
2	Servidor	Asignado	2020-12-09 07:22:29.300	Crear servidor automatizacion
6	Modem	Asignado	2020-12-09 08:58:57.787	Asignar modem automatizacion

Figura 14 – Cluster D  
Fuente (Elaboración propia)

Posterior a esto el script de aprendizaje automático compara el cluster D y el cluster B, teniendo en cuenta como criterio de selección que sea el mismo nombre de recurso de red o que compartan características similares, véase figura 17.

De esta forma el algoritmo de aprendizaje automático identifica las acciones efectuadas previamente para la asignación de un recursos de red, con características similares y actualiza la tabla histórica del recurso que está en estado requerido. La actualiza a estado asignado y genera un nuevo registro en la tabla log de acciones por histórico e indica al orquestador que automatización debe de ejecutar para asignar el recurso de red.

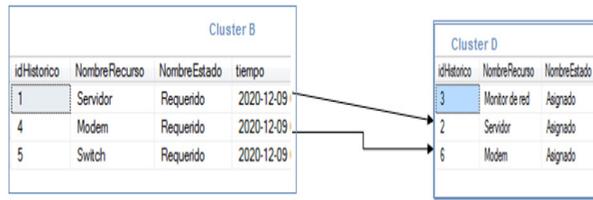


Figura 15 – Comparación cluster B con cluster D  
Fuente (Elaboración propia).

### Fase 4 - Indicador de rendimiento

La siguiente tabla presenta los resultados de la ejecución de los datos, a partir de las iteraciones del algoritmo de agrupamiento, teniendo en cuenta las variables, recursos, y el estado que estos toman de acuerdo a su funcionalidad y rendimiento. Se realizó una ejecución por parte del requestador, con 25 iteraciones.

Recurso de Red	Estado Indicador	Total Requerido	Total Asignado
Balancedor de carga	Requerido, asignado	3	2
Switch	Requerido, asignado	4	3
Modem	Requerido, asignado	2	2
Servidor	Requerido, asignado	5	4
Monitor de red	Requerido, asignado	3	3

Tabla 1 – Indicador de rendimiento

## 5. Conclusiones

La revisión sistemática de literatura permitió evidenciar que el tema de asignación de recursos de red, es objeto de interés investigativo, sin embargo no presentan soluciones que incorporen un patrón de diseño de automatizaciones que las optimice. Algunos trabajos utilizan técnicas de aprendizaje supervisado, lo cual no es una opción optima en la asignación de recursos de red. La técnica de aprendizaje automático incorporada en el modelo propuesto en su fase de entrenamiento, está clasificada como semi supervisada, lo que facilita el entrenamiento del algoritmo de toma de decisiones, y disponibilidad frecuente de recursos de red.

El modelo optimiza el proceso dando una solución eficiente al problema de asignación de recursos de red, aplicando patrones de diseño de automatización. La simulación articulada a los elementos propuestos, asigna de forma adecuada los recursos de red, con un patrón de diseño automatizado, no evidenciado en las investigaciones previas.

La técnica de aprendizaje automático seleccionada y aplicada para la funcionalidad el modelo, se ajusta a las necesidades de procesamiento, clasificación, y selección de los datos relacionados con los recursos disponibles y necesarios para asignar a la red virtual, y garantizar su adecuada funcionalidad.

Los indicadores de rendimiento permiten visualizar la funcionalidad del modelo, facilitando el monitoreo de las actividades relacionadas con verificación de disponibilidad de recursos de red, y asignación de los mismos.

## Referencias

- Gil Herrera J, and Botero J.F (2016). “Resource Allocation in NFV: A Comprehensive Survey,” *IEEE Trans. Netw. Serv. Manag.*, vol. 13, no. 3, pp. 518–532, 2016, doi: 10.1109/TNSM.2016.2598420.
- Wahab O.A, Kara N, Edstrom C, and Lemieux Y (2019). “MAPLE: A Machine Learning Approach for Efficient Placement and Adjustment of Virtual Network Functions,” *J. Netw. Comput. Appl.*, vol. 142, no. June, pp. 37–50, 2019, doi: 10.1016/j.jnca.2019.06.003.
- Wang G, Feng G, Quek T.Q.S, Qin S, Wen R, and Tan W (2019). “Reconfiguration in network slicing-optimizing the profit and performance,” *IEEE Trans. Netw. Serv. Manag.*, vol. 16, no. 2, pp. 591–605, doi: 10.1109/TNSM.2019.2899609.
- Bolodurina I.P and Parfenov D.I (2018). “Optimizing Virtual Network Functions Placement in Virtual Data Center Infrastructure Using Machine Learning,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 302, no. 1, doi: 10.1088/1757-899X/302/1/012059.
- Ding W, Qi W, Wang J, and Chen B (2015). “OpenSCaaS: An open service chain as a service platform toward the integration of SDN and NFV,” *IEEE Netw.*, vol. 29, no. 3, pp. 30–35, doi: 10.1109/MNET.2015.7113222.
- Guibao X, Yubo M, and Jialiang L(2017). “Inclusion of Artificial Intelligence in Communication Networks and Services,” *ITU J. ICT Discov. Spec. Issue*, no. 1, pp. 1–6.
- Beck M.T and Botero J.F (2017). “Scalable and coordinated allocation of service function chains,” *Comput. Commun.*, vol. 102, pp. 78–88, doi: 10.1016/j.comcom.2016.09.010.
- Campbell A.T, De Meer H.G, Kounavis M.E, Miki K, Vicente J.B, and Villela D (2018) “A survey of programmable networks,” *Comput. Commun. Rev.*, vol. 29, no. 2, pp. 7–23, 1999, doi: 10.1145/505733.505735. approach for deploying dynamic service function chains,” *Symmetry (Basel)*, vol. 10, no. 11, 2, doi: 10.3390/sym10110646.
- Subramanya T and Riggio R (2019). “Machine Learning-Driven Scaling and Placement of Virtual Network Functions at the Network Edges,” *Proc. IEEE Conf. Netw. Softwarization Unleashing Power Netw. Softwarization, NetSoft 2019*, no. April, pp. 414–422, doi: 10.1109/NETSOFT.2019.8806631.
- Ruiz L, *et al.*(2018). “A genetic algorithm for VNF provisioning in NFV-enabled cloud/ MEC RAN architectures,” *Appl. Sci.*, vol. 8, no. 12, doi: 10.3390/app8122614.
- Pei J, Hong P, and Li D (2018). “Virtual network function selection and chaining based on deep learning in SDN and NFV-Enabled Networks,” *2018 IEEE Int. Conf. Commun. Work. ICC Work. 2018 - Proc.*, pp. 1–6, doi: 10.1109/ICCW.2018.8403657.

- Liu Y, Zhang H, Guan H, and Wang Y (2018). “A method for adaptive resource adjustment of dynamic service function chain,” *IEEE Access*, vol. 6, pp. 69988–70004, doi: 10.1109/ACCESS.2018.2880251.
- Tomás Catalá J.C, “Universidad de Murcia(2019).” *All rights Reserv. IJES*, vol. 281, no. 4, pp. 1–30, , [Online]. Available:  
<http://nadir.uc3m.es/alejandro/phd/thesisFinal.pdf%5Cnhttp://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Universidad+de+murcia#0>.
- Martínez D.D.A (2019). “Gestión elástica en la nube de recursos computacionales para actividades docentes : caso de uso en el Diseño de Sistemas Digitales,” no. July.
- Mosquera J and Development B.D (2020). “Conceptos básicos para una ejecución en Screenplay,” pp. 1–11.
- Soto M (2020). “Serenity BDD + Screen Play + Java,” pp. 1–14.

# Modelo de Gestión de Residuos de Equipos de Informática y Telecomunicaciones (REIT) mediante la Minería de Procesos.

Carlos O. Caizaguano Ch.<sup>1,5</sup>, Efraín R. Fonseca C.<sup>1</sup>, Carlos S. Caizaguano F.<sup>2</sup>,  
Michelle D. Vega A.<sup>3</sup> y Patricia Bazán<sup>4</sup>

**cocaizaguano@espe.edu.ec; carlos.caizaguanoc@info.unlp.edu.ar; erfonseca@espe.edu.ec;  
carlos.caizaguanooo1@stu.bmcc.cuny.edu; dmveгаа@uce.edu; pbaz@linti.unlp.edu.ar**

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador

<sup>2</sup> Computer Information systems Department, Borough of Manhattan Community College, New York, United States

<sup>3</sup> Facultad de Economía, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador

<sup>4</sup> Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina

**Pages: 88-102**

**Resumen: Contexto:** El incremento de los residuos de equipos informáticos y telecomunicaciones (REIT) es exponencial a nivel mundial. La gestión inadecuada de estos residuos genera impactos a la salud humana y al ambiente. **Objetivo:** Diseñar un modelo de gestión de REIT para las instituciones de educación superior de países en desarrollo, utilizando modelos generados por la Minería de Procesos (MP) en la Informática. **Método:** Realizamos un Mapeo Sistemático de la Literatura (MSL) sobre la aplicación de la MP en el campo de la Informática. **Resultados:** Diseñamos un modelo de gestión de REIT basado en los modelos generados por la MP en la Informática. **Conclusiones:** Los estudios identificados no se enfocan en la gestión de REIT mediante la MP; sin embargo, los modelos encontrados en el MSL, nos permitió generar el modelo en mención.

**Palabras-clave:** Gestión de REIT; Técnicas y Herramientas de MP; Instituciones de Educación Superior; MSL; MP e Informática.

## *IT and Telecommunications Equipment Waste Management Model (REIT) through Process Mining.*

**Abstract: Context:** The increase in waste from computer and telecommunications equipment (REIT) is exponential worldwide. The inadequate management of these wastes generates impacts on human health and the environment. **Objective:** To design a REIT management model for higher education institutions in developing countries using models generated by Process Mining (MP) in Informatics. **Method:** We carry out

a Systematic Mapping of Literature (MSL) on the application of PM in the field of Informatics. **Results:** We designed a REIT management model based on the models generated by the MP in Informatics. **Conclusions:** The identified studies do not focus on REIT management through PM; however, the models found in the MSL allowed us to generate the model in question.

**Keywords:** REIT management; techniques and tools, MP; higher education institutions; MSL; MP and Informatics.

## 1. Introducción

El crecimiento exponencial de los REIT representa un problema crítico a nivel mundial (Dias, Machado, Unda, & Bernardes, 2018); estos residuos contienen elementos químicos que, al no ser tratados adecuadamente, liberan toxinas nocivas que causan problemas a la salud y al ambiente (Dalgo, y otros, 2015). Esto nos motivó a realizar un MSL (Caizaguano, Fonseca, Caizaguano, Vega, & Bazán, 2020) para identificar propuestas enfocadas en la mejora de la gestión de REIT. No obstante, encontramos muy pocas propuestas al respecto (Qu, Zhu, Sarkis, Geng, & Zhong, 2013) que corresponden a países desarrollados. Como conclusión, consideramos que dichas propuestas podrían ser aplicables en países en desarrollo, con ciertas restricciones referentes a los costos y la tecnología específica de gestión de REIT; así mismo, algunos estudios nos dieron indicios de otras opciones para la gestión de REIT, como es la aplicación de la MP.

En este contexto, para Norambuena y Zepeda (Norambuena & Zepeda, 2017), la MP es una técnica que se encuentra entre el aprendizaje automático y la minería de datos, y entre el modelado y análisis de procesos. Van der Aalst (Van der Aalst, 2016) indica que la MP es un conjunto de herramientas, técnicas y enfoques, que permite descubrir, monitorear y mejorar los procesos reales mediante la extracción de conocimiento de los registros de eventos disponibles en los sistemas de información. Según García y otros (García, Pérez, & Estrada, 2016) la MP se aplica en la educación, salud, comercio, industria, inteligencia de negocios, turismo, transporte, informática, entre otros.

Identificamos estudios sobre la aplicación de la MP en la informática; por ejemplo, MP aplicada en el desarrollo de software (Sebu & Ciocarlie, 2014), MP en la gestión del servicio TI (Vázquez-Barreiros, Chapela, Mucientes, Lama, & Berea, 2016), Modelo para la detección y análisis de variabilidad en procesos hospitalarios utilizando técnicas de la MP (Orellana, Perez, & Estrada, 2016). Las técnicas de la MP aplicadas para analizar los registros de eventos del sistema Volvo IT de Bélgica, permitieron identificar el modelo de proceso de producción real, con sus desviaciones y cuellos de botella (Brzychczy, Napieraj, & Sukiennik, 2018) y se concluyó que el modelo de procesos ayuda a diagnosticar y mejorar los procesos. Liu y otros (Liu, Assy, Van Dogen, & Van Der Aalst, 2016) analizaron una aplicación e identificaron que el software es un conjunto de componentes y cada componente tiene su propio modelo. Esto nos motivó a realizar un nuevo MSL sobre la aplicación de la MP en la informática y mejorar nuestro modelo de gestión de REIT propuesto en el anterior artículo (Caizaguano, Fonseca, Caizaguano, Vega, & Bazán, 2020). Esta temática ha sido poco explorada, por lo que consideramos que podría contribuir en la gestión de REIT.

La estructura del resto del artículo es la siguiente: En la sección 2 se presentan los antecedentes. En la sección 3 se detalla la metodología de la investigación. En la sección 4 se abordan los resultados de la investigación. En la sección 5 se sintetizan los resultados. Finalmente, en la sección 6 se plantean las conclusiones y trabajo futuro.

## 2. Antecedentes

Baldé entre otros (Baldé, Forti, Gray, Kuehr, & Stgmann, 2017), determinan que el incremento de los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) es exponencial debido al ciclo de innovación, la evolución de la tecnología y el desarrollo socioeconómico, entre otros. Según Jin y otros (Jin, Li, Wang, & Tnag, 2015) cuando estos equipos cumplen su vida útil se convierten en residuos de aparatos electrónicos y eléctricos (RAEE), los cuales al no ser tratados apropiadamente liberan toxinas que contaminan el ambiente y afectan la salud. En este contexto, la gestión de los RAEE presenta grandes desafíos tanto para los países desarrollados y más aún para los países en desarrollo. Por citar un dato, en el año 2016 se recolectaron y reciclaron 8,9 millones de toneladas métricas de RAEE a nivel mundial (Mihai, Gnoni, Meidiana, & Elia, 2019). Se han realizado varios estudios respecto a la gestión de los RAEE (Caizaguano, Fonseca, Caizaguano, Vega, & Bazán, 2020), en los que destacan modelos (Chen & Li, 2017), sistemas (Agarwal & Goel, 2020), logística inversa (Dieste, Viagi, Panizzolo, dos-Santos, & Marins, 2018), tecnologías (Capecci, y otros, 2017), políticas (Maphosa & Maphosa, 2020) y legislación (Marques & da Silva, 2017). Más ejemplos se encuentran los trabajos de Agarwal y Goel (Agarwal & Goel, 2020) que utilizaron técnicas basadas en Inteligencia Artificial para la segregación de los RAEE. Del mismo modo, Capecci y otros (Capecci, y otros, 2017) desarrollaron una aplicación que muestra los componentes individuales en las fases de fabricación, uso, reutilización y fin de vida útil de los AEE que contienen elementos peligrosos y/o preciosos que conllevan un cuidado especial durante el tratamiento.

La mayoría de las propuestas se han implementado en países desarrollados; como, por ejemplo, Japón, Noruega, Suecia, Dinamarca, Finlandia, Estados Unidos, entre otros. En estos países se utilizan tecnologías avanzadas para la gestión de RAEE, lo que implica una inversión cuantiosa de recursos, así como la ejecución de procesos operativos complejos (Dieste, Viagi, Panizzolo, dos-Santos, & Marins, 2018) lo cual, no es del todo aplicable en los países en desarrollo. Ante esta situación se generó la convención de Basilea, la cual tiene como propósito el control de los movimientos transfronterizos de los residuos peligrosos y su eliminación; no obstante, existen muchos países que aún no han ratificado la participación en dicha convención. Lo ideal sería alcanzar la implementación integral a nivel mundial (Ezeah & Fazakerley, 2017). Asimismo, debido a legislaciones incorrectas de ciertos países, se realizan prácticas inapropiadas de eliminación de RAEE, lo que genera bajos niveles de recolección y reciclaje.

En este contexto, realizamos un MSL enfocado en la gestión de REIT; se identificaron pocos estudios que destacan sistemas, modelos, métodos y legislación orientados en la gestión de REIT en las Instituciones de Educación Superior (Caizaguano, Fonseca, Caizaguano, Vega, & Bazán, 2020). En este contexto, Van Aalst (Van der Aalst, 2016) determina que la MP provee herramientas, técnicas y enfoques para el descubrimiento de procesos, la evaluación de la conformidad y el mejoramiento de procesos. En la

literatura hallamos indicios del uso de la MP en la gestión de REIT, lo que nos motivó a realizar un MSL sobre la aplicación de la MP en la informática (Kitchenham, Budgen, & Brereton, 2015). Con la información obtenida adaptamos y estructuramos un modelo de gestión de REIT, mediante la MP poniendo énfasis en su sostenibilidad, en la economía y el medio ambiente.

### **3. Método de investigación**

El Mapeo Sistemático de la Literatura, es un método que permite la clasificación, análisis, evaluación, interpretación e identificación del conocimiento existente para un área de interés (Macchi & Solari, 2012). El objetivo de este estudio es realizar el MSL y proponer un modelo de gestión de REIT, mediante la aplicación de la MP, basado en las pautas de Kitchenham y otros (Kitchenham, Budgen, & Brereton, 2015), así como de Petersen y otros (Petersen, Feldt, Mujtaba, & Mattsson, 2008). En esta fase desarrollamos las actividades de: (1) planificación de la revisión, (2) selección de estudios, (3) evaluación de la calidad del proceso de selección de estudios, (4) extracción de información y (5) síntesis de resultados.

#### **3.1. Planificación de la revisión**

En esta etapa desarrollamos las siguientes actividades: (i) definición de las preguntas de investigación, (ii) determinación de los criterios de inclusión y exclusión, (iii) conformación del grupo de referencia de literatura, y (iv) la estructuración de la cadena de búsqueda.

##### ***3.1.1. Definición de las preguntas de investigación***

Los objetivos determinados se convierten en preguntas de investigación (PI), las cuales, determinan, el alcance del estudio (Van Eck, Lu, Leemans, & Van der Aalst, 2015). Las preguntas de investigación referentes al objetivo propuesto se detallan a continuación:

PI1: ¿Qué técnicas y herramientas de la MP se aplican en el proceso de desarrollo de software (SW)?

PI2: ¿Cuáles son las técnicas y herramientas de la MP que se aplican al SW desarrollado?

PI3: ¿Qué técnicas y herramientas de la MP se aplican en el descubrimiento, conformidad y mejora de procesos en la informática?

PI4: ¿Qué técnicas de la PM se utilizan para generar modelos de procesos en el entorno de la Informática?

PI5: ¿Las técnicas y herramientas de la MP permiten estructurar un modelo de gestión de los REIT para Instituciones de Educación Superior de los países en desarrollo?

##### ***3.1.2. Determinación de los criterios de inclusión y exclusión***

Según Durelli y Durelli (Durelli & Durelli, 2012) para determinar qué estudios primarios son relevantes para responder a las preguntas de investigación, es importante aplicar los criterios de inclusión y exclusión a cada estudio recuperado.

Los criterios de inclusión utilizados son:

1. Artículos que describen la aplicación de la MP en el desarrollo de software.
2. Artículos que se refieren a la aplicación de la MP al software desarrollado.
3. Artículos que describen la aplicación de la MP para el descubrimiento, evaluación de conformidad y mejora de procesos en la informática.
4. Artículos que describen modelos para aplicar técnicas de MP en la Informática.

Los criterios de exclusión de artículos que se ha considerado son:

1. Artículos cuya información, no esté estrictamente relacionada con la aplicación de la MP con un área que tenga relación con el ámbito de la informática.
2. Artículos que detallen la aplicación de la MP de forma teórica general y no se instancie la propuesta en la práctica.

### **3.1.3. Conformación del grupo de referencia de literatura (GRL)**

Según Zhang y otros (Zhang, Barbar, & Tell, 2011), los estudios del GRL evidencian el origen de los términos relevantes utilizados en la cadena de búsqueda (CB). En tal virtud, revisamos varios estudios que ayudaron en la construcción de la CB. Cada revisor justificó la selección de estudios que podrían conformar el GRL; se consideraron estudios como artículos de revista en los cuartiles del Journal Citation Reports, del Scimago Journal Rank y artículos de congresos con factor de impacto y se seleccionaron seis (6) estudios que conforman el GRL.

### **3.1.4. Conformación de la cadena de búsqueda (CB)**

Las cadenas de búsqueda (Zhang, Barbar, & Tell, 2011) conectan términos relevantes identificados en los artículos del GRL y se combinan con operadores lógicos para buscar estudios afines con el tema de investigación. Esta fase incluye las actividades: a) revisión de los estudios del GRL, b) identificación de términos relevantes, c) categorización de términos y formalización de la categorización, y d) prueba piloto de la CB.

En esta fase, revisamos los estudios del GRL a nivel del título, resumen y palabras clave e identificamos los términos generales de cada estudio, así como los términos comunes entre ellos. Luego, los términos de mayor frecuencia, tanto intra como entre estudios fueron extraídos y categorizados; con estos términos seleccionados se estructuraron varias cadenas de búsqueda y se articularon los términos con operadores OR y AND. Se consideró que la cantidad de artículos sea manejable, los títulos de los estudios sean afines a los criterios de inclusión y exclusión y los resultados incluyan a la mayoría de los artículos del GRL. Las cadenas estructuradas fueron ensayadas en la base de datos Digital Scopus; en virtud, de que cubre la mayoría de las bibliotecas. Finalmente, con las iteraciones realizadas, se seleccionó a la cadena de búsqueda CB10, esta cadena contiene a cuatro de los seis (6) artículos del GRL”.

La cadena de búsqueda seleccionada es:

*ALL (“process mining”) AND (“event logs” OR “process model” OR “information systems” OR “information management” OR “system management” OR “software” OR “algorithms”) AND (“process mining techniques”).*

### **3.2. Selección de estudios**

Según Ali y Petersen (Ali & Petersen, 2014), la selección de estudios permite mejorar la calidad y la confiabilidad de los artículos seleccionados. En este contexto, realizamos las actividades de: a) búsqueda de estudios candidatos, b) selección de estudios relevantes y primarios, y c) la evaluación de la calidad del proceso de selección de estudios.

#### **3.2.1. Búsqueda de estudios candidato en las bases de datos digitales (BDD)**

La búsqueda y la selección de estudios candidatos realizamos en las BDD Springer, Scopus, IEEE, Science Direct y ACM; en el proceso de búsqueda la cadena CB10 se adaptó a la sintaxis de cada BDD. Como resultado, se obtuvieron 1.400 estudios candidatos.

#### **3.2.2. Selección de estudios relevantes**

Mediante la lectura de sus títulos, resúmenes y conclusiones, los artículos candidatos son descartados (Velásquez, 2015). La selección de los artículos relevantes se realizó en base a los criterios de inclusión y exclusión; en esta etapa se realizaron las actividades: a) revisión y filtrado, b) verificación cruzada, y c) validación de los estudios relevantes.

Cada revisor, de forma independiente, analizó los estudios candidatos a nivel de título, resumen y palabras claves. Los resultados fueron registrados en un formulario en el siguiente orden: Numeral (No.), Título del Artículo, Resumen, revisor1 (R1), revisor2 (R2), resultado (R) y Acuerdo (A). Los acuerdos en los estudios seleccionados se representaron con las siglas AES, los acuerdos en los estudios no seleccionados con AENS y los desacuerdos con las siglas DES. Se utilizó el dígito uno (1) para indicar que un artículo candidato es seleccionado y el dígito cero (0) para indicar que un artículo no es seleccionado. Los revisores realizaron una verificación cruzada de los resultados obtenidos de estudios candidatos que permitió ratificar acuerdos y analizar desacuerdos sobre la selección o no de ciertos estudios. Se obtuvieron 89 estudios relevantes.

#### **3.2.3. Selección de estudios primarios (EP)**

Esta fase, incluye las actividades de revisión y filtrado de los estudios relevantes, y la verificación cruzada de EP entre los revisores. Los estudios relevantes fueron analizados a profundidad por los revisores de forma independiente. Los resultados, se registraron en un formulario que incluye: No., Título de Artículo, revisor1 (R1), revisor2 (R2), resultado (R) y acuerdo (A). A continuación, validaron los estudios primarios. Como resultado de esta fase, se obtuvieron 16 estudios primarios.

### **3.3. Evaluación de la calidad del proceso de selección de estudios**

Kitchenham y otros (Kitchenham, Budgen, & Brereton, 2015) determinan que la calidad de estudios se relaciona con la medida en que se minimiza el sesgo y se maximiza la validación externa e interna. Los investigadores para mitigar el impacto de ciertas amenazas han incluido componentes de calidad en las actividades más vulnerables. Las amenazas a la validez identificados en este estudio son: a) cobertura de la literatura, b) selección de las BDD, c) calidad en la selección de estudios relevantes y primarios.

<sup>1</sup> Ver formulario de selección de Estudios Relevantes a través de este [enlace](#)

### **3.3.1. Cobertura de la literatura**

Para disminuir las amenazas a la validez en el desarrollo de este trabajo, se utilizó elementos de calidad como: la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión, estructuración de la cadena de búsqueda, artículos de revista y de congresos de impacto, verificación, y validación en la toma de decisiones en consenso. En base a las actividades ejecutadas se constató que la conformación de estudios del GRL justifica el origen de los términos utilizados en la cadena de búsqueda y por ende la cobertura de la literatura.

### **3.3.2. Selección de las bases de datos digitales (BDD)**

Para mitigar las amenazas de sesgo en la selección de las BDD, se analizaron parámetros como: redundancia mínima, integridad de los datos, acceso a través de lenguajes de programación estándar, se estructuraron las cadenas de búsqueda con los elementos relevantes de los estudios del GRL y se consideraron artículos de revistas, conferencias, capítulos de libros, entre otras fuentes.

### **3.3.3. Calidad en la selección de estudios relevantes (ER)**

Para reducir la amenaza de sesgo en la selección de ER, se aplicó dos métodos de análisis: (i) La revisión de los artículos candidatos a nivel de título, resumen y palabras clave por dos revisores, esto permitió reducir su incidencia. Luego, con la validación cruzada del análisis individual de los estudios candidatos, se obtuvo el 95.43% de acuerdo entre los revisores. (ii) Torres y Perera (Torres & Perera, 2009) proponen el método estadístico coeficiente Kappa de Cohen ( $k$ ) para medir el grado de acuerdo entre los revisores. En este contexto, se utilizó el método coeficiente Kappa ( $k$ ) para la evaluación de la calidad en la selección de los ER. Además, Picado (Picado, F., 2008) indica que los valores de Kappa mayores que 0.75 muestran una excelente concordancia; mientras que, valores menores que 0.40 indican poca concordancia. El resultado obtenido en este trabajo indica una buena concordancia entre los dos revisores, con un resultado de 0.67.

### **3.3.4. Calidad en la selección de estudios primarios (EP)**

Para Kitchenham y otros (Kitchenham, Budgen, & Brereton, 2015) la evaluación de la calidad de EP respalda el proceso de inclusión. Para reducir el sesgo en la selección de EP, se utilizó dos métodos: (i) El análisis y filtrado de EP permitió reducir su incidencia. Con la validación cruzada de la revisión individual de EP, se obtuvo un resultado del 85.39% de acuerdo entre los revisores. (ii) Con el método de evaluación de EP, basado en las pautas de Kitchenham & Charters (Kitchenham & Charters, 2007) estructuramos los criterios utilizados para evaluación de la calidad. A continuación, dos revisores en base a los 10 criterios de calidad evaluaron de forma independiente cada EP. Se asignó el valor de (1) al parámetro Si, (0.5) al parámetro Parcial y (0) al parámetro No. Finalmente, las puntuaciones determinadas a cada estudio fueron comparadas y se llegó a un consenso. El promedio obtenido de los resultados de la evaluación es 88%, lo que expresa que cada EP es una fuente de información fiable.

Es importante indicar que, por falta de espacio, hemos utilizado un Anexo para detallar las tablas de resumen de los hallazgos y cálculos de fórmulas. Para mayor detalle, se solicita revisar el anexo de resumen, a través del siguiente [enlace](#).

## **4. Proceso de Extracción de Información**

Según García y otros (García, y otros, 2019), los estudios primarios (EP) se extraen, agregan, visualizan y mapean para responder a las preguntas de investigación. En esta fase se realizó una exploración detallada del texto completo de los EP, lo cual permitió seleccionar la información relevante y responder a las preguntas de investigación.

### **4.1. Respuesta a la pregunta de investigación 1**

Erdem y Demirörs (Erdem & Demirörs, 2017) en un estudio de caso, demostraron que los métodos ágiles dejan evidencias para rastrear y extraer conocimiento sobre el proceso real con la MP; analizando los datos, alcanzaron resultados para el equipo ágil y oportunidades para diagnosticar las partes defectuosas del proceso aplicado. Cabac y Denz (Cabac & Denz, 2008) utilizan MP en el desarrollo de software identificando en el diseño el comportamiento de un sistema real, en la depuración utilizaron trazas de un sistema en ejecución, y en la validación y las pruebas los rastros del software en ejecución. A continuación, los compararon con la especificación, mediante el análisis de conformidad y realizaron el monitoreo y la optimización en línea. Así mismo, Keith y Vega (Keith & Vega, 2016), en su estudio presentaron el uso de la MP como herramienta de apoyo en la fase de prueba y en la evaluación del proceso real. Esto permitió identificar las diferencias entre el proceso real y el modelo descrito.

### **4.2. Respuesta a la pregunta de investigación 2**

Para Liu y otros (Liu, Van Dongen, Assy, & van der Aalst, 2018) la interfaz está orientada a la estructura más que a la función; con la MP y utilizando los registros del software en ejecución proponen un enfoque orientado a la función; esta propuesta fue comparada con otros enfoques de identificación de interfaz orientados a la estructura y permitió a los autores identificar las interfaces. Haung y otros (Haung, Chen, & Chung, 2011) con el uso de la MP identificaron la comunicación y transacción de procesos ocurridos en la nube; mediante la extracción de datos descubrieron la información oculta en los registros y los procesos en ejecución; este estudio permitió a los autores identificar los procesos que ocurrieron normalmente y otros que ocurrieron irregularmente. Así mismo, Sebu y Ciovarlie (Sebu & Ciovarlie, 2014) en un estudio de caso, utilizando la MP sobre los registros de eventos del software, extrajeron la información oculta del proceso, los autores concluyen que la amplitud y complejidad de los datos de entrada complica la identificación de la información oculta.

Huynh y Le (Huynh & Le, 2012) con las herramientas de la MP detectaron intrusiones en base de datos, esta técnica ayudó a los autores a detectar el verdadero positivo y eliminar los falsos positivos; además, seleccionaron características transaccionales adecuadas a la sensibilidad de los datos y la detección de intrusos. En este contexto, Bernardi y otros (Bernardi, Piraces, & Trillo-Lado, 2017) proponen a la MP para mejorar la seguridad de los sistemas de información web (SIW); esta técnica les permitió identificar el comportamiento del sistema, generar un modelo, rastrear el SIW, obtener los registros de eventos e identificar las desviaciones. Al analizar los registros de eventos con la MP localizaron las desviaciones y la detección de ataques informáticos.

### **4.3. Respuesta a la pregunta de investigación 3**

Lemos y otros (Lemos A. B., Sabino, Lima, & Oliveira, 2011) en un estudio de caso escanearon los registros de ejecución del proceso para descubrir el modelo de proceso real e identificar anomalías, mediante la MP. Los autores demostraron, con el análisis de registros, que la MP permite la evaluación de conformidad y mejora de los procesos de desarrollo de software. Lemos y otros (Lemos A. M., Sabino, Lima, & Oliveira, 2011) identificaron si el proceso de desarrollo de software real cumple con sus especificaciones formales, utilizando MP. El análisis de conformidad generó informes que muestran las inconsistencias entre un modelo de proceso y su registro de ejecución correspondiente.

### **4.4. Respuesta a la pregunta de investigación 4**

Rubín y otros (Rubin, Mitsyuk, Lomazova, & Van Der Aalst, 2014) analizaron los registros de eventos generados por la interacción del usuario con el sistema, con MP. Este análisis les permitió identificar los modelos de flujo de la interfaz de usuario y del proceso, estos modelos contienen datos del uso real del software (SW) y ayudan a mejorar la usabilidad y rediseño de estos. En este ámbito, Liu y otros (Liu, Assy, Van Dogen, & Van Der Aalst, 2016) identificaron el comportamiento real del SW, mediante escaneo con MP, y aseveran que un SW es un conjunto de componentes y cada componente tiene su propio modelo de comportamiento. Mukala y otros (Mukala, Cerone, & Turini, 2015) con la MP analizaron los registros de SW libre y de código abierto, esto permitió la identificación de la conformidad con modelos predefinidos, descubrieron nuevos patrones, mejoraron los modelos y concluyen que la MP ayuda a la exploración y reconstrucción de modelos de proceso a partir de registros de eventos.

Brzychczy y otros (Brzychczy, Napieraj, & Sukiennik, 2018) analizaron, utilizando MP, los registros de eventos reales del sistema Volvo IT de Bélgica, lo cual permitió descubrir el modelo de procesos que ayudan a diagnosticar y mejorar los procesos reales, identificar las desviaciones y los cuellos de botella. Así mismo, Marques y otros (Marques, Mira da Silva, & Ferreira, 2018) evaluaron, con la MP, la implementación de las prácticas de Scrum utilizando los registros de eventos de un sistema y descubrieron procesos de software más comprensibles. Al respecto, Vázquez y otros (Vázquez-Barreiros, Chapela, Mucientes, Lama, & Berea, 2016) aplicaron MP para explorar los registros de eventos y procesos, crear modelos que faciliten la verificación de conformidad y descubrir modelos de procesos reales. El análisis de los procesos permitió a los autores identificar el comportamiento de estos y detectar los cuellos de botella.

### **4.5. Respuesta a la pregunta de investigación 5**

Identificamos cuatro artículos primarios que se centran en la generación de modelo de procesos mediante la aplicación de técnicas y herramientas de la minería de procesos, (MP) en el entorno de la informática. Por ejemplo, Marques y otros (Marques, Mira da Silva, & Ferreira, 2018) lograron extraer modelos de procesos reales y el comportamiento del usuario, aplicando MP en los registros de eventos. Así mismo, Brzychczy y otros (Brzychczy, Napieraj, & Sukiennik, 2018) identificaron el modelo de procesos que ayudan a diagnosticar y mejorar los procesos reales y localizaron las desviaciones y los cuellos de botella, investigando los registros de eventos con la MP. Rubín y otros (Rubin, Mitsyuk, Lomazova, & Van Der Aalst, 2014) analizaron los registros de eventos e identificaron los

modelos del flujo de interfaz de usuario y del proceso, mediante MP; estos modelos aportan información del uso real del software que ayudan a mejorar su usabilidad y rediseño. En este contexto, Vázquez (Vázquez-Barreiros, Chapela, Mucientes, Lama, & Bera, 2016) y otros analizaron los registros de eventos e identificaron el comportamiento y el modelo de procesos. Estos modelos permitieron analizar la verificación de conformidad, descubrir modelos de procesos reales y detectar los cuellos de botella.

El resto de los estudios primarios permitieron identificar el uso de las técnicas y herramientas de la MP en el descubrimiento de procesos, la evaluación de la conformidad y la mejora de procesos, tanto en el proceso de desarrollo de software como en el software desarrollado. La información detallada en los estudios primarios precedentes fue analizada, con el propósito de identificar la aplicación de las técnicas y herramientas de la MP en la generación de un modelo para la gestión de REIT.

Cabe indicar, en el Mapeo Sistemático de la Literatura anterior al presente generamos el modelo completo de gestión de los REIT como se muestra en la Figura 1.

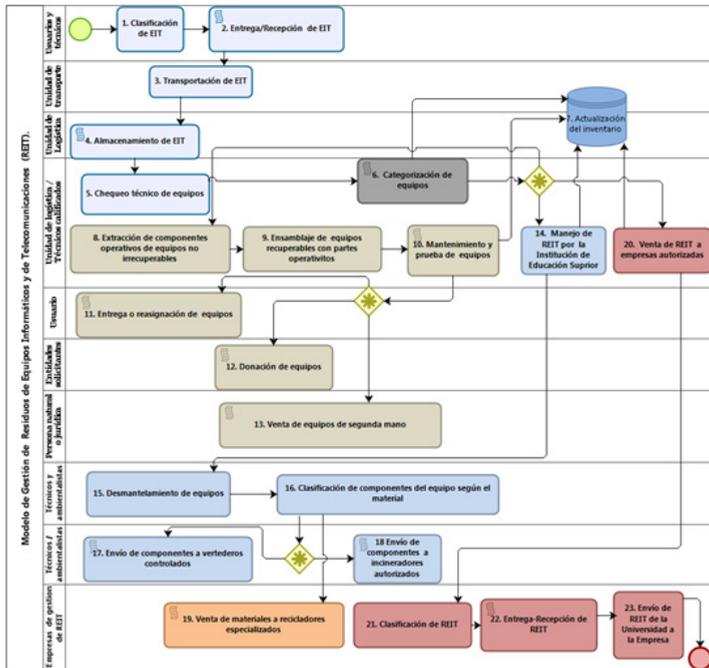


Figura 1 – Modelo de gestión de REIT.  
Fuente: Elaboración propia.

En el modelo que se muestra en la Figura 2, analizamos las actividades a partir de “Chequeo y Categorización de Equipos”. El proceso inicia con la extracción de datos registrados en una hoja electrónica de Excel proporcionada por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Luego, se importa la información a la herramienta DISCO

determinando parámetros especiales como: (i) Case ID, (ii) Time Stamp y (iii) Activity. Como resultado del análisis identificamos 168 eventos, 28 tipos de caso y 6 variantes del proceso. Además, el filtrado de información por rendimiento permite inspeccionar las actividades que causan retrasos significativos y detectar los cuellos de botella.

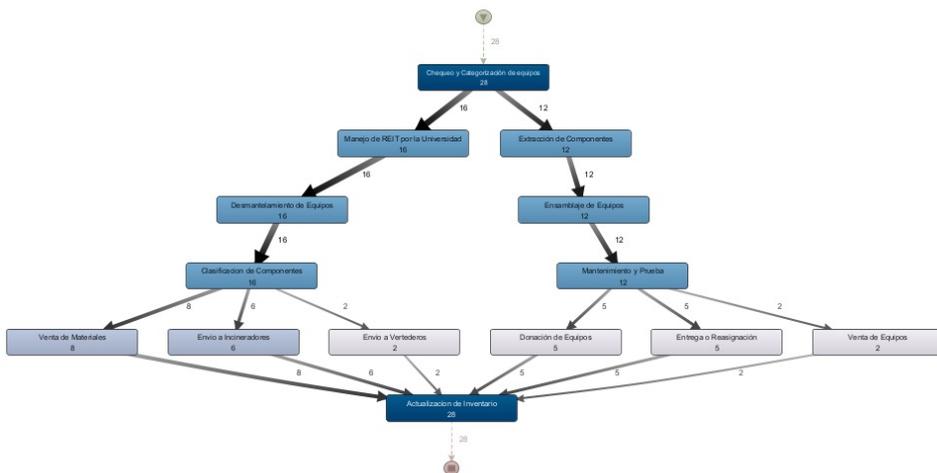


Figura 2 – Modelo de gestión de REIT, generado con la herramienta Disco de la MP.

Para mayor detalle, se solicita revisar el anexo de resumen, a través del siguiente [enlace](#).

## 5. Conclusiones y trabajos futuros

En la revisión de los artículos se ha identificado que las técnicas y herramientas de la MP, son aplicables sobre cualquier entorno que siga una secuencia de pasos lógicos. Esto nos motivó a proponer un modelo para la gestión de REIT, utilizando la herramienta DISCO, aplicables en las instituciones de educación superior.

Mediante el uso de la herramienta DISCO, identificamos un cuello de botella en torno a la actividad “Chequeo y Categorización de Equipos”. Cabe señalar que la MP no puede determinar porque existe este cuello de botella; sin embargo, puede mostrarnos donde tenemos problemas en nuestro proceso. En este contexto, una razón podría ser que la Unidad de Tecnologías de la Información y Comunicación (UTIC) el número de técnicos no es acorde a la cantidad de equipos que deben ser chequeados o los técnicos que ejecutan esta actividad no tienen la preparación adecuada.

Consideramos que el modelo propuesto podría ser mejorado mediante el uso de la logística inversa y otras estrategias. Este tipo de proyectos pueden ser desarrollados por investigadores de Instituciones de Educación Superior, para permitir el uso de las propuestas en Instituciones de bajo presupuesto.

## Referencias

- Agarwal, V., & Goel, S. (2020). Artificial Intelligence in Waste Electronic and Electrical Equipment Treatment: Opportunities and Challenges. *In 2020 International Conference on Intelligent Engineering and Management (ICIEM)* (págs. 526-526). Noida, Uttar Pradesh, India: IEEE.
- Ali, N. B., & Petersen, K. (2014). Evaluating strategies for study selection in systematic literature studies. *In Proceedings of the 8th ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement(45)*, 1-4.
- Baldé, C. P., Forti, V., Gray, V., Kuehr, R., & Stgmann, P. (2017). *Observatorio Mundial de los residuos electrónicos 2017*. Bonn/Ginebra/Viena.: Universidad de las Naciones Unidas (UNU), Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA),.
- Bernardi, S., Piraces, R., & Trillo-Lado, R. (2017). Using Process Mining and Model-Driven Engineering to Enhance Security of Web Information Systems. *2017 IEEE European Symposium on Security and Privacy Workshops (EuroS&PW)*. Paris.
- Brzychczy, E., Napieraj, A., & Sukiennik, M. (2018). Modelling of processes with use of process mining techniques. *Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie/ Politechnika Śląska.*, 116(1995), 23-36.
- Cabac, L., & Denz, N. (2008). Net Components for the Integration of Process Mining into Agent-Oriented Software Engineering. *Transactions on Petri Nets and Other Models of Concurrency*, 5100, 86-103.
- Caizaguano, C. O., Fonseca, E. R., Caizaguano, C. S., Vega, M. D., & Bazán, P. (2020). Modelo de Gestión de Residuos de Equipos de Informática y Telecomunicaciones para Instituciones de Educación Superior. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información*, 1(1), 436-451.
- Capecchi, S., Cassisi, E., Granatiero, G., Scavongelli, C., Orcioni, S., & Conti, M. (2017). Cloud-based system for waste electrical and electronic equipment. *In 2017 13th Workshop on Intelligent Solutions in Embedded Systems (WISES)* (págs. 41-46). Hamburg, Germany: IEEE.
- Chen, Y., & Li, B. (2017). Recycling pricing of valuable WEEE based on hotelling model. *In 2017 International Conference on Grey Systems and Intelligent Services (GSIS)* (págs. 317-322). Stockholm, Sweden: IEEE.
- Dalgo, D., Ochoa, V., Perez, G., Parra, R., Peñafiel, M., Saenz, R., & Velasco, A. (2015). Electronic Waste Recycling Campaign at Universidad San Francisco de Quito, Ecuador. *Avances en Ciencias de la Ingeniería*, 7(5), 116-123.
- Dias, P., Machado, A., Unda, N., & Bernardes, A. M. (2018). Waste electric and electronic equipment (WEEE) management: A study on the Brazilian recycling routes. *Journal of Cleaner Production*, 174, 7-16.
- Dieste, M., Viagi, A. F., Panizzolo, R., dos-Santos, R. F., & Marins, F. A. (2018). Reverse logistics models for the collection of Waste Electrical and Electronic Equipment -

- the Brazilian case. *2018 International Conference on Production and Operations Management Society (POMS)* (págs. 1-8). Kandy, Sri Lanka: IEEE.
- Durelli, R. S., & Durelli, V. H. (2012). A Systematic Mapping Study on Formal Methods Applied to Crosscutting Concerns Mining.
- Erdem, S., & Demirörs, O. (2017). An Exploratory Study on Usage of Process Mining in Agile Software Development. *International Conference on Software Process Improvement and Capability Determination*. Ankara.
- Ezeah, C., & Fazakerley, J. H. (2017). Scoping Extended Producer Responsibility (EPR) as a tool for. *Dealing With Waste: Resource Recovery and Entrepreneurship in Informal Solid Waste Management in African Cities*, 37–54.
- García, A., Pérez, A. D., & Estrada, S. V. (2016). Revisión de los principales modelos para aplicar técnicas de Minería de procesos. *Revista Internacional de Gestión del Conocimiento y la Tecnología*, 4, 14.
- Garcia, D. S., Meincheim, A., Junior, E. R., Dallagassa, M. R., Sato, D. M., Carvalho, D. R., & Scalabrin, E. E. (2019). Process mining techniques and applications—a systematic mapping study. *Expert Systems with Applications*(133), 260-295.
- Haug, K. Z., Chen, Y. S., & Chung, Y. K. (2011). Perspectives on process mining within cloud computing. En IEEE (Ed.), *2011 3rd International Conference on Advanced Computer Control*, (págs. 656-660). Harbin, China.
- Huynh, V. H., & Le, A. N. (2012). Process Mining and Security: Visualization in Database Intrusion Detection. *Pacific-Asia Workshop on Intelligence and Security Informatics* (págs. 81-95). Berlin Heidelberg: Springer.
- Jin, G. Q., Li, W. D., Wang, s., & Tnag, D. B. (2015). A systematic end-of-life management approach for Waste Electrical and Electronic Equipment. In *2015 IEEE 19th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD)* (págs. 362-367). Calabria: IEEE.
- Keith, B., & Vega, V. (Octubre de 2016). Process mining applications in software engineering. *International Conference on Software Process Improvement* (págs. 47-56). Cham: Springer.
- Kitchenham, B. A., Budgen, D., & Brereton, P. (2015). *Evidence-based software engineering and systematic reviews* (Vol. 4). Boca Raton: CRC press.
- Kitchenham, B., & Charters, B. (2007). “Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering”. Keele University.
- Lemos, A. B., Sabino, C. C., Lima, R. M., & Oliveira, C. A. (2011). Conformance Checking of Software Development Processes Through Process Mining. *Proceedings of the 23rd International Conference on Software Engineering & Knowledge Engineering (SEKE'2011)* (págs. 654-659). Miami Beach: SEKE.
- Lemos, A. M., Sabino, C. C., Lima, R. M., & Oliveira, C. A. (2011). Using process mining in software development process management - A case study. *2011 IEEE International*

- Conference on Systems, Man and Cybernetics* (pág. 6). Anchorage: IEEE.
- Liu, C., Assy, N., Van Dogen, B., & Van Der Aalst, W. (2016). Component Behavior Discovery from Software Execution Data. *IEEE Symposium Series on Computational Intelligence*. Athens.
- Liu, C., Van Dongen, B., Assy, N., & van der Aalst, W. M. (2018). Component interface identification and behavioral model discovery from software execution data. *2018 IEEE/ACM 26th International Conference on Program Comprehension (ICPC)*. Gothenburg, Sweden, Sweden.
- Macchi, D., & Solari, M. (2012). Mapeo Sistemático de la Literatura sobre la Adopción de Inspecciones de Software., (págs. 1-8). Montevideo, Uruguay.
- Maphosa, V., & Maphosa, M. (2020). The state of e-waste management at Zimbabwe's Higher Education Institutions. In *2020 International Conference on Artificial Intelligence, Big Data, Computing and Data Communication Systems (icABCD)* (págs. 1-5). Durban, South Africa, South Africa: IEEE.
- Marques, C. G., & da Silva, V. G. (2017). E-waste in Portugal - A higher education-based study. In *2017 12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* (págs. 1-6). Lisbon, Portuga: IEEE.
- Marques, R., Mira da Silva, M., & Ferreira, D. (2018). Assessing Agile Software Development Processes with Process Mining: A Case Study. *2018 IEEE 20th Conference on Business Informatics (CBI)*. Vienna.
- Mihai, F. c., Gnoni, M. G., Meidiana, C., & Elia, V. (2019). Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE): Flows, Quantities, and Managemen - A Global Scenario. In *Electronic Waste Management and Treatment Technology Butterworth-Heinemann.*, 1-34.
- Mukala, P., Cerone, A., & Turini, F. (2015). Process Mining Event Logs from FLOSS Data: State of the Art and Perspectives. *International Conference on Software Engineering and Formal Methods*. Pisa.
- Norambuena, B. K., & Zepeda, V. V. (2017). Minería de procesos de software: una revisión de experiencias de aplicación. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*(21), 51-66.
- Orellana, A., Perez, D., & Estrada, V. (2016). Revisión de los principales modelos para aplicar técnicas de Minería de Procesos. *GECONTEC: Revista Internacional de Gestión del Conocimiento y la Tecnología.*, 4(1), 12-25.
- Petersen, K., Feldt, R., Mujtaba, S., & Mattsson, M. (2008). Systematic Mapping Studies in software engineering. *Ease*, 8, 68-77.
- Picado, F. (2008). Análisis de concordancia de atributos. *Revista Tecnología en Marcha*, 21(4), 29.
- Qu, Y., Zhu, Q., Sarkis, J., Geng, Y., & Zhong, Y. (2013). A review of developing an e-wastes collection system in Dalian, China. *Journal of Cleaner Production*, 52,

176-184.

- Rubin, V. A., Mitsyuk, A. A., Lomazova, I. A., & Van Der Aalst, W. M. (2014). Process mining can be applied to software too. *Proceedings of the 8th ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement*, (págs. 1-8).
- Sebu, M. L., & Ciocarlie, H. (May de 2014). Applied process mining in software development. *2014 IEEE 9th IEEE International Symposium on Applied Computational Intelligence and Informatics (SACI)*, (págs. 55-60). Timisoara.
- Torres, J., & Perera, V. (2009). Calculation of the reliability and concordance between coders of a system of categories for the study of the online forum in e-learning. *Revista de Investigacion Educativa*, 27(1), 89-103.
- Van der Aalst, W. M. (2016). *Data science in action*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Van Eck, M. L., Lu, X., Leemans, S. J., & Van der Aalst, W. M. (2015). A Process Mining Project Methodology. In *International Conference on Advanced Information Systems Engineering*. En Springer (Ed.), (págs. 297-313). Cham.
- Vázquez-Barreiros, B., Chapela, D., Mucientes, M., Lama, M., & Brea, D. (2016). Process Mining in IT Service Management: A Case Study. In *ATAED@ Petri Nets/ ACSD*, (págs. 16-30).
- Velàzquez, J. D. (2015). Una Guía Corta para Escribir Revisiones Sistemáticas de Literatura. *DYNA*, 82(190), 9-12.
- Zhang, H., Barbar, M. A., & Tell, P. (2011). Identifying Relevant Studies in Software Engineering. *Information and Software Technology*, 53(6), 625-637.

# Diseño de un modelo analítico como soporte del proceso de toma de decisiones en el ámbito educativo

Nanci Milena Guzman Castillo<sup>1</sup>, Néstor Alfredo Cortés Daza<sup>2</sup>, Msc Geovanny Poveda<sup>3</sup>

[nmguzmanc@correo.udistrital.edu.co](mailto:nmguzmanc@correo.udistrital.edu.co); [nacortesd@ucompensar.edu.co](mailto:nacortesd@ucompensar.edu.co);  
[gpovedac@udistrital.edu.co](mailto:gpovedac@udistrital.edu.co)

<sup>1</sup> estudiante Maestría, Bogotá, 110111, Tunjuelito, Colombia.

<sup>2</sup> estudiante especialización, Bogotá, 110111, Tunjuelito, Colombia

<sup>3</sup> estudiante Doctorado, Bogotá, 110111, Fontibon, Colombia.

**Pages: 103-114**

**Resumen:** El proceso de toma de decisiones en las Instituciones de Educación Superior (IES) es constante y por lo tanto es un aspecto clave y estratégico para asumir retos futuros, lo cual ha propiciado diversos estudios para la elaboración de herramientas tecnológicas que permitan ir mejorando este ejercicio. En este artículo se propone una solución integrada para modelar un sistema analítico, de exploración e interpretación de datos que sirvan como soporte para la toma de decisiones en el ámbito académico, definiendo un conjunto de módulos y artefactos que interactúan entre sí para optimizar el proceso técnico de análisis de información. La contribución de este artículo se centra en la creación de un conjunto de métodos, mecanismos y herramientas visuales de datos institucionales, a través de un modelo analítico geo-espacial el cual desempeña un papel importante en el proceso de toma de decisiones, dado que permite incluir y descubrir variables, parámetros y patrones que focalizan segmentos de agrupación poblacional a través de la analítica de datos.

**Palabras Clave:** Datos geoespaciales, Reconocimiento de patrones, Clustering de agrupamiento, Modelado y Tablero de Control.

## *Design of an analytical model to support the decision-making process in the educational field*

**Abstract:** This article introduces an analytical IT-based architecture for supporting the academic making decision process in higher education institutions. It defines a set of modules and artefacts which interact among them for optimizing the data analytical process of information. The proposed architecture describes the main features, patterns and methods for identifying the strengths, opportunities, and therefore to optimize the decision making process, especially in features related to institutional strategies, student attraction, remaining and abandonment.

**Keyword:** Geospatial Data, Pattern Recognition, Grouping Clustering, Modeling and Dashboard.

## 1. Introducción

Durante los últimos años, varias líneas de investigación han permitido observar el proceso de toma de decisiones en el ámbito académico, el cual está sujeto a diversas dimensiones de información dependiendo de los factores que se deseen analizar como son; infraestructura, procesos académicos, visualización y análisis de información integrada en diversos sistemas de información (xxxx), por tal razón se han realizado estudios que sustentan que en América Latina habido una

## 2. Trabajos Relacionados

Se han propuesto múltiples estudios para diseñar modelos para toma de decisiones en el campo de la educación. Una comparación de estos estudios está fuera del alcance de este artículo. Sin embargo, a continuación, se realizará una breve descripción de estos trabajos relacionados, más representativos. Entre estos se pueden encontrar modelos diagnósticos o modelo evaluativos, propuestos por los investigadores (Grandori, 2010), (Alejandro et al., 2015), (Pont Vidal & Andre, 2016) inicialmente en la universidad del Brasil, donde su mayor concentración inicialmente es la revisión de la situación-problema que se puede presentar a nivel estratégico a nivel de gerencia en el momento de tomar decisiones, tomando en cuenta la necesidad del individuo como tal en cuenta a información, si mismo este modelo fue analizado más adelante, trayendo nuevas propuestas por los investigadores (Rodríguez-Cruz & Pinto, 2018), donde adicionan que él es importante tener en cuenta en la implementación del modelo la revisión de componentes particulares como son; dimensión del comportamiento ante el uso de la información, y una dimensión contextual, tomado en cuenta para la elaboración de este modelo el campo organizacional, así mismo realizando un análisis del medio interno y externo. Más adelante se implementan modelos académicos de Machine Learning, que realizan predicción progresiva haciendo uso de tecnologías de información, haciendo uso de técnicas de inteligencia artificial, basándose en componentes académicos como son; registros de notas, para tomarlos como predicción, teniendo limitantes expresamente en los atributos de los datos, los cuales van sujetos a los programas académicos e información progresiva del estudiante, con el fin de encontrar patrones de comportamiento de forma que puedan brindar estrategias de deserción futura. Así mismo también se realizaron modelos de gestión académica, este realizado mediante un estudio en la Universidad Nacional de la Patagonia, específicamente en la facultad de ingeniería, donde proponen un prototipo, que permita al usuario analizar diferentes relaciones, componentes, factores y objetivos que se tienen en cuenta a la hora de tomar decisiones en el ámbito universitario, revisando planes de estudio, cuerpo docente, alumnos y graduados, donde posteriormente realizar un análisis de la información y utilizan técnicas de datamining y de esta forma realizar modelización de los resultados. (Ordóñez et al., 2020).

## 3. Modelo descriptivo

Siguiendo el enfoque mencionado en la sección 1, un modelo analítico se ha diseñado y propuesto. El modelo propuesto emplea un único e integrado formalismo para

cubrir las etapas más relevantes del ciclo de vida de análisis de información académica en instituciones universitarias, En particular el diseño de un procesamiento de datos que genera un análisis estadístico interpretado y basado en la construcción de algoritmos a través de aplicaciones de software. La base del modelo propuesto incluye 4 componentes básicos que lo constituyen y los cuales se pueden observar en detalle en la siguiente ilustración.

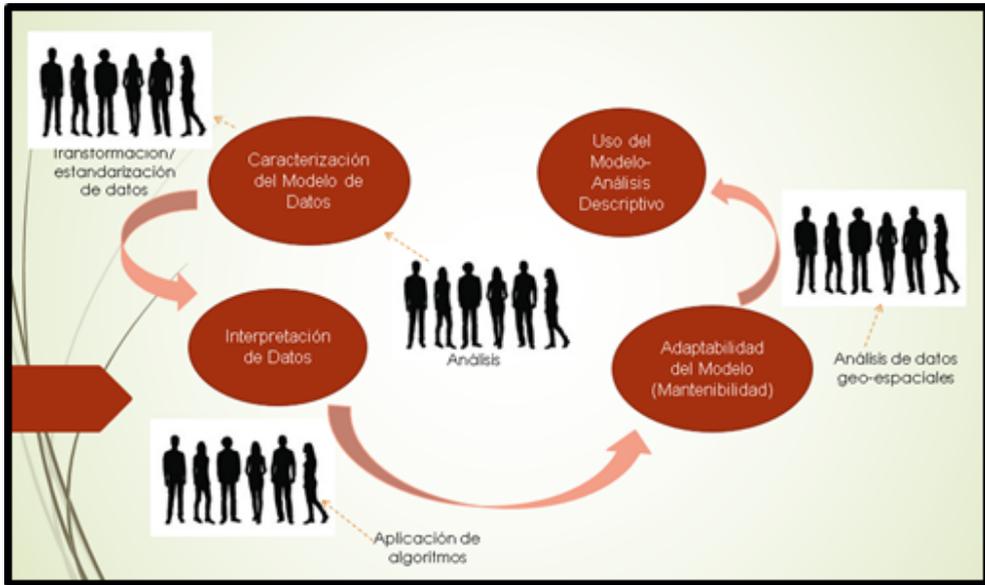


Ilustración 1 – Fases de Interacción

Como se aprecia en la ilustración anterior, las dimensiones del modelo propuesto incluyen una interacción continua e integrada entre las diferentes fases del ciclo de vida del modelo. En el cual se tienen contempladas con el fin de brindar una contribución al problema de reproducibilidad (contexto, dominios y roles).

Teniendo en cuenta que la base conceptual para la elaboración del modelo incluye las fases principales como son:

### 3.1. Caracterización del Modelo de Datos

En esta fase se explica la elaboración del modelo analítico, desde el punto de vista conceptual. Donde se muestran un conjunto de abstracciones de alto nivel, relaciones y conceptos que han sido definidos para describir el dominio en el cual se especificará el modelo analítico.

La base del modelo conceptual propuesto incluye una representación de conceptos que describe la estructura organizacional y de comportamiento del modelo analítico.

Tomando componentes básicos (Koseler et al., 2019) que han sido definidos para representar las entidades del modelo y de esta manera poder precisar las tareas a realizar, roles e interacciones entre las entidades.

Se destaca que previamente se realiza un análisis de requerimientos, para identificar las entidades, acciones, atributos y tipos de análisis referido (descriptivo, predictivo o prescriptivo) así mismo teniendo en cuenta el volumen de datos que se tenga disponible.

### 3.2. Caracterización y Tipos de Datos del Modelo

En esta fase se realizó un análisis y caracterización de los tipos de datos relevantes al modelo analítico propuesto, para lo cual se han estudiado las variables y parámetros concernientes al análisis e interpretación de información de registro académico en la base de datos de la institución. Inicialmente determinando variables que caracterizan el perfil básico y rol de los estudiantes, como, por ejemplo: Año, semestre, código, programa, barrio, dirección, localidad, rendimiento académico y género. el modelo analítico se contribuye como soporte a la toma de decisiones estratégicas institucionales, por esta razón se hizo necesario incluir datos geospaciales que permitan obtener mejores estrategias de análisis y segmentación de datos. Permitiendo precisar atributos que fueron incluidos como son: Latitud, longitud, dirección, localidad y barrio. De esta manera abordando el enfoque de análisis de tipo descriptivo. Para lo cual se realiza una selección de variables una vez fue recolectada la información a procesar.

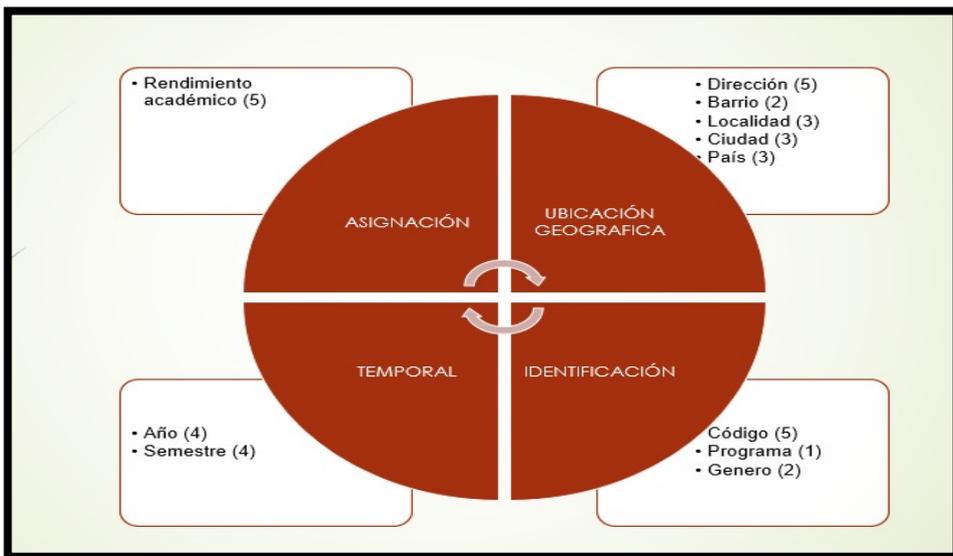


Ilustración 2 – Variables Seleccionadas

### 3.3. Ingesta de Datos

```

def add_fields(self):
    current_items = []
    for i in range(self.newList.count()):
        current_items.append(self.newList.item(i).text())

    for item in self.originalList.selectedItems():
        if item.text() not in current_items:
            self.newList.addItem(item.text())
    self.originalList.clearSelection()

def remove_fields(self):
    for row in self.newList.selectedItems():
        self.newList.takeItem(self.newList.row(row))

def original_row_set(self, value):
    self.originalRowCount.setValue(value)

def new_row_set(self, value):
    self.newRowCount.setValue(value)

def update_new_row(self):
    self.newRowCount.setValue(self.originalRowCount.value())

```

Ilustración 3 – Módulo de limpieza

Esta fase corresponde a la ingesta de datos la cual fue analizada, transformada y adaptada (estandarizada) al modelo conceptual que regula el modelo analítico. Esta fase tiene un enfoque sistémico que ha sido utilizado para gestionar la relación de dependencia desde y hacia el modelo que controla el modelo conceptual de datos. Donde se han definido

y diseñado mecanismos que permiten la preparación, ingesta y limpieza de datos de acuerdo con un conjunto de métodos y procedimientos propios de la ciencia de datos, entre estos el (i) análisis exploratorio de datos, (ii) identificación de extremos -outliers-, (iii) identificación de correlaciones y (iv) aspectos generales de limpieza de datos.

Realizando el proceso descrito anteriormente se llevó a cabo un proceso de inserción de fuentes de datos en formatos csv, xls y txt, transformando y adaptando los atributos conforme al modelo de datos. Esto con el fin de realizar un algoritmo de lectura y comparación de datos de acuerdo con el requerimiento solicitado por el usuario. De esta forma se puede observar partes del algoritmo K-Means y la forma en que los módulos de ingestión, representación y estandarización de datos conectados, tal cual como se puede observar en la siguiente ilustración.

### 3.4. Estandarización de Datos

Teniendo en cuenta el marco de análisis descriptivo se diseña un conjunto de módulos que interactúan entre sí y ejecutan rutinas de forma automática para estandarizar y organizar los atributos del dataset y así reducir el efecto causado por el uso de datos no íntegros y no precisos. Los procesos diseñados en esta actividad extienden y heredan métodos y funciones de un conjunto de librerías propias del análisis estadístico.

A través de distribuciones estadísticas y reconocimiento de patrones es posible obtener un diagnóstico inicial del dataset y de esta forma saber si puede ser sometido a labores de limpieza. Tal cual como lo muestra la siguiente ilustración.

```
def __init__(self, PATH, task):
    self.ultra_df = pd.read_csv(PATH) #
    self.main_df = self.ultra_df.copy() #
    self.main_df = self.main_df.replace(" ?", np.nan)
    self.task = task # classification

    # VARIABLES
    self.y_labels = []
    self.target_var = ""
    self.nan_count = 0
    self.nan_list = []
    self.cat_values_dict_array = []
    self.dep = []
    self.essential_cols = []

def set_initial_vars(self):
    self.dtype_dict = {}
    self.idx2col = {}
    self.col2idx = {}
    self.columns = []
    self.types = []

def remove_non_essential(self):
    df_temp = self.main_df.copy()
    non_ess = [self.columns[i] for i in range(len(self.columns)) if self.columns[i] not in self.essential_cols]
    for i in range(len(non_ess)):
        df_temp = df_temp.drop([non_ess[i]], axis=1)
    self.main_df = df_temp.copy()

def count_nan(self):
    self.nan_count = list(self.main_df.isna().sum())
    self.nan_list = [self.idx2col[i] for i in range(len(self.nan_count)) if self.nan_count[i] > 0]
```

Ilustración 4 – Algoritmo diseñado para la estandarización automática de datos

Un aspecto importante para considerar en esta fase tiene que ver con la estrategia que ha sido utilizada para proveer las funcionalidades relacionadas con las dos etapas del

proceso de estandarización, en particular la forma en que estas han sido diseñadas para cubrir el ciclo de diagnóstico y adaptación del dataset. A continuación, se relacionan un conjunto de “snippets” que muestran las actividades involucradas y un conjunto de gráficas que muestran a manera de demostración resultados parcialmente obtenidos cuando estas funciones son utilizadas.

### 3.4.1. Análisis exploratorio de datos

```
#Distribucion de instancias a traves de clases del data set
dataframe.describe()
```

	YEAR	SEMESTRE	CODEST	RENDIMIENTO	GENERO
<b>count</b>	2816.000000	2816.000000	2816.000000	2816.000000	2816.000000
<b>mean</b>	2016.574219	1.447088	18009.525923	3.826705	1.484375
<b>std</b>	0.494549	0.497281	1049.419111	0.985045	0.499845
<b>min</b>	2016.000000	1.000000	16003.000000	3.000000	1.000000
<b>25%</b>	2016.000000	1.000000	17224.250000	3.000000	1.000000
<b>50%</b>	2017.000000	1.000000	17886.500000	3.000000	1.000000
<b>75%</b>	2017.000000	2.000000	18850.000000	5.000000	2.000000
<b>max</b>	2017.000000	2.000000	20093.000000	5.000000	2.000000

Ilustración 5 – Resultados de Distribución

### 3.5. Caracterización de Datos

Uno de los mayores inconvenientes en la caracterización de los datos provenientes de las fuentes de información académica es la ausencia de información geoespacial íntegra. Es decir, información que incluya entidades que contengan atributos ajustados al estándar y a la normativa de codificación geoespacial como latitud, longitud con el fin de realizar una serie de análisis espaciales, que permitan visualizar tendencias o patrones espaciales.

Esta fase incluye un módulo que soporta dos actividades básicas: (i) unificación de datos de las diferentes fuentes de información (ii) codificación de datos espaciales. Tal cual como se puede visualizar en la siguiente ilustración.

```

: #Verificando presencia de outliers
import numpy as np
import pandas as pd
import seaborn as sns

dataframe = pd.read_csv(r"nancyco.csv")
q75,q25=np.percentile(dataframe.RENDIMIENTO,[75,25])
iqr = q75-q25
min=q25-(iqr*1.5)

max=q75+(iqr*1.5)

df_filtered=dataframe[(dataframe.RENDIMIENTO < max) & (dataframe.RENDIMIENTO>min)]
df_filtered.head()
sns.distplot(df_filtered.RENDIMIENTO)
    
```

Ilustración 6 – Representación Valores atípicos

En la actividad de codificación de datos espaciales se ha diseñado un mecanismo que permite conectar la fase de preparación de datos con herramientas de información geográfica como son; Arcgis Online y Postgis, que tienen utilidades que corresponden al análisis exploratorio de datos -AED, el cual es definido como un conjunto de técnicas que permiten resumir las propiedades de los datos, detección de datos anómalos, esto con el fin de obtener atributos geo-espaciales a partir de la información presente en el atributo dirección postal del dataset.

Es importante mencionar que la invocación de los servicios de geo-referenciación y codificación se hace de forma asíncrona, es decir, las actividades concernientes a la carga del dataset y el uso de este, en el sistema de información geográfico ArcGIS ONLINE son realizadas previamente y deben disponer de un archivo de salida representado en formato CSV.

```

[ ] # Cargamos las librerías
import numpy as np
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
from scipy import stats
import math

[ ] # Cargamos los datos
academico_df = pd.read_csv("./tesis/academico.csv")
geospacial_df = pd.read_csv("./tesis/output-geospacial.csv")

# Juntamos los datos de la salida de transformación geoespacial con el dataset academico original
academico_df = test_df.merge(geospacial_df, left_index=True, right_index=True, how="inner")

# Agrupamos los conjuntos de datos de academico y output en uno solo
columns_to_drop_academico = ["latitud_x", "longitud_y", "x", "y"]
columns_to_drop_geospacial = ["latitude", "longitud", "", ""]

academico_df = test_df.drop(columns_to_drop_test, axis=1)
geospacial_df = train_df.drop(columns_to_drop_train, axis=1)

all_df = pd.concat([geospacial_df, academico_df], sort=True).reset_index()[[" ", " ", " ", " ", " ", " ", " ", " ", " ", " "]]
    
```

Ilustración 7 – Unificación Datos

La actividad de unificación de datos incluye un módulo que hace uso del web stack y de la interfaz de programación de aplicaciones (FLASK), para soportar la actividad de unificación de los dataset de información de registro académico (dataset original) y el dataset transformado en las actividades de codificación y geo-referenciación.(Vitturini et al., 2008) Este módulo dispone de un procedimiento que utiliza métodos y funciones de la librería pandas (Castro, 2015) para poder unirlos datos de forma íntegra, provisto con descripciones geoespaciales. De esta manera estará listo para ser invocado desde esta fase de estandarización de datos. Tal como lo muestra la siguiente ilustración, donde se puede observar la unificación del dataset.

## 4. Resultados

### 4.1. Geocodificación de Datos

Este proceso es de gran importancia, ya que consistió en verificar, unificar y asignar los registros geoespaciales inicialmente provistos en el dataset “académico” bajo el estándar y normativa de codificación Geoespacial, utilizando técnicas de distribución, con el fin de visualizar las ubicaciones de las direcciones espaciales y reconocer patrones dentro de la información.

Obteniendo como resultado de visualización los diferentes indicadores como son; sensibilización y estrategias de permanencia, infraestructura, acciones concretas de captación estudiantil entre otras. Tomando como evaluación del modelo la presentación de resultados a través de un tablero de control. Donde se puede visualizar la información tal cual como se muestra en la siguiente ilustración.

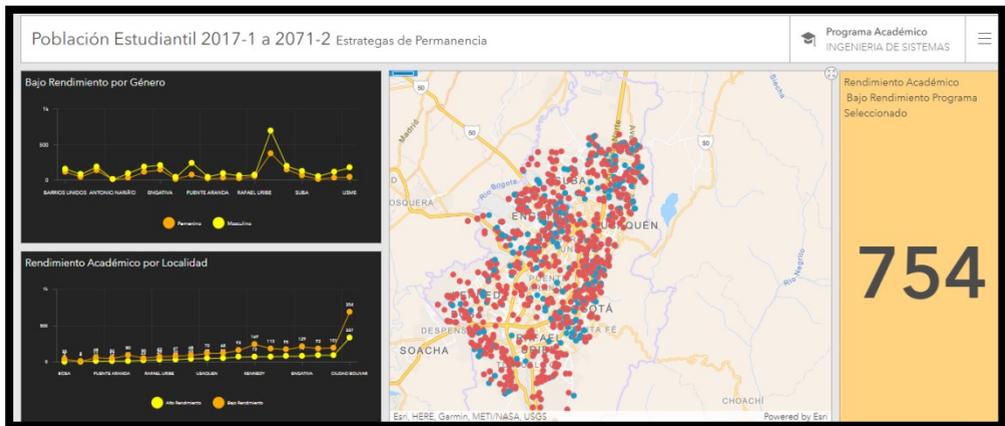


Ilustración 8 – Integración de Datos

## 5. Conclusiones

Las conclusiones de esta investigación son presentadas por categorías para facilitar la comprensión y el impacto alcanzado.

**Elaboración Dashboard:** Es pertinente mencionar que el trabajo desarrollado permite consolidar los datos a visualizar a través de una Dashboard en la web, como materialización de un previo análisis realizado en el modelo analítico, el cual permite la visualización de resultados de una manera más efectiva para los usuarios finales, esto con fin de apoyarse en todos los datos institucionales para analizarlos de manera gráfica y estadística detalladamente.

**Caracterización del Proceso de Toma de Decisiones institucionales, basadas en la analítica ( Datos espaciales y no espaciales):** La implementación de estos datos institucionales de población estudiantil, donde se tomaron datos reales que fueron pre-procesados, se reunió en una estructura común, para el análisis entre las diferentes variables, las cuales fueron tomadas en cuenta en los diferentes escenarios. Como resultado de este análisis se encontraron relaciones importantes referentes a factores académicos como son rendimiento académico, ubicación residencial entre otros. Resultados que fueron tomados como base a un proceso de gran importancia como es la toma de decisiones. Esto teniendo en cuenta que ya ha habido algunos modelos desarrollados con esta línea soporte de toma de decisiones (Alejandro et al., 2015) donde se realiza un modelo probabilístico de soporte a la toma de decisiones de gestión académica, basándose en cálculos estadísticos para hallar la probabilidad, tomando diversas variables académicas, esto con el fin de hallar predicción en indicadores como deserción, logrando que mediante el modelo se pueda visualizar la probabilidad en la deserción temprana estudiantil, Así mismo modelos de gamificación para estudiar el perfil del estudiante, a través de simuladores (Iván & Echeverry, 2017), el cual toman variables de gran impacto para el análisis de diversos factores, sin embargo aunque su implementación es de predicción y probabilidad, no se tienen en cuenta los datos geoespaciales, datos de vital importancia que le permite ampliar a institución estrategias no solo de permanencia sino también de captación, infraestructura y percepción, Por tal motivo estos modelos fueron una base en la investigación para ampliar el campo del conocimiento que inicialmente se tenía.

**En cuenta a la estrategia metodológica utilizada:** Esta fue apropiada, aunque es importante señalar que en el modelo se incorporaron diversas variables así mismo como otras que se descartaron, las cuales establecen un peso vital en el caso de la información de los estudiantes, información de ubicación residencial, los cuales deben de realizar un proceso de transformación y depuración de datos a través de un sistema de información geográfica, para la realización de la Geocodificación, de lo contrario no se podrían realizar los análisis con la precisión estimada.

## Referencias

- Alejandro, Y., Herrera, C., López, W., Andrés Rodríguez, T., Camilo, F., Beltrán, N., & De Educación, F. (2015). *La toma de decisiones en la*. 129–136. <https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/3412>
- Castro, N. (2015). *Introducción Data Science con Python*. 31.
- Dueñas-Reyes, M. X. (2009). Minería de datos espaciales en búsqueda de la verdadera información. *Ingeniería y Universidad*, 13(1), 137–156.

- Eberhart, M. E., & Pascuci, L. (2014). O processo decisório e suas implicações na cooperação universidade, empresa e governo: um estudo de caso. *Revista Gestão Universitária Na América Latina - GUAL*, 221–242. <https://doi.org/10.5007/1983-4535.2014v7n2p221>
- Escobar, D. A., Montoya, J. A., & Moncada, C. A. (2019). Study of the spatial location of universities through a geographic accessibility analysis. The case of Manizales and Villamaría, in Colombia. *Informacion Tecnologica*, 30(6), 325–336. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000600325>
- Ganga-Contreras, F. A., Duran-Seguel, I. M., & Rodriguez-Ponce, E. (2018). Racionalidad, como punto focal de las decisiones estratégicas: Un acercamiento teórico conceptual. *Espacios*, 39(26). <https://www.revistaespacios.com/a18v39n26/18392605.html>
- Grandori, A. (2010). A rational heuristic model of economic decision making. *Rationality and Society*, 22(4), 477–504. <https://doi.org/10.1177/1043463110383972>
- Grupo de ETDH. (2018). *Orientaciones Para La Consulta De La Clasificación Nacional De Ocupaciones*. [https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-357376\\_recurso\\_1.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-357376_recurso_1.pdf)
- Gutiérrez, F., Gutiérrez, C., & Castellanos, L. (2015). ¿Qué son bases de datos geoespaciales? *Conacyt*, 12.
- Instituto Tecnológico Metropolitano (Medellín, C., Duque-Méndez, N. D., & Moreno-Cadavid, J. (2017). Tecno lógicas. In *TecnoLógicas* (Vol. 20, Issue 39, pp. 17–24). Instituto Tecnológico Metropolitano - ITM. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-77992017000200002&lng=en&nrm=iso&tlng=](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-77992017000200002&lng=en&nrm=iso&tlng=)
- Iván, J., & Echeverry, M. (2017). *Propuesta de un modelo estadístico para caracterizar y predecir la deserción estudiantil Universitaria*. <http://www.bdigital.unal.edu.co/58059/1/71787491.2017.pdf>
- Koseler, K., McGraw, K., & Stephan, M. (2019). *Realization of a Machine Learning Domain Specific Modeling Language: A Baseball Analytics Case Study*. *Modelsward*, 13–24. <https://doi.org/10.5220/0007245800130024>
- Luis Alfredo Mora Osuna, R. J. G. H. (2018). Algoritmos de Machine Learning. *Lis Solutions*, 1–9. <https://www.lis-solutions.es/blog/algoritmos-de-machine-learning-y-como-seleccionar-el-mejor1-3/>
- Martori, J. C., & Hoberg, K. (2008). Nuevas tecnicas de estadistica espacial para la deteccion de clusters residenciales de poblacion inmigrante. *Scripta Nova*, 12(1977), 1–13. <https://doi.org/10.1344/sn2008.12.1409>
- Mendieta C., C. (2005). La toma de decisiones en el sector público: una mirada desde el dirigente. *Revista Científica Guillermo de Ockham*, 3(2), 31–48. <https://doi.org/10.21500/22563202.479>

- Ordóñez, H., Cobos, C., & Bucheli, V. (2020). Machine learning model for predicting theft trends in Colombia | Modelo de machine learning para la predicción de las tendencias de hurto en Colombia. *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, 2020(E29), 494–506.
- Peralta, C. D. (2008). MODELO CONCEPTUAL PARA LA DESERCIÓN ESTUDIANTIL UNIVERSITARIA CHILENA. *SCIELO*, 34 n 2(0718–0705). [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07052008000200004](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07052008000200004)
- Perú, U., & América, D. De. (2020). *Universidad Nacional Mayor de San Marcos Implementación de un dashboard como herramienta de monitoreo para mejorar la gestión de un servicio de outsourcing de TI Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial*.
- Pont Vidal, J., & Andre, C. (2016). Toma de decisiones en Instituciones de Educación Superior en la Amazonia: hacia una síntesis de racionalidades. *Toma de Decisiones En Instituciones de Educación Superior En La Amazonia: Hacia Una Síntesis de Racionalidades*, 27(27), 149–171. <https://doi.org/10.5354/reggp.voi27.47261>
- Rodríguez-Cruz, Y., & Pinto, M. (2018). Information use model for the strategic decision making in information organizations. *Transinformaçãõ*, 30(1), 51–64. <https://doi.org/10.1590/2318-08892018000100005>
- Romero, J., & Gaona, P. (2015). Modelo de actividades para la caracterización de procesos de toma de decisiones no programadas enmarcadas en escenarios de negociación. *Research in Computing Science*, 108(1), 107–115. <https://doi.org/10.13053/res-108-1-12>
- Sotomonte Castro, Jonny Esteban Rodríguez Rodríguez, Cristian Camilo Montenegro Marín, C. E., Gaona García, P. A., & Castellanos, J. G. (2016). Hacia la construcción de un modelo predictivo de deserción académica basado en técnicas de minería de datos. *Revista Científica*, 3(26), 35–48. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2016.26.a5>.
- Stich, B., & Holland, J. H. (2011). Using a Multiple Criteria Decision-Making Model to Streamline and Enhance NEPA and Public Participation Processes. *Public Works Management & Policy*, 16(1), 59–89. <https://doi.org/10.1177/1087724X10390227>
- Thill, J. (2018). *Spatial Analysis and Location Modeling in Urban and Regional Systems*. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-37896-6>
- Vitturini, M., Fillottrani, P., Castro, S., & Nacional, U. (2008). Modelos de Datos para Datos Espaciales on Bases de Datos Espaciales y GIS. *Universidad Nacional Del Sur*, 1–5.

# A Comunicação Interna e a Consistência da Marca: o papel das Mídias e Redes Sociais Digitais na Era COVID-19

Mateus Anabela Félix

anabela.mateus63@gmail.com

FCT. CEPESE. Rua Vitorino Nemésio, 2-4º Esq. 1750-307, Lisboa, Portugal

Pages: 115-129

**Resumo:** A atualidade ainda não nos permite falar no passado mas já consente refletir sobre algumas consequências da COVID-19 na sociedade passados dois anos do seu surgimento. A comunicação interna foi inicialmente bastante afetada pelo confinamento que obrigou ao teletrabalho (*office home*) levando as empresas a uma adaptação necessária com novos meios de comunicação na gestão das relações internas. A opção foi recorrer-se a instrumentos digitais para a execução da comunicação interna. A adesão a estes recursos não é novidade nas empresas mas jamais alguma situação obrigou à sua dependência exclusiva. A comunicação estratégica integrada há muito que associa meios digitais à comunicação analógicas mas nunca tão radicalmente. Com este trabalho tentamos apresentar a realidade imposta às empresas que, começando por tentar evitar situações de crise, acabam por encontrar oportunidade para desenvolverem a comunicação interna através de meios mais atualizados e eficazes com a utilização de ferramentas digitais, que acreditamos poderem potenciar a consistência da marca empresarial.

**Palavras chave:** Comunicação Interna; Marca; Redes e Mídias Sociais Digitais; Covid19

## ***Internal Communication and Brand Consistency: the role of Digital Media and Social Networks at the time of COVID-19***

**Abstrat:** The present still does not allow us to talk about the past, but it already allows us to reflect on some consequences of COVID-19 in society two years after its emergence. Internal communication was initially quite affected by the confinement that forced teleworking (*office home*) leading companies to a necessary adaptation with new means of communication in the management of internal relations. The option was to resort to digital instruments to carry out internal communication. Adhering to these resources is nothing new in companies, but no situation has ever forced them to rely exclusively on there. Integrated strategic communication has long linked digital media to analogue communication, but never in such a radical way. Using this paper we try to present the reality imposed on companies that, starting with trying to avoid crisis situations, end up finding an opportunity for the development of internal communication through more updated and effective

means with the use of digital tools, which we believe can enhance the consistency of the corporate brand.

**Keywords:** Internal Communication; Brand; Digital Social Media and Networks; Covid19

## 1. Introdução

As preocupações com a comunicação dentro nas organizações começaram a surgir em pleno séc. XVIII num contexto que envolvia a Revolução Industrial. Com as consequências da conjuntura as empresas despertaram para a necessidade da aproximação ao público interno. Tudo começou com a criação dos tradicionais *house organs* cuja finalidade era a comunicação eficiente entre o topo e a base da pirâmide organizacional. Era já um tipo de *engagement* que se pretendia, então adequado à política da época com a mera informação dos trabalhadores. Unidirecional, descendente, era o início de uma estratégia que se mantém, agora adaptada à realidade do séc. XXI. Realidade esta que vem contemplar meios digitais e estratégias integradas de comunicação.

A perspetiva sociológica da comunicação nas organizações evoluiu de acordo com as mudanças na sociedade. O diálogo tornou-se uma exigência. O público interno há muito que não aceita só ser informado: exige ter palavra no meio que o envolve e para o qual tem noção da sua importância enquanto colaborador. As tecnologias e a evolução para o mundo digital vieram transformar o papel da comunicação interna. O panorama com que hoje nos deparamos implica a criação de uma perspetiva onde a comunicação se apresenta responsável pela ligação de todas as áreas e níveis da estrutura empresarial, se revela elemento central na integração do colaborador e o cerne de toda a atividade que aí se processa, ainda que de forma virtual. Uma estratégia que começa pelo *employee engagement*, de onde ressalta o trabalho para a criação da vontade nos colaboradores participarem na definição das estratégias empresariais e na construção de uma *marca* que se pretende consistente implica um planeamento que envolve ações de *endobranding* para o alinhamento estratégico de valores e discursos a nível interno que promovam uma cultura empresarial una e forte. No mesmo sentido, a aplicação de uma estratégia de *endomarketing* tem como fim o reforço para a aceitação da marca pelos colaboradores, que se pretende sejam os principais *advocates* da mesma com a sua contribuição para a criação da *reputação* da empresa.

A utilização de tecnologias e ferramentas digitais são hoje tendência natural em muitas áreas de atuação nas empresas. Elas aportam acessibilidade a toda a organização que se pretende unificadora nas suas relações quando serviços, departamentos ou colaboradores se encontram dispersos geograficamente. A alternativa ao convívio e contacto diretos impõe-se para que a empresa não cesse funções. É condição obrigatória também em situações limite como o momento de teletrabalho que temos vivido com as condicionantes às relações diretas que impedem o convívio presencial pelas consequências da COVID19. Há que conhecer e pensar os meios mais adequados a cada situação. É a proposta de partilha de reflexão que apresentamos nas linhas que se seguem.

## 2. Comunicação interna – a atualidade de um conceito

Em pleno século XXI já se pode dar como adquirido o facto de as empresas sentirem a necessidade da gestão da Comunicação Interna. Uma preocupação que começou por se traduzir numa perspetiva de se comunicar e interagir com o público da própria empresa, então de uma forma quase mecânica e com objetivos exclusivamente funcionais. Mas o passar do tempo e a adaptação às várias conjunturas sociais obrigaram a ultrapassar essa mera postura de interação funcional e orgânica, então refletida com a introdução dos *house organs* nas empresas. Já desde as últimas décadas do século passado que se começou a ter em conta a inevitabilidade da organização transmitir com clareza os pensamentos, as ações, os objetivos ao público interno, o que significa mantê-lo informado sobre tudo que está a acontecer internamente, mas passando a atender a uma posição menos passiva de sua parte. De acordo com Kunsch (2003), a comunicação interna, “é o setor planejado, com objetivos bem definidos, para viabilizar toda a interação possível entre a organização e seus empregados, usando ferramentas da comunicação institucional e até da mercadológica”. Ao considerarmos os atuais conceitos de *Employee engagement* e de *Employee advocacy* não podemos deixar de encontrar a sua génese em tais abordagens.

Com a implantação da Comunicação digital e a utilização dos canais de comunicação Web 2.0 e Web 3.0, os genericamente definidos como “mídia digital”, a interação é privilegiada. Como defendem Valentini e Kruckeberg (2012), as mídias sociais digitais, além de serem rápidas e baratas, são canais interativos para as organizações que levam à interação com os seus públicos estratégicos, pois possibilitam a comunicação direta entre as partes.

Por tudo isto verificamos que a perspetiva de encarar a Comunicação interna, e o seu papel na organização, assenta sempre na interação entre os colaboradores. Mais, ela tem-se ampliado ao longo do tempo nesse mesmo sentido, considerando e estimulando, crescentemente, uma postura mais proactiva dos mesmos, ao mesmo tempo que lhes reconhece o valor da sua participação na empresa, cada vez mais facilitada com o uso das Mídias e das Redes Sociais Digitais.

### 2.1. Clarificação de Objetivos de Comunicação Interna e Conceitos base

**Objetivos da Comunicação Interna considerados:** informar, alinhar, motivar, engajar os Colaboradores, com vista à criação de Marca consistente.

Dependendo dos objetivos, no desenho de cada estratégia de comunicação da empresa, são definidas as **ferramentas a utilizar:** digitais e não digitais. No âmbito da presente análise a prioridade é atribuída às ferramentas de trabalho de **caráter digital**.

**Mídias Sociais versus Redes Sociais:** Mídias Sociais Digitais, ou simplesmente **Mídias Sociais**, como é mais comum serem designadas, constituem-se em canais de relacionamento através da internet nos quais existem diferentes possibilidades de interação e participação entre os utilizadores; as **Redes Sociais da internet**, ou Redes Sociais Digitais, são os serviços criados com o propósito de facilitar as relações sociais de pessoas com interesses e experiências idênticos ou relações. Traduzem-se em plataformas interativas.

As mídias sociais englobam as redes sociais, mas também os *blogs*, *wikis* e *sites* de partilha.

### **3. Alicerces de uma Marca Consistente – a Comunicação Interna**

“A consistência da marca é a capacidade da empresa manter a comunicação e o posicionamento alinhados aos seus valores e aos elementos que compõem a sua identidade. Nessa base cada empresa define os instrumentos a utilizar. Hoje tudo se encontra dependente de instrumentos digitais” (Ferreira.s/d)

A definição e postura de Ferreira levou-nos a refletir sobre a relação entre as ações para a construção e estabilidade de uma marca empresarial e a necessidade da utilização quase exclusiva das tecnologias digitais, numa época em que a comunicação na sociedade se tem encontrado condicionada pelo confinamento obrigatório provocado pela pandemia que desde o final de 2019 afeta as relações entre as pessoas e quase toda a atividade presencial.

Apesar de termos assistido a um aumento gradual do *home office*, quer em tempo parcial ou completo ao longo do tempo (Eurostat, 2018, in OIT 2020), já está comprovado que a pandemia veio acelerar e aumentar a utilização do teletrabalho por parte das entidades empregadoras. No cenário da pandemia COVID-19, ele tem-se demonstrado fator decisivo para garantir a continuidade das atividades económicas.

#### **3.1. A relevância da Comunicação Interna no âmbito da COVID-19**

Vista, sentida e utilizada, ainda muitas vezes como algo que ocorre *ad libitum* no seu seio e entre os laboradores, particularmente em empresas de pequena e média dimensão onde impera uma mentalidade tradicional, a comunicação interna veio despertar com o surgimento da COVID-19. De forma mais ou menos indireta, dependendo do grau de conhecimento e experiência dos responsáveis pelas áreas dos Recursos Humanos e da Comunicação Empresarial e Relações Públicas (numa visão conjunta), a pandemia obrigou à conscientização do papel da comunicação interna e a necessidade da sua planificação e consequente gestão. Repensar a comunicação interna num momento em que impera o *home office* devido à crise instalada apresenta-se fundamental pelas características que a tornam um instrumento privilegiado: interação entre colaboradores, departamentos, áreas, níveis hierárquicos, líderes e liderados, quando não há a partilha de um mesmo espaço físico e se vive uma situação de fragilidade emocional.

Contrariamente ao esperado, a distância acaba por aproximar as pessoas. Neste sentido a gestão da comunicação interna assume particular relevância enquanto fator determinante para o novo clima empresarial e a sua consequente reputação, assente na imagem que passa para o exterior. A marca empresarial encontra-se condicionada e resultado da forma como as relações internas são apercebidas externamente. Segundo Avanzi (2020, in Pinheiro e Reis, 2021) “o desafio para a área de comunicação é, mesmo com o aumento do distanciamento, estreitar os relacionamentos entre os mais diversos departamentos da empresa”. Nesse âmbito, Weber (2020) vem contribuir com a sua postura ao afirmar que: “a primeira ação a ser revista e colocada em prática é a criação de conteúdo digital de interesse público. Os colaboradores precisam receber notícias relevantes sobre a perspectiva da empresa, atualizações sobre o coronavírus

e informativos sobre quais são as ações que estão sendo realizadas, tudo isso seguindo uma narrativa confiante e motivadora” (in Pinheiro e Reis, 2021). E nesse sentido Avanzi (ibidem) adianta que “as empresas precisam encontrar alternativas para levar informação relevante ao conhecimento dos colaboradores (...), acredita-se que o papel a ser desenvolvido pela comunicação interna envolve sobretudo preocupação com os funcionários no cenário de crise desenhado pela pandemia”. Não podemos esquecer que os colaboradores, enquanto “embaixadores da marca”, são os primeiros a transmitir a imagem do que se passa dentro da empresa e, como atrás afirmámos, também assim responsáveis pela criação da sua reputação. A adaptação tem que ser considerada para a imagem que vai ser transmitida.

Trata-se de um alicerce para a manutenção da cultura, identidade e integração, ao mesmo tempo que gera humanização a nível interno pelo que é fundamental investir nessa área para alimentar o espírito de equipe e manter os colaboradores satisfeitos.

### **3.2. Branding (Gestão da Marca)**

Numa perspetiva comercial, e segundo a definição da Associação Americana de Marketing (AMA), a marca traduz-se como “(...) um nome, termo, símbolo, desenho ou uma combinação desses elementos que deve identificar os bens ou serviços de um fornecedor ou grupo de fornecedores e diferenciá-los dos da concorrência” (Kotler e Keller, 2006).

Mas a marca é muito mais do que uma clara definição comercial. Como já antes referimos, o papel da comunicação interna e da forma como os colaboradores se posicionam perante ela e seus produtos/serviços distinguem-nos de outros com as mesmas características: a marca assume, no contexto da nossa reflexão, uma posição central no despertar de sensações. Daí a importância do *branding*, ou “gestão da marca”: a sua relevância traduz-se particular, dependendo de como ela é percebida pelos clientes e consumidores. A confiança que lhes consegue transmitir e incutir assenta na forma e também no modo como o produto ou o serviço lhes é apresentado e consegue ser por eles percebido. É também a perspetiva de Couto (2004), quando refere: “a função do *branding* é despertar sensações e criar conexões conscientes e inconscientes, que serão cruciais para que o cliente escolha a sua marca no momento de decisão de compra do produto ou serviço”.

Há que ter a noção de que a construção da força da marca começa dentro da empresa e para os colaboradores: “marcas são feitas por pessoas, e por isso é importante que os funcionários de uma empresa sejam mais do que porta-vozes: sejam agentes catalisadores da marca”. (Couto, 2005). Nesse sentido é fundamental um trabalho contínuo de disseminação da marca entre o público interno: “Seu papel principal é criar maneiras lúdicas, interativas e envolventes de transmitir os conceitos de marca para os funcionários, e engajá-los na sua construção diária.” (Couto, 2004). É daí que surge o:

### **3.3. Endobranding**

O *Endobranding* apresenta-se como o processo responsável pela criação de estratégias para disseminar a marca para o público interno. Ele assume uma importância particular na medida em que vai viabilizar uma maior adaptação dos colaboradores à cultura organizacional da empresa, tornando-a evidente, consolidada e reconhecida. O seu

objetivo é facilitar o alinhamento entre o público interno e os objetivos estratégicos da organização.

Segundo Burgess (2013), o *endobranding* é um conceito que gira em torno da percepção da imagem da marca. E tudo começa no interior da empresa: “se uma marca não pode se comunicar internamente, logo, ela não poderá se comunicar externamente”. Se sempre assim aconteceu, mais o processo se veio aprimorar com a utilização das mídias sociais: o próprio colaborador é o principal representante e consumidor da marca. Há, pois, que criar uma ligação emocional entre ele e a imagem da marca para que a transmita de forma positiva. Trata-se de um processo que implica um trabalho interno, contínuo, altamente estratégico para o fortalecimento da marca. Uma vez que o colaborador é “A Empresa” para o consumidor final, ele tem que ter o conceito da marca enraizado em si próprio para poder representá-la com maior propriedade e de forma positiva para o exterior. Com a utilização do trabalho de *Endobranding*, os colaboradores agem dentro da empresa de forma a ela adquirir uma boa reputação e tornar a marca forte e consistente. O fortalecimento da marca internamente é o objetivo final. Eles “passam a defender, explicar, e “vestir” a marca de sua instituição, comunicando para a sociedade”. (Burgess, 2013)

### **3.4. Employee Engagement**

O conceito de *employee engagement* (envolvimento dos colaboradores) surge em 1990, quando Kahn veio defender que “quando um trabalhador está afetivamente envolvido com o seu trabalho, tira maior proveito das suas capacidades cognitivas, físicas, mentais e emocionais obtendo um melhor desempenho”. Significa tal que quando um trabalhador está envolvido e gosta do seu trabalho coloca mais esforço, empenho e dedicação na execução das tarefas e obtém melhores resultados.

O conceito tem evoluído, mas mantém a sua gênese e vários são os autores que apresentam a sua tese nesse sentido. Um exemplo é o caso de Little e Little que já em 2006 o definiram como “a vontade e a capacidade de ajudar a sua empresa a atingir o sucesso, disponibilizando maior esforço”.

As definições encontradas de *employee engagement* enfatizam sempre algum aspeto do compromisso dos colaboradores, o que se vai traduzir nos comportamentos que desenvolvem. A generalidade das posturas teóricas sobre a temática apresenta algo subjacente a essas reflexões como é o fator emocional e afetivo intrínseco a tal conceito: o *employee engagement* transmite o nível de entusiasmo e dedicação que os trabalhadores sentem em relação ao seu trabalho e à marca que representam. É o tradicional “vestir da camisola”: quando engajados preocupam-se com eles e também com os resultados da empresa sentem os seus esforços como fator diferencial e o bem-estar encontra-se intrínseco ao seu desempenho, o que é fundamental ao sucesso da empresa e, conseqüentemente, à imagem da marca.

Com base nesta perspetiva já em 2006 Baumruk definia e sistematizava o comportamento dos colaboradores *engaged* em três atitudes elementares:

- detêm uma vontade forte e intrínseca de continuar na organização, independentemente de ofertas exteriores desafiadoras;

- aplicam o seu tempo extra e esforçam-se pelo sucesso da organização com comportamentos extrapapel e, acima de tudo,
- defendem a organização e referenciam-na fortemente a potenciais clientes e colaboradores

Nesta sequência o *employee engagement* vem demonstrar determinado nível de comportamento dentro da empresa e uma posição bem definida para com ela que se traduz em:

### 3.5. *Employee advocacy*

Não havendo ainda grandes estudos e literatura sobre *Employee advocacy*, a sua definição não se apresenta uniforme. Apesar disso entendemos que, na sua essência, o conceito é universal. Tudo assenta no comportamento dos colaboradores que, uma vez envolvidos com a empresa (já *engaged*), assumem uma posição de defesa da marca que representam. Essa postura tanto se pode traduzir pela “promoção da organização pelos seus funcionários” (Bozac et al., 2017), como pela recomendação pelos colaboradores dos produtos e serviços que as empresas fornecem (Tsarenko, Leo, & Tse, 2018), ou através da disseminação de informações positivas, mais ainda pela defesa da empresa quando ela está sendo atacada (Walden & Kingsley W., 2018).

Em termos de conceito simplificado podemos dizer, de acordo com Seiling (2008), que os colaboradores assumem uma posição de defensores que procura obter benefícios para a reputação das organizações onde trabalham através do seu comportamento: quando os funcionários se tornam promotores da empresa, estão a ajudar a humanizar a marca e a aumentar a sua credibilidade. Quando satisfeitos, ao sentirem-se integrados e bem inseridos numa cultura empresarial sólida e bem implantada, os colaboradores são os primeiros *advocates*, também conhecidos como “Embaixadores da marca”, os *employee advocates*.

### 3.6. *Corporate Reputation*

Na base da criação de uma reputação positiva da empresa encontra-se, precisamente, a consistência da marca, resultado de um bom *endobranding* que torna os colaboradores “embaixadores ou defensores da marca”.

O valor da reputação numa empresa é fundamental: “uma boa reputação aumenta o valor de tudo o que a organização faz e diz. A má reputação desvaloriza seus produtos e serviços e age como um ímã que atrai ainda mais desmoralização” (Dowling, 2001, in Santos, 2016).

A construção da reputação começa de dentro para fora. Para se ter uma reputação positiva há que construí-la. Investir em comunicação interna é a decisão primordial. No entanto é de realçar que “apenas a boa comunicação interna não consegue ‘sustentar’ a imagem positiva da empresa.” (Nassar, 2006). Muito menos construir boa reputação. “A reputação interna é reforçada por meio da identificação dos funcionários com a missão corporativa, valores e crenças, motivação e engajamento, porém, mais importante ainda, a reputação de uma organização, impulsiona o desempenho e sucesso da mesma”. (Santos, 2016). A integração e a interação dos colaboradores revelam-se primeiro passo: há que tratar os colaboradores como parte integrante do todo empresarial. O colaborador

que “veste a camisola” da empresa sente orgulho nela. Tal começa a ser construído no ambiente interno com valorização e ética, e é consolidado quando o funcionário entende que a sociedade admira a organização onde ele trabalha. Isso normalmente acontece quando a marca, que ele sente que ajudou a construir com o seu esforço e empenho, é forte e possui boa reputação.

### **3.7. Endomarketing**

O *endomarketing* apresenta-se um passo à frente do *endobranding* e da construção da reputação positiva da marca no âmbito das ações para o público interno. Quando o colaborador se encontra alinhado com a cultura da empresa onde trabalha (interiorizou a sua visão, missão e valores), podemos dizer que se encontra integrado nela, entrosado com a marca e se encontra disposto a defendê-la, muitas vezes de forma não consciente, mas que leva à criação de uma boa reputação da mesma. Só que para o processo ficar completo ainda falta um passo. E tal é trabalho do *endomarketing*. As estratégias desenvolvidas nesse âmbito visam atender aos desejos e às necessidades dos colaboradores, então considerados como clientes internos. O objetivo é fazer com que o nosso produto ou serviço seja o mais adequado para servir as suas necessidades e desejos.

Segundo Bekin (2004), considerado o pioneiro do conceito, o “*endomarketing* consiste em ações de marketing dirigidas ao público interno da empresa ou organização. Sua finalidade é promover entre os funcionários e os departamentos os valores destinados a servir o cliente ou, dependendo do caso, o consumidor. Essa noção de cliente, por sua vez, transfere-se para o tratamento dado aos funcionários, comprometidos de modo integral com os objetivos da empresa”. É com a utilização do *Endomarketing* que se **cria a fidelidade dos colaboradores, promove neles o alinhamento com os propósitos da marca e a fortalece internamente, de modo a que eles** atendam e sirvam melhor o cliente final.

## **4. Ferramentas para a Construção de uma Marca Consistente**

Como atrás referimos, o aumento gradual do *home office*, a que já se vinha a assistir, foi fortemente acelerado em consequência do Covid-19 e tem-se traduzido fator decisivo para a continuação das atividades económicas. Intimamente relacionado com essa prática de teletrabalho encontra-se uma vivência tecnológica da qual ele se encontra obrigatoriamente dependente. Já em 2014 antecipávamos a grande pertinência das tecnologias no âmbito da Comunicação Organizacional em empresas onde a relação direta e próxima entre os colaboradores não pudesse existir: Afirmávamos então:

*O novo aparato tecnológico permite, inclusivamente a organizações com unidades dispersas fisicamente, a possibilidade de integrar as suas atividades como se estivessem todas reunidas num único espaço, ainda que este seja virtual. Mateus (2014).*

A realidade aportada com a pandemia não só veio confirmar a nossa tese como ultrapassou qualquer dimensão quantitativa que pudéssemos considerar:

*No segundo trimestre de 2020, o número de pessoas em teletrabalho em Portugal cresceu 23,1% para mais de um milhão de pessoas, segundo dados do Instituto Nacional de Estatística (INE).*

*Destas, 998,5 mil pessoas (91,2%) indicaram que a razão principal para ter trabalhado em casa se deveu à pandemia de Covid-19. (INE. Destaques, 2020)*

Sem dados científicos que possam comprovar a nossa tese, mas tendo em consideração as informações publicadas pelo INE (*Destaques, 2020*) acreditamos que a mudança mais notória provocada pela pandemia foi a adoção em massa às tecnologias que, embora já bastante utilizadas nas organizações, não detinham uma evidência comparável nas organizações, principalmente nas de pequena e média dimensão.

*Com o eclodir da Covid-19, as organizações aceleraram a sua virtualização para a criação de contextos de teletrabalho. Diante da complexidade que se apresenta, importa refletir sobre como estas plataformas digitais atuam como facilitadoras da comunicação interna nas organizações e auxiliam na participação. (Costa, 2021)*

#### **4.1. Rede social corporativa – Exs: Yammer, Work Place e Slak**

As redes sociais corporativas traduzem-se numa das principais, senão a principal ferramenta para a interação entre colegas, equipes e departamentos, independentemente dos locais onde os colaboradores se encontrem. Com as particularidades específicas de cada uma, todas elas têm basicamente a mesma função e oferecem os mesmos benefícios: estão disponíveis durante todo o horário de trabalho e proporcionam ligar pessoas com os mesmos objetivos e valores. São plataformas *on-line* que facultam o diálogo e a partilha de informações entre e dentro das equipes, promovem a comunicação informal, estimulam a criatividade e a interatividade. A rede social corporativa permite a contribuição de todos os colaboradores, favorecendo uma comunicação horizontal e aproxima as diferentes áreas da empresa. Todos se tornam emissores. A interação proporcionada leva os colaboradores a contribuírem com *feedback*, informações, comentários, colaborar e interagir entre si. É uma forma não só de agilizar a comunicação interna, mas de impulsionar o *engagement* com a marca. Por ser um sistema integrado e único vai fortalecer ainda mais a comunicação entre as equipes e humanizar a empresa.

#### **4.2. Aplicativos de Comunicação (Apps)**

Os Aplicativos são usados exclusivamente através de *Smartphones*. Dependendo da dimensão da empresa, pode-se desenvolver um Aplicativo personalizado para ela que auxilia na criação de identidade com a Marca. No entanto existem hoje diversas Apps no mercado, com diferentes funcionalidades, para facilitar a comunicação dentro das empresas, principalmente quando, para os responsáveis, a sua dimensão não justifica uma criação personalizada. De qualquer modo é um instrumento que se traduz ágil e eficaz na comunicação entre usuários. O uso dos aplicativos com a utilização dos *Smartphones* é ideal para empresas quando os serviços se encontram descentralizados, por vezes com acesso à internet um tanto limitado, através da utilização de dados móveis e quando, por outro qualquer motivo, a utilização de computadores se apresenta complexa para muitos dos colaboradores da empresa. Uma das grandes vantagens da sua utilização é

a funcionalidade de notificação que auxilia os colaboradores a comparecerem a horas certas a reuniões *online* quando do teletrabalho, necessidade que pode ser um tanto usual e compreensível, empenhados que se encontram em tarefas particulares e fora do ambiente de trabalho habitual.

O **WhatsApp** é um dos aplicativos mais usados, bastante indicado para manter a integração entre uma equipe mesmo à distância através de conversas pessoais, partilha de conteúdos que não tenham a ver com a empresa, em horas fora do expediente, por exemplo. Pode-se formar um grupo da empresa que permite agilizar a comunicação com troca de mensagens entre colegas. Ainda que de caráter informal, os colaboradores podem trocar e transmitir informações importantes para a ação interna. A informalidade que se gera cria laços que promovem o *engagement* entre colaboradores e equipes e, também, a conversão dos colaboradores em propagadores da cultura organizacional. Embora afastados entre si a aproximação entre todos aumenta e faz crescer o espírito de equipe. A utilização da rede tem ainda a possibilidade de segmentar mensagens a serem enviadas para determinadas equipes ou elementos.

O **Instagram para empresas** apresenta-se como outro aplicativo que se revela também de grande utilidade, pela possibilidade de partilha de pequenas histórias e mensagens visuais com vídeos e fotos que incentivam à interação e diálogo entre os colaboradores. Grande parte da rede é dominada por influenciadores que aí divulgam trabalhos e até mesmo o seu cotidiano. A curiosidade despertada nos colaboradores leva-os à utilização da rede. Com a publicação de fotos e vídeos onde eles próprios são os principais personagens, criam-se *stories* com vista ao desenvolvimento da marca empresarial e sua maior consistência. Elas ajudam a consolidar a marca empresarial através do alinhamento de valores e da criação de identidade que contribuem para o aumento de *engagement* dos colaboradores.

### 4.3. Canais digitais de Comunicação Interna

Sem o mesmo dinamismo das redes sociais, os **canais digitais** também se apresentam oportunos em empresas que têm a comunicação presencial condicionada. Para além do mais há que aceitar que nem todos os colaboradores, agora limitados à utilização dos meios digitais, estavam habituados a esses instrumentos de comunicação interna. Particularmente em empresas de pequeno porte ou mais conservadoras, onde a comunicação digital ainda não detinha grande relevância, a novidade ou a utilização um tanto forçada de tais instrumentos poderão condicionar o comportamento e criatividade dos colaboradores pelo que há que manter uma filosofia de comunicação mais tradicional, embora dependente da atualidade dos meios digitais. Uma das suas particularidades e benefícios, enquanto estratégia, traduz-se na manutenção do *engagement* existente na empresa.

A **Intranet** promove a interligação de unidades e departamentos, a publicação de métodos de trabalho e informações que ajudem a aumentar a produtividade dos colaboradores, por exemplo. A sua grande vantagem é poderem todos ter acesso a uma mensagem padronizada e de fácil alcance, o que contribui para a consistência da marca. Por ser um sistema integrado e único, fortalece ainda mais a comunicação entre as equipes o que também favorece o *engagement* dos colaboradores, mesmo quando distanciados geograficamente. Neste contexto a criação de um **Blog para Intranet**

apresenta-se particularmente pertinente. Trata-se de uma estratégia de *endomarketing* que tem como objetivo otimizar o relacionamento e a comunicação com os colaboradores ao mesmo tempo que promove e dissemina a cultura da empresa. O *blog* deve conter espaço para comentários e outras formas de interação que permitam aos colaboradores relacionarem-se com o conteúdo e entre si, dentro da plataforma. Isso estimula ainda mais a participação dos colaboradores, promove o seu *engagement* e das equipas. O *blog* deverá incluir imagens, vídeos, infográficos e outros recursos multimídia uma vez que se trata de material atrativo que facilita a compreensão e a assimilação. O conteúdo informativo deve incluir novidades da empresa como ações internas, datas comemorativas, eventos com os colaboradores, informações sobre segurança e saúde no trabalho, entre outros assuntos. A conjuntura que se vive com as consequências do COVID-19 estimula a procura de informações sobre a doença a cada momento. Os colaboradores tentam encontrar aí respostas atualizadas sobre a evolução da mesma e o estado do conhecimento sobre a investigação que a tenta travar. Também poderão ser aí colocados *posts* com interrogações que gostariam de ver clarificadas ou comentários sobre assuntos que os importunam ou têm conhecimento, por exemplo. O *blog* de comunicação interna pode divulgar conteúdos mais momentâneos e atualizados do que a *e-newsletter*, instrumento de que falaremos mais adiante. Uma das suas características é precisamente o dinamismo que consegue impôr às informações e à comunicação no seio da empresa. Por esse motivo as *postagens* poderão alimentá-lo diariamente, algumas vezes por semana ou, simplesmente, quando houver conteúdo que se apresente atualizado e pertinente.

O ***E.mail***, numa perspetiva mais informativa, ainda se demonstra muito útil como ferramenta de comunicação interna. Em situações de comunicação presencial limitada, a informação direta para equipas ou colaboradores individualmente é fundamental, assim como entre cargos decisores ou com a divulgação generalizada de avisos, informações, etc. Também como lembrete de atividades agendadas é um bom meio de alerta para os colaboradores. Com a limitação que agora se vive acreditamos que o *e-mail* tenha readquirido alguma da importância que se esbatera com a introdução dos Murais e TV Corporativas nas empresas. Há fontes que indicam que parte do que antes era partilhado na empresa através desses canais passou agora a ser dado a conhecer aos colaboradores através da sua utilização. Para além do mais é de fácil utilização, genericamente já conhecido pela maioria dos trabalhadores que se encontram previamente familiarizados com essa ferramenta, pelo que a adesão à informação por ela disseminada é facilmente interiorizada e partilhada. O seu uso contribui para manter a uniformização e alinhamento das estratégias.

A ***E-newsletter*** não é mais do que a versão digital da clássica *newsletter*, agora criada e apresentada através dos meios digitais. Também partilhada com público externo, consideramo-la particularmente importante na relação com o público interno em empresas com uma dimensão considerável e um número relevante de funcionários, mais ainda quando topos, colaboradores e equipas se encontram distantes geograficamente. É um meio para marcar presença e dar abertura para dúvidas, sugestões e críticas aos seus públicos. É de considerar que a *newsletter* tem o objetivo de fazer a ponte entre empresa e funcionários. É um canal de contato, divulgação e atualização de temas variados. Com a sua utilização divulgam-se novidades, alinham-se atividades e procedimentos, motivam-se as equipas. A marca é reforçada com a uniformidade na linha de conteúdos

partilhados. Atenda-se a que as informações aí divulgadas não se limitam a assuntos estritamente relacionados com a empresa. Pode ser publicada, com muita pertinência, informação externa que afete grupos ou a generalidade da sociedade em determinado momento. Salientamos também aqui a situação muito concreta da pandemia que se tem vivido em todo o mundo. A divulgação de dados oficiais sobre a evolução da doença permite informar os colaboradores da situação a que muitos poderiam não ter fácil acesso; noutra perspetiva, a partilha de informações a que eles se sentem próximos fá-los também sentir a empresa como “cuidadora”, pela situação de fragilidade emocional que todos vivem. Os laços afetivos com a empresa apertam-se, o *engagement* aumenta e a integração dos colaboradores pode ser demonstrada com publicações e ações subjacentes. A *reputação* da marca aumenta.

A **Videoconferência online** é uma tecnologia de comunicação que permite às pessoas entrarem em contacto, independentemente do local onde se encontrem. Com a transmissão de vídeo através da internet e a utilização de plataformas digitais, o contacto faz-se em poucos minutos. O **Zoom Meetings** é uma das plataformas mais utilizadas para reuniões de empresa. Através dela os colaboradores vêem-se, conversam, planeiam tarefas, resolvem problemas, tudo ao vivo, através de vídeo, independentemente da localização geográfica de cada um. Também o **Skype** tem a mesma função, embora sendo uma plataforma mais limitada, mas não deixa de ser uma alternativa para uma empresa fazer as suas reuniões quando não há a possibilidade de encontros presenciais, como tem acontecido durante o confinamento provocado pelo COVID-19. Em situação de *home office* estas e outras ferramentas permitem configurar reuniões remotas em poucos cliques e realizar as reuniões necessárias ao funcionamento da empresa. Mas o papel de continuar a humanizar o interior da empresa, embora de uma forma virtual também se consegue. Saliente-se que não é apenas como resposta à limitação de deslocação dos colaboradores que a videoconferência tem as suas vantagens. Para além dos custos muito menos elevados, também a adesão às reuniões é bem maior pela simplicidade do processo. A interação torna-se fácil entre os colaboradores e, mesmo ao longe, a sua integração mantém-se, eventualmente poderá aumentar, evitando que a marca seja abalada.

## 5. Considerações Finais

O objetivo do presente trabalho é fazer uma análise e proposta de utilização das ferramentas de comunicação interna às empresas num momento de crise instalada, com a pandemia Coronavírus-19.

Num momento em que os contactos diretos e presença física dos trabalhadores nas empresas se encontram condicionados pelo confinamento imposto por responsáveis pela gestão a nível nacional da situação problemática que atravessamos, as empresas têm que encontrar alternativas para poderem permanecer com a sua atividade. Mas mais, transformarem a crise numa oportunidade.

A solução traduz-se em *home office*, através de teletrabalho. É a única forma dos colaboradores poderem continuar a realizar as suas responsabilidades profissionais. Como tal há que envolvê-los na nova realidade com instrumentos de comunicação interna que promovam o *engagement* na empresa, a estabilidade e consistência da

marca, traduzam uma imagem de empresa com uma conduta *humanizadora e cuidadora* que começa na preocupação pelas condições de vida complexas dos colaboradores, o que permitirá manter a reputação anterior, supostamente positiva. Não esquecer que a imagem que a empresa passa para o exterior em termos de consistência da marca e reputação vai ser determinante para a aceitação por parte de clientes, potenciais clientes e outros públicos externos e, por conseguinte, para a forma como se consegue manter no mercado e na sociedade em geral, presentemente e num futuro próximo.

Após um levantamento dos instrumentos de comunicação empresarial, que realizámos com investigação *online* em trabalhos científicos e *blogs* especializados, e após termos processado uma análise categorial dos mesmos, chegámos à conclusão de que a única opção para a eficácia da comunicação interna nas empresas em situação de limitação presencial dos seus colaboradores será a utilização de ferramentas digitais. Mas pudémos também concluir que a necessidade imposta com a utilização desses meios vem permitir uma maior aproximação entre colegas e a sua integração na empresa.

É nessa base que apresentamos a nossa proposta, acreditando que as Redes e os Mídia Sociais Digitais se revelam condição para as empresas poderem conquistar os seus colaboradores, mesmo numa realidade futura que já não obrigue à sua exclusiva utilização. A verdade é que a conjuntura que condiciona a ação das empresas tem sido um desafio a uma situação nunca antes vivida. Acreditamos que a adaptação com estratégias inovadoras para a eficácia do trabalho que envolvem a grande utilização de instrumentos digitais, agora imposta, irá marcar o futuro da comunicação interna nas empresas. O que começou por imposição numa fase de debilidade, acaba por tornar-se numa oportunidade para a atualização dos colaboradores e empresas em termos futuros. Após esta experiência o mundo não voltará ao que era. As empresas também não. As adversidades que ainda vivemos e as adaptações a elas necessárias decerto se tornarão num desafio à aprendizagem para as relações no mundo. Segundo a análise e considerações que aqui realizámos, a utilização de instrumentos digitais acabará por facilitar as relações de trabalho em certas circunstâncias, com benefícios para as empresas e também para os colaboradores. Também eles agora já o reconhecem. Neste âmbito não duvidamos que a aplicação da Comunicação digital ao público interno, iniciada um pouco forçadamente, encontrou já um caminho aberto que, mesmo em condições de não confinamento, virá a ser bastante utilizada pelas empresas, independentemente da sua dimensão.

**Em Dezembro de 2021**

## Referências

Articles in Scientific Journals with doi or url

Božac, M.G., Sušanj Z. j., Agušaj B. (2017). *Attitudinal and behavioral outcomes of P-O fit and work engagement* in hotel staff Organizational Cultures an International Journal, 17 (1) (2017), pp. 21-38. <https://www.researchgate.net> ›

Baumruk, R. (2006). *Why managers are crucial to increasing engagement: Identifying steps managers can take to engage their workforce*. Strategic HR Review, 5(2), 24-27 . <https://www.emerald.com> ›

Bekin, S. F. (2004) *Endomarketing: Como praticá-lo com sucesso*.

São Paulo: Prentice Hall, 2004, in artigo-o-endomarketing.pdf, <http://endomarketing.com › uploads>

Burgess, C. (2013). *Branding From The Inside Out*. CMO.com. 23 abr. 2013. [http://www.cmo.com/articles/2013/4/21/branding\\_from\\_the\\_in.html](http://www.cmo.com/articles/2013/4/21/branding_from_the_in.html)

Valentini, C & Kruckeberg, D. (2012). *New Media Versus Social Media. A Conceptualization of Their Meanings, Uses, and Implications for Public Relations*. In S. Duhé, S. (Ed.) *New media and public relations* (pp. 267-276). New York: Peter Lang Publishing. <https://www.researchgate.net/publication/291991953>

Walden, J.A.; Kingsley, W.C.Y. (2018). *Strengthening the tie: Creating exchange relationships that encourage employee advocacy as an organizational citizenship behavior*. *Management Communication Quarterly*, 32 (4) (2018), pp. 593-611, 10.1177/0893318918783612

Kahn, W. A. (1990). *Psychological conditions of personal engagement and disengagement at work*. *Academy of Management Journal*, 33(4), 692-724 <https://doi.org/10.2307/256287> <https://scholar.google.com>

Little, B., Little, P., (2006). *Employee Engagement: Conceptual Issues*. *Journal of Organizational Culture, Communication, and Concept*, 10, 111-120. [https://www.researchgate.net/publication/310476863\\_Employee\\_engagementConceptual\\_issues](https://www.researchgate.net/publication/310476863_Employee_engagementConceptual_issues) acessado a 24/09/21

Pinheiro, P. C.; Reis, P. C. (2021). *O papel da comunicação interna em tempos de pandemia: como as companhias estão se organizando durante crise*

January 2021. *Brazilian Journal of Development* 7(1):5333-5348. DOI: 10.34117/bjdv7n1-361. <https://www.researchgate.net/publication/348985735>

Seiling, J.G. (2008). *The role of the customer advocate: Contextual and task performance as advocacy participation abstract*. *Journal of Management & Organization*, 14 (2) (2008), pp. 127-140, 10.1017/S1833367200003345

Tsarenko, Y. C.; Leo, H.H. Tse. (2018). *When and why do social resources influence employee advocacy? The role of personal investment and perceived recognition*. *Journal of Business Research*, 82 (C) , pp. 260-268, 10.1016/j.jbusres.2017.09. 001

## Books

Barnard, C.- *As funções do executivo*. São Paulo: Atlas, 1979

Kunsch, M. (2003). *Planejamento de relações públicas na comunicação integrada*. Ed. Ampliada e atualizada. São Paulo: Summus,2003

Kotler, P. ; Keller, K. L. ,(2006). *Administração de Marketing*. 12 ed. São Paulo: Pearson Prentice hall, 2006.

## Documents online

- A Comunicação corporativa interna como estratégia de gestão* [https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos10/513\\_artigo.Anna.2010.pdf](https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos10/513_artigo.Anna.2010.pdf)
- Ferreira, K. <https://rockcontent.com/br/blog/consistencia-de-marca/> acessado a 25/09/2021
- João, D; Mira, I. - *Comunicação interna: qual a melhor estratégia?* 11/09/2017 <https://www.atrevia.com › pt › blog-pt> acessado em 25/09/2021
- Eurostat. Working from home in the EU - Products Eurostat News. 17/09/2021 <https://ec.europa.eu › eurostat › web>
- INE Destaques — Instituto Nacional de Estatística. *Informação à Comunicação Social*. 5 de Agosto de 2020. <http://www.ine.gov.mz>.
- República Portuguesa. 2020 - *Teletrabalho durante e após a pandemia da COVID-19* Guia prático. OIT - Organização Internacional do Trabalho. (wcms\_771262.pdf). Acessado em 17/09/2021 <https://www.oconhecimento.com.br/saiba-como-o-blog-para-intranet-pode-ser-usado-na-comunicacao-corporativa/> acessado em 27/09/2021

## Chapters of Books with Editors

- Couto, A. (2004). *Como transformar colaboradores em embaixadores da marca*. Comunicação Empresarial, São Paulo, Ano 14, n. 53, p. 20, 4. trim. 2004 <https://branquia.pt/noticias/como-transformar-os-seus-colaboradores-em-embaixadores-da-marca/>
- Mateus, A. (2014). *As Novas Tecnologias e a Internacionalização da Comunicação Empresarial*. Publicações e/Books. Centro de Estudos de Comunicação e Sociedade. Universidade do Minho. Braga. Portugal. ISBN: 978-989-8600-29-5 <https://www.academia.edu/6948597>
- Nassar, Paulo (org) (2006) . *Comunicação Interna – a força das empresas*. Volume 2. São Paulo: ABERJE Editorial, 2006. <https://www.aberje.com.br/produto/comunicacao-interna-a-forca-das-empresas-v2/>

## Conference Papers in Proceedings

- Santos, T. (2016). *Reputação corporativa de dentro para fora*
- Artigo-Ebook\_Reputação-corporativa-de-dentro-para-fora\_Taciane-Santos.pdf. <https://casperlibero.edu.br/wp-content/uploads/2016/09/>
- Zanluchi, E. ; Copetti, C. L.-s/d. *Comunicação Organizacional Interna: Desenvolvimento e Conseqüências no Contexto Histórico das Organizações* Univ. do Vale do Rio dos Sinos. <http://www.portcom.intercom.org.br/pdfs/142313294707026034519402272044108744910.pdf>

# **iMujer, orientación para mujeres en entornos de violencia familiar y/o pareja**

Sodel Vázquez Reyes<sup>1</sup>, Paola Torres Macias<sup>1</sup>, Perla Velasco Elizondo<sup>1</sup>, Alejandra García Hernández<sup>1</sup>, Alejandro Mauricio González<sup>1</sup>

vazquezs@uaz.edu.mx; 36171294@uaz.edu.mx; pvelasco@uaz.edu.mx;  
alegarcia@uaz.edu.mx; amgdark@uaz.edu.mx

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, ZAC, 98000, México.

**Pages: 130-145**

**Resumen:** Se ha dicho que los problemas se originan en casa, lo que vemos, lo que oímos, lo que nos enseñan y que se aprende día con día, estas acciones nos forman, pero estas acciones no siempre nos educan de la mejor manera ya que hay mujeres que viven violencia como algo normal, porque así fueron educadas por su familia. Estas cuestiones nos hacen ver la evidente necesidad de informar a las mujeres sobre lo que realmente es la violencia contra la mujer. Por tal motivo, se decidió crear la aplicación móvil *iMujer*, para brindar información sobre la violencia contra la mujer, los tipos de violencia, leyes de protección para mujeres, obligaciones gubernamentales, centros de atención para mujeres y un test de violencia para conocer en qué punto está su relación, si es sana o es necesario cambiar el tipo de relación que se está viviendo. Las pruebas de usabilidad mostraron que los componentes *Violencia contra la mujer*, *Tipos de violencia*, *Recomendaciones*, *Obligaciones gubernamentales*, *Instituciones de protección para mujeres* tuvieron una aceptación del 100%; los componentes *Test de violencia y Contactos de emergencia* tuvieron una aceptación del 96%; y el componente *Leyes de protección para mujeres* tuvo una aceptación del 80% debido a que el contenido les pareció largo y difícil de leer, por lo tanto se han resumido los artículos y contienen un enlace para que se pueda consultar toda la ley completa. Finalmente, se obtuvo una herramienta tecnológica para la orientación de mujeres que sufren violencia familiar y/o de pareja, contribuyendo a la prevención de la violencia contra la mujer en el estado de Zacatecas de México.

**Palabras-clave:** violencia familiar; violencia de pareja, aplicación móvil, herramienta tecnológica de orientación.

## ***iMujer, guidance for women in environments of family and/or partner violence***

**Abstract:** It has been said that problems originate at home, what we see, what we hear, what they teach us and that we learn every day, these actions form us, but these actions do not always educate us in the best way. That there are women who experience violence as something normal, because that is how they were educated by their family. These issues make us see the obvious need to inform women about

what violence against women really is. For this reason, it was decided to create the mobile application iMujer, to provide information on violence against women, types of violence, protection laws for women, government obligations, care centers for women and a violence test to find out what The point is their relationship, if it is healthy or it is necessary to change the type of relationship that is being lived. The usability tests showed that the components Violence against women, Types of violence, Recommendations, Government obligations, Protection institutions for women had 100% acceptance; the components Violence Test and Emergency Contacts had an acceptance of 96%; and the component Laws of protection for women had an acceptance of 80% because the content seemed long and difficult to read, therefore the articles have been summarized and contain a link so that the entire law can be consulted. Finally, a technological tool was obtained for the orientation of women who suffer family and / or partner violence, contributing to the prevention of violence against women in the state of Zacatecas, Mexico.

**Keywords:** domestic violence; partner violence, mobile app, guidance technology tool

## 1. Introducción

La violencia contra la mujer se origina con una estructura patriarcal y jerárquica de la sociedad, ya que existe una valoración discriminada, la masculinidad y la femineidad, donde el hombre es superior y la mujer inferior, dando como resultado un poder de sometimiento y obediencia como algo natural (*Panorama de violencia contra las mujeres en Zacatecas*, 2011); además si de niños son criados en un entorno de violencia, esto causa que lo vean como algo normal, y al crecer provoca que presenten una mayor probabilidad a cometer o sufrir actos de violencia infligidos por o a la pareja (Valledor, 2018). Otro resultado del sometimiento y obediencia de las mujeres, es que se va transmitiendo de generación en generación, y no es fácil de borrar esto, porque han sido generalizados y forman parte de la cultura principalmente en México, donde siempre se ha visto a la mujer como la culpable de los actos de su pareja y el maltratador sale como la víctima (Górak, 2011), estos actos ponen en duda la integridad de la mujer ya que realmente se sienten culpables por las actitudes que toma su pareja y creen merecer esos tratos, no se percatan de lo que en realidad está sucediendo y por consecuencia no denuncian ni piden a ayuda. Las mujeres que experimentan violencia pueden llegar a sufrir una variedad de problemas de salud, y tienden a dejar de lado su vida social; resultados obtenidos de una encuesta Nacional de Violencia contra la Mujer (Ejecutivo, 2004) describe que de las 26,042 mujeres mexicanas entrevistadas el 87.5 % sufrió algún tipo de violencia, ya sea física, psicológica, económica y/o sexual, esto infringido por algún miembro de la familia. Además, se encontró que de las mujeres que tenían una relación, un 15.6% sufrían violencia, donde los tipos de violencia más comunes eran psicológica, física y sexual. Estos resultados tienen dos razones, la primera es que las personas que presencian violencia durante su infancia son muy proclives a ejercerla o vivirla, la segunda es la falta de educación sobre el tema, desconocer que ese tipo de acciones no es normal. Ante este panorama, surge la necesidad de diseñar y desarrollar una aplicación móvil de apoyo a la orientación de mujeres, que puedan consultar información sobre la violencia, que hacer, donde acudir, conocer las leyes que las protegen y las obligaciones que tiene el gobierno de protegerlas, además de realizar

un test de violencia para que las mujeres puedan identificar signos de violencia en su relación. El objetivo principal es ayudar a las mujeres a generar conciencia y corregir las creencias familiares con las que fueron educadas.

## 2. Problemática y justificación

En el estado de Zacatecas se realizó una encuesta en el año 2011, donde se registró una muestra de 340,096 mujeres casadas o unidas, todas mayores de 15 años. 48% de esa muestra dijo haber sufrido violencia por su pareja, el tipo de violencia más frecuente fue la psicológica. De las mujeres que sufrieron algún tipo de violencia, sólo el 10.4% de ellas solicitaron asistencia o denunciaron los hechos ante la autoridad. Otro hallazgo importante fue que de cada 100 mujeres que provienen de familias donde ellas y su esposo o pareja fueron testigos o víctimas de violencia, 72 fueron agredidas a lo largo de su relación, mientras que solamente 28 no sufrieron violencia de pareja (*Panorama de violencia contra las mujeres en Zacatecas*, 2011).

De acuerdo con lo anteriormente descrito, en el estado de Zacatecas existe una evidente falta de educación sobre la violencia contra la mujer, y una herramienta tecnológica de apoyo a la orientación para mujeres en entorno de violencia, contribuye a la prevención de la violencia contra las mujeres, además de fomentar en la sociedad una cultura donde la denuncia no sea causa de señalamientos sino una forma de alzar la voz y el fortalecimiento de la estructura familiar.

## 3. Trabajos relacionados

Como ya se ha descrito, la violencia contra la mujer es un aspecto de creencias familiares erróneas, las cuales se tienen que modificar; en la actualidad existen varias aplicaciones móviles relacionadas con la prevención del tema, y se describen a continuación:

1. *Ellas libres de violencia*. Aplicación móvil colombiana donde se alerta a las mujeres sobre los tipos de violencia y las medidas que deben tomar en cada caso para denunciar, líneas de atención; su objetivo es educar para que las mujeres denuncien (*Ellas - Apps en Google Play*, 2021).
2. *144*. Aplicación móvil argentina que contiene un test para que las mujeres puedan identificar signos de violencia en su pareja, tiene la opción de compartir el resultado del test con un amigo o familiar, además da asistencia en la línea de emergencia 144 para atender a las mujeres en situaciones de violencia, y contiene un mapa de lugares que ofrecen atención a mujeres en situación de violencia (*144 - Aplicaciones en Google Play*, 2021).
3. *Mujer alerta*. Aplicación móvil mexicana, del estado de Veracruz, que permite identificar tipos y modalidades de violencia contra la mujer, lugares donde brindan asesoría y pueden denunciar estos actos, además tiene botón que genera una alerta cuando se encuentre en situación de violencia, enlazada con el Centro Estatal de Control, Comando, Comunicaciones y Cómputo (C4), quienes atenderán la situación (*Veracruz Mujer Alerta - Apps en Google Play*, 2021).
4. *SOS Mujer*. Aplicación móvil boliviana que contiene información sobre tipos de violencia, ciclo de la violencia, leyes de protección, derechos de las mujeres y

testimonios, además ofrece cuestionarios para detectar actitudes violentas en la pareja (*SOS Mujer - Apps en Google Play, 2021*).

5. *Test violentómetro*. Aplicación móvil desarrollada por el Instituto Politécnico Nacional, en la cual se encuentra información de violencia en pareja, ofrece un test para ver en qué fase de violencia está tu relación, y hace recomendaciones de lugares a donde acudir para asesoría (*Test Violentómetro IPN - Apps en Google Play, 2021*).

En la Tabla 1, se listan las funcionalidades de las cinco aplicaciones móviles anteriormente descritas, destacando las funcionalidades de *Contactos de emergencia*, e *Instituciones de protección para mujeres*; su importancia radica en el apoyo brindado a mujeres en entornos de violencia porque con este tipo de información pueden salvaguardar su integridad si en algún momento se sienten en riesgo. Las funcionalidades que menos se repiten son *Obligaciones gubernamentales* y *Leyes de protección*, sin dejar de resaltar su importancia, porque conocer aspectos legales para el apoyo a las mujeres en entornos de violencia es prioritario. Las 5 aplicaciones se pueden categorizar de la siguiente manera, *Ellas libres de violencia* enfocada a orientar a las mujeres para que denuncien, *144* y *Mujer alerta* orientadas a la denuncia y consulta de información y, *SOS Mujer* y *Test violentómetro* están enfocados a la consulta de información.

	<b>Ellas libres de violencia</b>	<b>144</b>	<b>Mujer alerta</b>	<b>SOS Mujer</b>	<b>Test violentometro</b>
<i>Información de violencia familiar y/o pareja</i>	X				X
<i>Información tipos de violencia</i>	X		X	X	
<i>Contactos de emergencia</i>	X	X	X		X
<i>Medidas en caso de sufrir violencia</i>	X			X	X
<i>Instituciones de protección para mujeres</i>		X	X	X	X
<i>Obligaciones gubernamentales</i>	X				
<i>Leyes de protección</i>			X		
<i>Test de violencia</i>		X	X		X

Tabla 1 – Comparación de funcionalidades en aplicaciones móviles

#### 4. Análisis de la propuesta

En 1979 la Organización de las Naciones Unidas (ONU) fue el primer organismo internacional que detectó y reprobó la gravedad de la violencia contra las mujeres, y reconoció que esta situación se encuentra con más frecuencia en el entorno familiar (*Panorama de violencia contra las mujeres en Zacatecas, 2011*). En el estado de

Zacatecas, según registros del Banco Estatal de Datos sobre Violencia contra las Mujeres, en el año de 2020 se registraron 8,900 casos, un aumento de la violencia con la mujer del 62% respecto al año de 2019 (United Nations Secretary-General’s Campaign, 2009) (Estatal & Gobierno, 2020).

Para poder descubrir las necesidades y vulnerabilidades de las mujeres zacatecanas respecto a los entornos de violencia familiar y/o de pareja, en conjunto con la Secretaría de la Mujer del estado de Zacatecas se realizó una encuesta a 100 mujeres, con el objetivo de descubrir los requisitos y determinar la herramienta tecnológica más adecuada para el estado de Zacatecas.

Primeramente, se realizó una clasificación por edades, de acuerdo a (Correal, 2017):

- Adolescencia (12 a 20 años)
- Juventud (20 a 40 años)
- Madurez (40 a 65 años)
- Vejez 65 años en adelante.

Descubriendo que las mujeres en etapa de madurez no tienen suficiente información sobre la violencia contra la mujer, las mujeres en etapa de adolescencia y juventud no conocían leyes de protección para mujeres y centros de atención para mujeres.

La Figura 1 muestra las mujeres que respondieron si a las preguntas *¿conoces alguna ley que proteja a las mujeres de la violencia?*, *¿sabes que hacer en caso de sufrir violencia en la pareja y/o familia?*, *¿conoces centros de atención para mujeres que sufren violencia en tu estado?*, *¿conoces centros de atención para mujeres que sufren violencia en tu municipio?*. El 22% del total de mujeres conoce alguna ley de protección para mujeres, el 33% del total de mujeres conoce centros de atención para mujeres en el estado y el 30% del total de mujeres conoce centros de atención para mujeres en su municipio. Estar informadas de leyes, centros de atención estatales y municipales es prioritario, ya que este tipo de información podría ayudar a mujeres en entornos de violencia familiar y/o pareja.

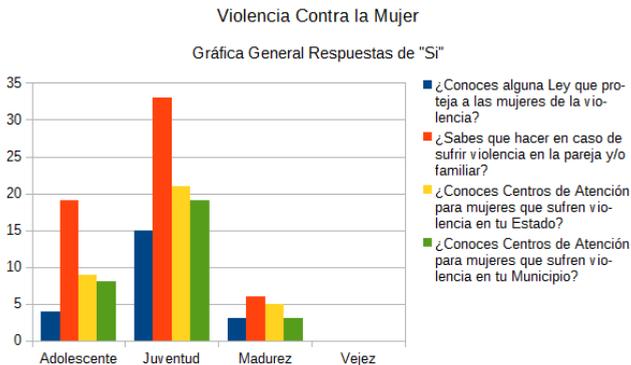


Figura 1 – Mujeres informadas acerca de leyes de protección clasificadas por edad.

También, se realizó una clasificación por ocupación:

- Empleada
- Profesionista
- Estudiante
- Ama de casa

donde empleada es una mujer que tiene trabajo, pero no necesariamente cuenta con estudios, y profesionista es una mujer con estudios de nivel licenciatura. La Figura 2 muestra los resultados para las mujeres que respondieron no a las preguntas *¿conoces alguna ley que proteja a las mujeres de la violencia?, ¿sabes que hacer en caso de sufrir violencia en la pareja y/o familia?, ¿conoces centros de atención para mujeres que sufren violencia en tu estado?, ¿conoces centros de atención para mujeres que sufren violencia en tu municipio?*. El 78% del total de mujeres que contestó la encuesta no conoce ninguna ley de protección para mujeres, el 65% del total de mujeres no conocía ningún centro de atención para mujeres en su estado y el 70% del total de mujeres no conoce en el municipio. Como se puede observar, las leyes de protección para mujeres y los centros de atención estatales y municipales sigue siendo la información menos conocida para las mujeres, área de oportunidad para la aplicación móvil.

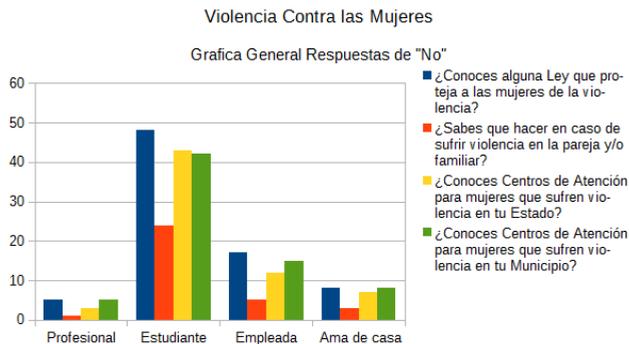


Figura 2 – Mujeres no informadas acerca de leyes y centros de atención, clasificadas por ocupación.

La tercera clasificación fue por región del estado, se definieron 5 regiones:

- Jerez
- Guadalupe
- Zacatecas
- Pinos
- Fresnillo

La Figura 3 describe los resultados de las mujeres que respondieron no a las preguntas *¿conoces alguna ley que proteja a las mujeres de la violencia?, ¿sabes que hacer en caso de sufrir violencia en la pareja y/o familia?, ¿conoces centros de atención para mujeres que sufren violencia en tu estado?, ¿conoces centros de atención para mujeres*

que sufren violencia en tu municipio?. El 78% del total de mujeres que contesto la encuesta no conoce ninguna ley de protección para mujeres, el 36% del total de mujeres no sabe qué hacer en caso de sufrir violencia, el 64% del total de mujeres no conocía ningún centro de atención en su estado y el 70% del total de mujeres no conoce en su municipio. Confirmando la necesidad de orientación en la prevención de violencia contra las mujeres en el estado de Zacatecas, por el rezago de información que tiene la comunidad femenina.

Por lo tanto, se decidió crear una aplicación móvil enfocada principalmente a la orientación de mujeres en entornos de violencia; reconocer la situación que están viviendo e informarse de la ayuda que pueden recibir; todo ad hoc a la problemática vivida en el estado de Zacatecas, y promoviendo el uso de aplicaciones móviles como herramientas para la orientación.

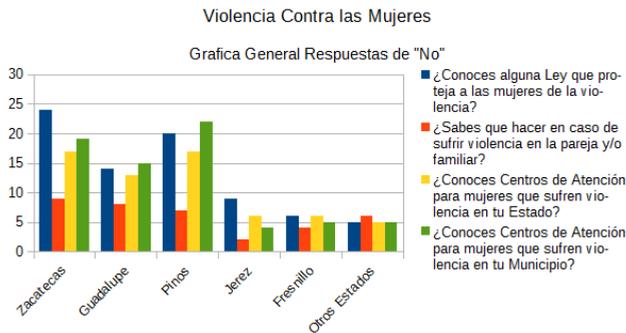


Figura 3 – Mujeres no informadas acerca de leyes y centros de atención, clasificadas por región.

## 5. Diseño y desarrollo de iMujer

Para el diseño de la aplicación móvil ad hoc a las necesidades de la población femenina en el estado de Zacatecas, se optó por implementar 8 componentes, basándonos en los resultados de la encuesta realizada y el análisis de funcionalidades de las aplicaciones existentes. Los componentes fueron:

1. *Violencia contra la mujer.* Se podrá consultar información sobre la violencia familiar y/o de pareja, además de varios ejemplos reales para poder identificar estas modalidades de violencia.
2. *Tipos de violencia.* Se podrá consultar información sobre los tipos de violencia, a través de ejemplos de la vida real para poder identificar la violencia más fácilmente.
3. *Recomendaciones.* Se podrá consultar sugerencias de que hacer en situaciones específicas (consejos) o acciones legales dependiendo de qué tipo de violencia estén viviendo.
4. *Leyes de protección para mujeres.* Se podrá consultar leyes de protección para mujeres en entorno de violencia, enfocadas en la violencia familiar y/o pareja.

Los artículos se han resumido y contienen enlaces para que se pueda consultar todas las leyes completas.

5. *Obligaciones gubernamentales*. Se podrá consultar las obligaciones del gobierno, respecto a cómo lograr el objetivo de avanzar hacia la erradicación de la violencia contra la mujer.
6. *Test de violencia de pareja*. Instrumento de 18 preguntas acerca de la relación con tu pareja, muestra un resultado advirtiéndote en qué punto está su relación, si es sana o es necesario cambiar la manera en la que se desarrolla la relación que se está viviendo. Las preguntas fueron tomadas del violentómetro, desarrollado por la Unidad Politécnica de Gestión con Perspectiva de Género del Instituto Politécnico Nacional (Canul, 2020). El violentómetro consta de tres etapas en una escala del 0 al 30, la primera “*Ten cuidado*” va del 0 al 10, inicia con actos ingenuos como burlas, carilla que van formando patrones abusivos como el “bullying”; la segunda etapa es “*Reacciona*” va del 11 al 20, refleja un incremento, donde las conductas violentas son más visibles y manipuladoras, esta etapa es más física; la tercera etapa “*Necesitas ayuda profesional*” va del 21 al 30, se viven amenazas de muerte y abuso sexual. Por tal motivo, se optó por cubrir cada etapa del violentómetro para que el resultado del test de violencia sea más completo.
7. *Contactos de emergencia*. Se podrá consultar líneas de emergencia del estado de Zacatecas, y nacionales como el Instituto Nacional de las Mujeres, Comisión Nacional para Prevenir y Erradicar la Violencia Contra las Mujeres, Consejo Nacional para Prevenir la Discriminación, Comisión Nacional de los Derechos Humanos y la Red Nacional de Refugios.
8. *Instituciones de protección para mujeres*. Se podrá consultar instituciones que ofrecen sus servicios a mujeres en entornos de violencia en el estado de Zacatecas.

Para la implementación de la aplicación móvil *iMujer* se utilizó Flutter, Dart y Visual studio code. Flutter se eligió por ser de código abierto y permitir construir aplicaciones tanto para Android como para iOS, además por la flexibilidad de Dart para obtener ciclos de desarrollo más rápidos y tiempos de ejecución más bajos (Martínez, 2019), (Rodríguez & Saez, n.d.); usando como editor Visual Studio Code por sus extensiones que añaden soporte para Dart (Grado & Almeria, 2019). La figura 4 describe el diseño de los componentes para *iMujer*.

El prototipo se evaluó utilizando el test de usabilidad guerrilla (Wear, Nancy, 2007), porque tiene como objetivo encontrar errores y poder corregirlos de forma rápida en las etapas iniciales de un proyecto. Las actualizaciones fueron, el tamaño de la letra, iconos e imágenes no era adecuados, la posición del botón Reconocer violencia doméstica no era la adecuada, en el test de violencia se agregó una barra de progreso para no perder la atención de las personas, en el componente Instituciones de protección para mujeres se agregó un botón para cada ubicación y redirigir a la página oficial de cada institución. A continuación, se ilustrarán cinco de los ocho componentes en *iMujer*; la Figura 5 muestra el componente Tipos de violencia, describiendo los tipos de violencia más comunes en la violencia familiar y/o de pareja, desplegándolos en diferentes pantallas para que sea más interactivo.

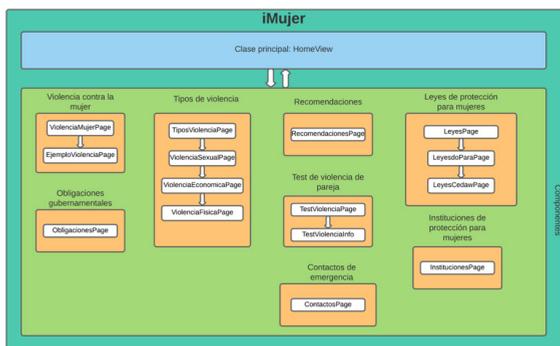


Figura 4 – Diagrama de diseño para la aplicación móvil *iMujer*.



Figura 5 – Componente *Tipos de violencia*.

La Figura 6, muestra el componente Recomendaciones, se describen recomendaciones para los tipos de violencia más comunes en la violencia familiar y/o de pareja.



Figura 6 – Componente *Recomendaciones*.

En la Figura 7 se muestra el componente *Test de violencia de pareja*, donde al finalizar el test, indica en qué fase se encuentra su relación según la puntuación obtenida.



Figura 7 – Componente *Test de violencia de pareja*.

En la figura 8, se muestra el componente *Contactos de emergencia*, contactos nacionales y estatales para ayudar a las mujeres que se encuentran en un entorno de violencia.



Figura 8 – Componente *Contactos de emergencia*.

En la figura 9, se muestra el componente *Instituciones de protección para mujeres*, direcciones de las instituciones en el estado de Zacatecas, y un botón que manda al sitio oficial de la institución.



Figura 9 – Componente *Instituciones de emergencia*.

La aplicación móvil *iMujer* puede ser descargada en <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.paolaTorres.flutteriMujer>

## 6. Pruebas y resultados

Las pruebas para evaluar la aplicación móvil *iMujer*, se realizaron mediante un cuestionario de usabilidad, constituido por 8 tareas, una para cada componente. El procedimiento consistió en leer el contenido del componente y posteriormente contestar dos preguntas referentes a la utilidad de la información. También se incluyeron 5 escenarios, con el objetivo de comprobar el aprendizaje generado en las mujeres, esto a partir de casos hipotéticos donde se les pregunta *¿cómo reaccionaría ante “x” situación?*. Las pruebas se realizaron a 25 mujeres, las cuales se clasificaron en 3 grupos, *Ama de casa, Juventud y Profesionalista*. Grupos claves, las amas de casa son las más vulnerables a sufrir violencia, las mujeres en etapa de juventud son las que más influencia tienen en los dispositivos móviles, pero aún teniendo esto es evidente el desconocimiento de la información, y por último las mujeres profesionistas, ellas tienen más conocimiento sobre el tema y era necesario verificar la utilidad de la información.

La tarea uno consistió en acceder al componente *Violencia contra la mujer*, leer su contenido y por último leer los ejemplos de violencia doméstica o pareja. En la Figura 10 se observa que para el 100% de las mujeres el contenido les pareció fácil de leer y los ejemplos mostrados son útiles.

Las tareas dos, tres y cinco para evaluar los componentes *Tipos de violencia, Recomendaciones, y Obligaciones gubernamentales* respectivamente; se observó que para el 100% de las mujeres el contenido les pareció útil y las recomendaciones son

adecuadas y correctas. La tarea cuatro consistió en acceder el componente Leyes de protección para mujeres, leer su contenido y acceder a los enlaces con las leyes completas. En la Figura 11 se observa que para el 80% de las mujeres el contenido no les pareció largo ni difícil de leer, y el 72% de las mujeres no conocía ninguna ley de protección antes de leerlas en la aplicación móvil *iMujer*.

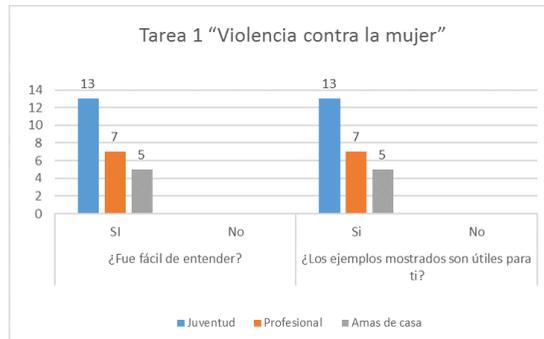


Figura 10 – Pruebas para el componente *Violencia contra la mujer*.

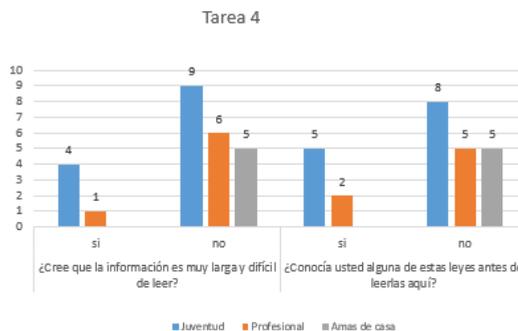


Figura 11 – Pruebas para el componente *Leyes de protección para mujeres*.

La tarea seis consistió en acceder al componente *Test de violencia*, se les pidió realizar el test de violencia imaginando un caso hipotético en caso de no tener una relación. En la Figura 12, se observa que para el 96% de mujeres el resultado les pareció de utilidad, y para el 88% de las mujeres el resultado les pareció preciso.

La tarea siete consistió en acceder al componente *Contactos de emergencia*, y leer su contenido. En la Figura 13 se observa que para el 96% de las mujeres el contenido es importante, y el 80% de las mujeres no ha llamada a ninguno de los números telefónicos que aparecen ahí.

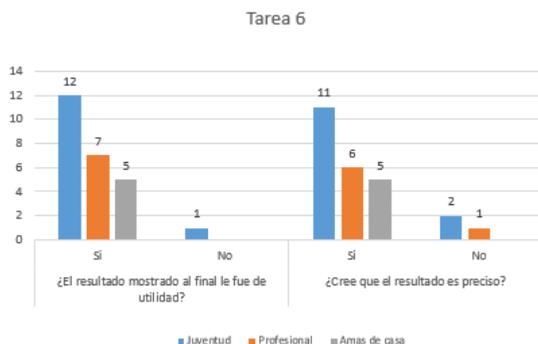


Figura 12 – Pruebas para el componente *Test de violencia*.

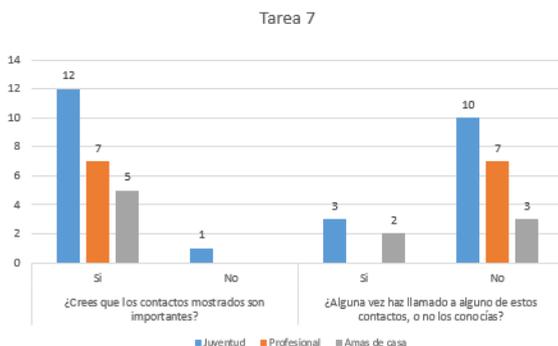


Figura 13 – Pruebas para el componente *Contactos de emergencia*.

La tarea ocho consistió en acceder al *componente Instituciones de protección para mujeres*, y leer su contenido. En la Figura 14 se observa que el 56% de las mujeres no conoce instituciones de protección y para el 100% de las mujeres la información es importante conocerla.

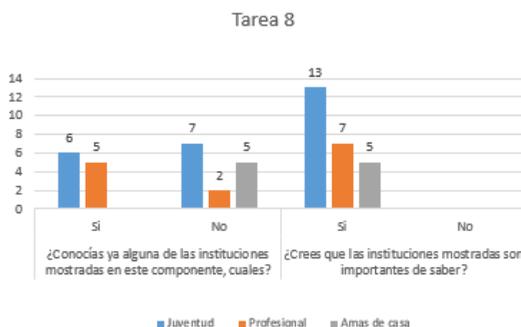


Figura 14 – Componente *Contactos de emergencia*.

Recordemos que es necesario comprobar el aprendizaje generado con la información de la aplicación móvil *iMujer*, esto a partir de casos hipotéticos. El escenario uno, consistió en identificar tipos de violencia mediante el caso hipotético “*Estas en una relación donde tu pareja no te deja trabajar, dice que tu obligación es estar en casa; tu queriendo aportar sustento en la casa lavas ropa ajena, pero tu pareja te quita el dinero y algunas veces te golpea porque sales de casa sin su autorización. Él menciona que solo debes obedecer y no tratar de resolver los problemas*”. En la Figura 15, se observan los cuatros tipos de violencia identificados, donde la violencia física y económica fueron las más mencionadas, y el 100% de las mujeres identifica que hay violencia en la relación.

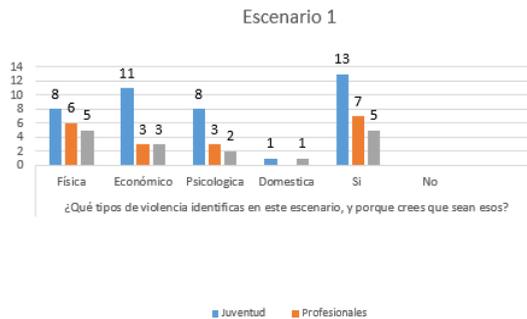


Figura 15 – Escenario 1, identificar los tipos de violencia.

El escenario dos consistió en identificar una ley que pueda ser utilizada para asegurar el desarrollo de una mujer y como reaccionaría ante el caso hipotético “*Ha formado una familia, donde se rigen por patrones socioculturales basados en la superioridad del hombre y la inferioridad de la mujer, sus hijos crecen en un ambiente donde ven la violencia ejercida por su padre de forma cotidiana*”. Se observó que la forma de reaccionar más mencionada fue alejarse, e identificaron la ley CEDAW (Comité para la Eliminación de la Discriminación contra la Mujer) como la más conveniente. El escenario tres, con el mismo caso hipotético anterior, pero ahora se pedía identificar el tipo de ayuda requerida. Se observaron 4 formas de proteger a las mujeres donde la más mencionada fueron los centros de atención y a través del gobierno apoyo legal para mujeres. El escenario cuatro, consistió en identificar la relevancia del test de violencia, cuestionándolas acerca de las acciones para cambiar positivamente su relación. Se observó que para el 84% de las mujeres, el test de violencia las motiva a pensar en el tipo de relación y como tratar de cambiar positivamente su relación, las acciones más elegidas para buscar un cambio positivo son alejarse y hablar. El escenario cinco, consistió en cuestionar si utilizarasen los contactos de emergencia y/o las instituciones de protección para mujeres que se listan en la aplicación móvil *iMujer*, poniendo el caso hipotético “*Su esposo llega una noche ebrio queriendo forzarla a tener relaciones sexuales, usted no quiere y él se pone agresivo, usted se esconde para evitarlo, al día siguiente él se va de la casa, la deja abandonada con sus dos hijos, muchas deudas que pagar, y él ya no quiere responder económicamente por sus hijos*”. Se observó que el 100% de las mujeres consideran usar los contactos de emergencia y el 96% de las mujeres acudirían a las instituciones de protección para mujeres.

Con las pruebas de usabilidad realizadas exitosamente y la comprobación del aprendizaje generado en las mujeres a través de los casos hipotéticos, se manifiesta que la aplicación *iMujer* puede ayudar a educar respecto a la violencia contra la mujer, y ser una herramienta tecnológica de apoyo y prevención en la orientación para mujeres en entorno de violencia.

## 7. Conclusiones

Abordar el problema de la violencia contra las mujeres en un entorno familiar y/o de pareja es clave para poder vivir en una sociedad sin patrones socioculturales de superioridad del hombre e inferioridad de la mujer. Haciendo uso de una herramienta tecnológica para la orientación de mujeres que sufren violencia, se puede comenzar a erradicar los patrones socioculturales con los que fueron educados. Se presentó la aplicación móvil *iMujer*, con 8 componentes (*Violencia contra la mujer, Tipos de violencia, Recomendaciones, Leyes de protección para mujeres, Obligaciones gubernamentales, Test de violencia de pareja, Contactos de emergencia, e Instituciones de protección para mujeres*), los cuales abordan las áreas más vulnerables en relación con la violencia contra la mujer según la encuesta realizada y las características de las funcionalidades en las 6 aplicaciones móviles analizadas, buscando el mayor beneficio para la mujer en el estado de Zacatecas. Como trabajo futuro será difundir y usar la aplicación móvil en todo el estado de Zacatecas, para poder analizar su aportación en la disminución del número de registros de casos de violencia.

## Referencias

- 144 - Aplicaciones en Google Play. (2021). Retrieved June 21, 2021, from <https://play.google.com/store/apps/details?id=ar.gob.lalinea144&hl=es&gl=US>
- Canul, R. (2020). *El Instituto Politécnico Nacional ante la violencia de género. Hacia una política institucional: una propuesta. Investig@cion, No. 17, pp. 36-47, 2020.*
- Correal, M. (2017). Fundamentos de Psicología. Fundación Universitaria del Área Andina, pp. 267-294, 2017. <https://doi.org/10.33132/9789585459632>
- Instituto Nacional de Salud Pública de México. (2004). *Violencia contra las Mujeres: Un reto para la salud publica en Mexico.* <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/documentos/DOCSAL7537.pdf>
- Ellas - Apps en Google Play.* (2021). Retrieved June 21, 2021, from [https://play.google.com/store/apps/details?id=org.rednacionaldemujeres.ellas&hl=es\\_MX&gl=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=org.rednacionaldemujeres.ellas&hl=es_MX&gl=US)
- Górak, R. (2011). Perturbations of isometries between Banach spaces. *Studia Mathematica, 207*(1), 47-58. <https://doi.org/10.4064/sm207-1-3>
- Vazquez, V. (2019). *Desarrollo de aplicaciones móviles multiplataforma con Flutter, Tesis de Licenciatura, Universidad de Almeria.*
- Martínez, R. M. (2019). *Creación de una App de Gestión para Android con un Framework Actual.* <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/93587>

Intituto Nacional de Estadística y Geografía (2011). Panorama de violencia contra las mujeres en Zacatecas, Encuesta Nacional sobre la Dinámica de las Relaciones en los Hogares, ENDIREH.

Rodríguez, A. C., & Saez, A. V. (n.d.). *Métodos de evaluación con usuarios*.

*SOS Mujer - Apps en Google Play*. (2021). Retrieved June 21, 2021, from [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.imhebo.sospromujer&hl=es\\_MX&gl=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.imhebo.sospromujer&hl=es_MX&gl=US)

*Test Violentómetro IPN - Apps en Google Play*. (2021). Retrieved June 21, 2021, from [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.testviolentometro&hl=es\\_MX&gl=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.testviolentometro&hl=es_MX&gl=US)

United Nations Secretary-General's Campaign. (2009). *Violencia contra las mujeres La situación*. 2. [http://www.un.org/es/events/endviolenceday/pdfs/unite\\_the\\_situation\\_sp.pdf](http://www.un.org/es/events/endviolenceday/pdfs/unite_the_situation_sp.pdf)

Valledor, A. C. (2018). Violencia Familiar. *Revista de Violencia Familiar*, 13-24. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2699646.pdf>

*Veracruz Mujer Alerta - Apps en Google Play*. (2021). Retrieved June 21, 2021, from [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.artech.nuevoalerta.alertamujer&hl=es\\_MX&gl=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.artech.nuevoalerta.alertamujer&hl=es_MX&gl=US)

Wear, Nancy, C. (2007). *Guerrilla Research Methods*. Morgan Kaufmann.

# Confiança e tecnologia: práticas, conceitos e ferramentas

Sónia Sousa<sup>13</sup>, José Cravino<sup>2</sup>, David Lamas<sup>3</sup>, Paulo Martins<sup>1</sup>

[scs@tlu.ee](mailto:scs@tlu.ee); [jcravino@utad.pt](mailto:jcravino@utad.pt); [drl@tlu.ee](mailto:drl@tlu.ee); [pmartins@utad.pt](mailto:pmartins@utad.pt)

<sup>1</sup> Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro & INESC TEC, Vila Real, Portugal

<sup>2</sup> Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro & CIDTFF, Vila Real e Aveiro, Portugal

<sup>3</sup> Tallinn University, Tallinn, Estonia

**Pages: 146-164**

**Resumo:** Recentemente fomos forçados a alterar (num curto espaço de tempo) a forma como trabalhamos, aprendemos e ensinamos. Essa mudança permitiu perceber que o simples uso das ferramentas tecnológicas, como fim em si mesmas, não é um objetivo suficiente para facilitar a sustentabilidade dos processos de interação entre os membros das redes de atores nos cenários emergentes. Precisamos também de construir ambientes tecnológicos com confiança que fomentem segurança no processo de interação, tanto individual como em grupo, sustentadas na tecnologia que medeia a comunicação. No âmbito deste estudo entendemos a confiança não só como um fenómeno interpessoal impulsionador de atividades sociais tais como a colaboração, a partilha ou a criação de capital social, mas também como um fator facilitador da interação e participação em contextos a distância e em rede; é um elemento facilitador da interação e contínua adoção de tecnologia; assim como um instrumento de suporte e regulação dos processos de mediação tecnológica. Procuramos, pois, com este estudo do estado da arte, contextualizar sucintamente o problema, descrever e definir confiança como uma dimensão subjetiva da experiência de utilização e da mediação interpessoal. Procuramos, ainda, ilustrar o estado da arte das diferentes metodologias de análise, desenho e avaliação de confiança de sistemas interativos. Concluimos com uma reflexão sobre como e de que forma estas práticas podem ser prementes para desenvolver ferramentas de mediação online mais sustentáveis, e que também incentivem à participação dos atores envolvidos.

**Palavras-chave:** Confiança, Tecnologia, Interação Humano-Computador, Métricas, experiência de utilização.

## *Trust and technology: practices, concepts and tools*

**Abstract:** In recent years, there has been a growing need for measuring and understand how to foster Trust in technology. This need for understanding the trust factor, which potential transformed (in a short time) the way we work, learn and teach. It allowed us to realize that a simple technological tool per si can be a

means to facilitate a task or an objective but not necessarily is a solution to create sustainable interactions. This sustainability comes together with the insurance that irrespective of the ability to monitor or control, we are willing to be vulnerable to another party's actions based on the expectation that the other will perform a particular action important to us. We define Trust, as an attitude, an intention or behaviour. We see Trust as an interpersonal phenomenon that promotes social activities such as collaboration, sharing, or social capital creation. But also as a factor that facilitates interaction and participation in remote and networked contexts. Trust is an instrument that supports and regulates technological mediation processes, encourages technology interactions and continuous adoption. In this study's scope, we seek to illustrate the state of the art of the different methodologies of analysis, design and reliable assessment of interactive systems. We were briefly contextualizing the problem and defining Trust from a Human-Computer Interaction point of view. Conclude with a reflection on how and how these practices can be pressing to develop more sustainable online mediation tools, which also encourage the participation of the actors involved.

**Keywords:** Trust, User experience, Interaction design, Human Computer Interaction, technology adoption.

## 1. Introdução

Tal como a UNESCO anunciou, o uso de dados massivo e o recurso à inteligência artificial representam a mais recente revolução industrial (UNESCO, 2018). De repente, sem percebermos, passamos de um cenário onde encontramos sistemas tecnológicos relativamente estáveis e previsíveis, para uso de configurações tecnológicas complexas, dinâmicas, e imprevisíveis; configurações tecnológicas que dificilmente explicam os seus resultados, mas que rapidamente moldam a nossa cultura e percepção social (Bødker & Klokmoose, 2012; Gulati et al., 2019; Sousa & Bates, 2021). Estes artefactos tecnológicos para além promover e desenvolver novas proximidades sociais e cognitivas; permitindo que a distância deixe de ser um obstáculo para a comunicação e a interação. Inadvertidamente, também nos transforma em novos seres digitais e globais onde a criatividade e incentivo à inovação de novas formas de trabalhar e aprender são comuns a uma escala global e sem fronteiras. É, esta globalização das práticas de comunicação e partilha de novas experiências de interação, de partilha de conhecimento e colaboração a distância, que tem forçado a recorrer a diferentes abordagens tecnológicas para mediar as nossas atividades de forma a assegurar a qualidade das nossas ações (Harari, 2020).

Configurações tecnológicas que pecam por ser pouco transparentes e éticas (Mols, 2017). Um exemplo disso é crescente uso e debate sobre quais as tecnologias de ensino mais adequadas, que sustentem a qualidade dos instrumentos de ensino a distância, e que permitam assegurar a qualidade dos percursos académicos dos alunos. Um desafio, que na nossa opinião deve ser assumido não só pela comunidade educativa, mas também pela comunidade tecnológica (Sousa & Dias, 2017). Uma necessidade, também reconhecida pela Comissão da União Europeia quando publicou em 2019, que a confiança é um pré-requisito para garantir uma abordagem centrada no ser humano para a IA ” (Smuha, 2019). Mais, de acordo com Vance et. al, (2008) os efeitos desta configuração

tecnológica também tem de ser estudada a nível cultural, principalmente na análise do efeitos que as atuais perceções de confiança que depositamos no artefacto tecnológico e na sua capacidade para assegurar a qualidade das nossas ações tem na nossa cultural digital e presencial. Essa é uma das razões pelas quais, ultimamente assistimos a uma transferência de abordagens na conceção de produtos e sistemas tecnológicos meramente centrados na tecnologia, para uma abordagem mais centrada no ser humano. Onde se estudam a influencia de indicadores como confiança, transparência e ética como factos importantes no desenvolvimento de tecnologias (IBM (2020); Shneiderman, 2020; Comission, EU, 2020; Canada G., 2020, OECD, 2020).

Procurando, assim com este estudo responder a este desafio contribuído por ilustrar quais as abordagens existentes na literatura que nos ajudem a redesenhar artefactos tecnológicos inovadores que, para além de fiáveis, eficientes, acessíveis e ubíquos permitam proporcionar experiências de interação mais satisfatórias e reflexivas ( Sousa et.al, 2014, Gulati et. al., 2019).

## **2. O problema e a sua contextualização**

Tal como Lee et al. (2015) afirma, “por mais que as relações humanas dependam amplamente da confiança mútua, a qualidade, profundidade e duração do uso de uma tecnologia ou serviço também são significativamente afetadas pela confiança dos utilizadores nela” (p.5).

Neste sentido, e à medida que os computadores se tornam cada vez mais complexos e dotados de recursos dinâmicos de suporte à decisão e de análise de dados, principalmente com a ajuda de técnicas como “Machine Learning”. Surgem diferentes debates, principalmente incentivados pelos media, sobre os das “Fake News” e a forma estes através de aplicações como “Facebook”, “WhatsApp”, “Instagram”, “TikTok”, modificam os nossos comportamentos sociais e políticos (Sousa & Bates, 2021, Oper & Sousa, 2020). Forçando o repensar das implicações que a falta de segurança, privacidade, ética pode trazer para a sociedade atual (Lorenz et al., 2013).

Assim como nos levam a questionar a confiança que depositamos nestes artefactos tecnológicos (Sousa et.al, 2014; Harwood & Garry, 2017; Kulms & Kopp, 2018). Daí o crescente interesse do setor académico, governamental e empresarial em aprofundar esta problemática e em minimizar os seus efeitos negativos no uso e adoção de sistemas atuais, ou ainda na sua tendência para modificar de comportamentos e padrões sociais (Beldad et al., 2010, p.857; EU Futurium, 2018; Andras et al., 2018). Esta problemática é especialmente importante em sistemas que recorrem a análise massiva de dados, tais como: assistentes de voz, sistemas de análise de imagens, ou sistemas de reconhecimento facial e de discurso. Em suma, sistemas que integram inteligência artificial em dispositivos físicos como, por exemplo, telefones móveis, robôs, automóveis autónomos, veículos aéreos não tripulados ou em aplicações da Internet das Coisas.

### **2.1. O papel da confiança na Interação Humano Computador**

A confiança na área de interação Humano Computador (IHC) é, no entanto, um conceito complexo de abordar. Pois, a interdisciplinaridade do conceito, Confiança, faz com que este seja um processo complexo e de difícil definição. Encontramos, assim, na literatura,

no que à confiança respeita e no que ela pode representar, interpretações nem sempre fáceis de conciliar; há, pois, dificuldade em encontrar uma só definição habitualmente referida (Sousa & Dias, 2017). Por exemplo, na Interação Humano computador, encontramos na literatura duas abordagens para o problema, autores que abordam este fenómeno de uma perspetiva mais sociopsicológica, isto é, confiança é interpretada como um fenómeno interpessoal (e.g. Deutsch, 1973; Mishra, 1996; Weber, 2003; Meyerson, 1996). Confiança reflete uma atitude ou intenção (e.g. Erikson, 1968, Rotter, 1971). Assim sendo confiança é o elemento impulsionador da colaboração, da partilha de conhecimento, da criação de capital social (e.g. Fukuyama, 1995; Preece, 2001, Shneiderman, 2000). Outros que adotam uma abordagem mais racional e associam confiar a um elemento estruturante que se reflete em comportamentos, escolhas e decisões (e.g. Lewis, 1985; Shapiro, 1987). Confiar representa um jogo económico onde avaliamos os riscos e os ganhos da relação (e.g. Williamson, 1993; Granovetter, 1992). No entanto, o consenso sobre a importância do contributo da confiança para fomentar a interação entre Humano computador é unânime (Sousa et al., 2015).

Argumentamos, ainda que no que concerne à confiança (do ponto de vista técnico e operacional) verificamos ultimamente esforços positivos em desenvolver uma sociedade digital mais consciente de potenciais ameaças de privacidade e segurança. No entanto, verificamos também, que estes esforços continuam a não ser suficientes para garantir a qualidade dos sistemas interativos atuais. Tudo isso tem culminando com uma série de visões críticas sobre como a confiança pode ser uma função crucial no fomento sustentável da atual sociedade digital. Assim como qual o seu papel em retratar perceções claras sobre as experiências de confiança dos utilizadores, quando, em vez de outro humano, alguém se envolve com um artefacto técnico. Esse problema agravou-se com a recente necessidade de alterarmos a forma como trabalhamos, aprendemos e ensinamos. Sem perceber, passamos de um cenário tecnológico relativamente estável e previsível, para o uso de sistemas e configurações tecnológicas complexas, dinâmicas, e imprevisíveis. Continuamos, no entanto, a depender destes sistemas (sociotécnicos) mesmo cientes da nossa incapacidade de controlar (Oper & Sousa, 2020; Sousa & Bates, 2021).

Numa tentativa de complementar a crescente demanda para desenvolver interações mais confiáveis, procuramos com este estudo perceber melhor como é abordado o tópico “Interações confiáveis” na subárea de IHC e identificar os diferentes contextos e aplicação. Assim como para melhor perceber como desenvolver interações mais confiáveis pretendemos também perceber quais as técnicas usadas para medir e analisar comportamentos de confiança com a tecnologia na subárea de IHC. Com os resultados deste estudo, procuramos facilitar a aplicação de metodologias que fomentem confiança no processo de interação; que permitam conceber artefactos tecnológicos com confiança; e que facilitem a aplicação da confiança como dimensão subjetiva da experiência de utilização e da mediação interpessoal como complemento a temas já abordados tais como usabilidade e acessibilidade.

## **2.2. Metodologia adotada**

Para elaborar este estudo do estado da arte, seguimos a metodologia proposta por Webster, et al. (2002) em que refere que uma revisão de literatura deve incluir o seguinte:

- Apresentar uma descrição do problema a abordar a sua motivação;
- Explicar as contribuições da revisão de literatura para a ciência.

- Descrever os principais conceitos associados ao tópico escolhido;
- Delinear os limites da pesquisa;
- Descrever o processo de recolha e análise de dados;
- Proporcionar uma descrição aprofundada dos resultados da literatura efetuada, incluindo uma descrição da sua relevância nas áreas relacionadas. Assim como uma descrição dos conceitos teóricos, dados empíricos e práticas;
- Terminar com uma descrição de trabalho futuro e conclusões.

### 2.3. Perguntas de pesquisa

Assim sendo, e para melhor entender a problemática descrita em cima pretendemos perceber:

Perguntas de pesquisa	Motivação
<i>P1: Qual é o contributo da confiança na Interação Humano Computador?</i>	<i>Procuramos perceber como este tópico é abordado na subárea de IHC e qual a natureza das suas definições.</i>
<i>P2: Quais contextos de aplicação que são usados para estudar a confiança na IHC?</i>	<i>Procuramos identificar os diferentes contextos e uso do tema confiança em tecnologia.</i>
<i>P3: Qual os principal desafios para desenvolver interações mais confiáveis com a tecnologia?</i>	<i>Pretende perceber quais os desafios fomentar confiança no processo de interação com tecnologias.</i>
<i>P4: Quais são as técnicas adotadas para analisar comportamentos de confiança com a tecnologia?</i>	<i>Pretende perceber como podemos analisar comportamentos de confiança com a tecnologia.</i>

Tabela 1 – Perguntas de pesquisa e motivação

### 2.4. Delinear os limites da pesquisa

Embora reconhecendo que a confiança é um tema abordado em diversas áreas de saber, tais como as ciências cognitivas (Colquitt et al., 2009), sociológicas (Mayer et al., 1995), educativas (Sousa, et. al., 2014), económicas (Zak & Knack, 2001), filosofia (Coeckelbergh, 2012), entre outras, pretendemos focar esta revisão do estado da arte na subárea da de Interação Humano-Computador (IHC)

Portanto, para garantir uma pesquisa exaustiva, incluímos neste processo quatro etapas principais: (1) seleção base de dados (2) seleção das palavras-chave a serem incluídas na pesquisa, (3) identificação dos critérios de inclusão e exclusão da análise de dados. (4) triagem de títulos, resumos e texto completo.

**Etapa 1:** seleção base de dados — focando especial atenção para o tópico de Interação homem computador (IHC). Procuramos publicações científicas (artigos publicados em periódicos e comunicação em anais de eventos, congressos e seminários) publicadas nos últimos 20 anos e armazenadas nas seguintes base de dados ACM, IEEE, Google Scholar e ScienceDirect.

**Etapa 2:** As palavras-chave usadas para pesquisar os artigos incluíram (“Trust” AND “ Online”) OR (“Trust” AND “Technology”) OR (“Trustworthy” OR “Trust” AND “Empirical modelling”).

**Etapa 3:** critério de seleção — com base nas orientações de Tenorio et al. (2016) e Webster, et al. (2002) em como realizar uma revisão sistemática significativa da literatura selecionamos, exclusivamente artigos completos publicados em periódicos e artigos completos e curtos publicados em conferências. Excluímos, teses de doutoramento e de mestrado, e artigos publicados em eventos, congressos e seminários não indexadas pela Scopus. Além disso, embora reconhecemos a importância de trabalhos de última hora e resumos estendidos, estes não foram incluídos no nosso processo de revisão, pois consideramos que estes trabalhos não tinham maturidade suficiente para serem incluídas na revisão do estado da arte. Finalmente, em publicações do mesmo autor e que descrevam a continuação dos trabalhos anteriores, demos prioridade às publicações mais recentes (ver figura 1).

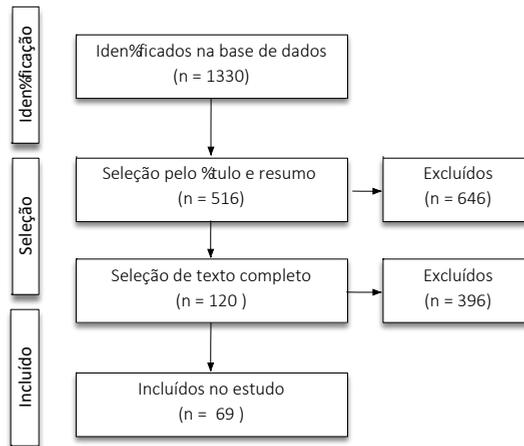


Figura 1 – Diagrama de fluxo do processo de pesquisa (Moher et. al., 2009)

Não excluímos publicações científicas com base na localização geográfica, cultura ou características de investigação e pesquisa. Foram recolhidas um total de 1,330 publicações. Após eliminação inicial de publicações repetidas, selecionamos por tópico — interação humano-computador (e.g. “e-commerce; privacy; online shopping; internet; electronic commerce; blockchain; technology acceptance model; internet of things; machine learning; big data; online social network; social network; technology trust; e-government; facebook; e technology”). Nesta primeira fase de seleção obtivemos 516 publicações para análise. A essas 516 publicações, aplicamos os critérios de inclusão e exclusão definido em baixo, ou seja os artigos em que a resposta foi sim a todas os critérios de inclusão (ver tabela 2 em baixo). Recolhemos um total de 120 publicações para análise. Estas publicações foram uma mais uma vez submetidas a uma triagem final usando o critério definido em baixo com base na leitura do texto completo.

Critérios de inclusão	Contributo
<i>A publicação aborda e define o tema confiança na tecnologia</i>	<i>Procuramos perceber como este tópico é abordado na subárea de IHC e qual a natureza das suas definições.</i>
<i>A publicação explora o tema confiança em tecnologia na subárea de IHC</i>	<i>Procuramos identificar os diferentes contextos e uso do tema confiança em tecnologia.</i>

<b>Critérios de inclusão</b>	<b>Contributo</b>
<i>A publicação descreve como fomentar interações confiáveis com a tecnologia</i>	<i>Pretende perceber quais os desafios fomentar confiança no processo de interação com tecnologias.</i>
<i>A publicação aplica técnicas ou metodologias que permitem medir ou analisar comportamentos de confiança com a tecnologia</i>	<i>Pretende perceber como podemos analisar comportamentos de confiança com a tecnologia.</i>

Tabela 2 – Regras de inclusão e exclusão de trabalhos de pesquisa

Desta triagem resultaram 69 publicações para análise final do estudo do estado da arte. Das 69 publicações selecionadas a maioria são de natureza empírica e descrevem como o conceito de confiança na tecnologia é percebido, descrevem a natureza e problemática do tema e sua importância e aplicação em diferentes contextos de IHC. As publicações selecionadas para análise estavam distribuídas pelas seguintes áreas de foco – privacidade (5), Autónimo, AI (8), Design (8), Economia (9), Conceito (24), Saúde (3), ubíqua (4), Governo (1), comunidades virtuais (8).

As ferramentas usadas no processo de revisão de literatura foram: as base de dados das bibliotecas online (ACM, IEEE, Google Scholar e ScienceDirect), a ferramenta de referências bibliográficas Mendeley e a folha de cálculo.

### 3. Cultivar interações com confiança na tecnologia

Nesta secção tentámos responder às questões de investigação um e dois,

**P1:** Qual é o contributo da confiança na Interação Humano Computador? e

**P2:** Quais contextos de aplicação que são usados para estudar a confiança na IHC?

Em termos gerais, a maioria da literatura analisada concorda que a “Confiar” é um elemento chave das relações interpessoais e em fomentar interações mais sustentáveis, quer online ou físicas. Assim como, descrevem a sua importância em minimizar o risco e ameaças associadas à violação de privacidade e segurança; a promover a transparência; a fomentar a adoção e contínuo uso de tecnologia; a sustentar a mediação online; e a facilitar desenvolver sistemas mais transparentes, mais éticos, que implementem políticas, mais claras de privacidade, segurança ou proteção de dados.

Por exemplo no que concerne ao contributo da confiança (P1) e os seus contextos de aplicação na IHM (P2), encontramos na literatura duas abordagens distintas, que se complementam. Para alguns a confiança é percebida como “a measurable risk”, um paralelo entre decisões e risco e os ganhos obtidos no uso da aplicação i.e. nós confiamos se antevermos uma possível recompensa e desconfiamos para evitar possíveis riscos (e.g. perda de dinheiro numa transação comercial). Confiar para estes autores são um processo meramente operacional, transposto como um mecanismo racional de decisão, confiar ou não. Processo esse suportado por mecanismos tecnológicos como: reputação, segurança, privacidade que ajudam a diminuir a suportar as incertezas associadas com a interação humano-computador (Ruohomaa, 2010; Creemers, 2018). Outros autores descrevem o processo de confiar como um elemento estruturante de um conjunto de

crenças sociais e cognitivas, impulsionado pelas relações interpessoais suportadas pelo uso de tecnologias como meio de interação humano-computador. Por outras palavras usam a confiança como um elemento impulsionador de experiências de interações mais sustentáveis; de colaboração, da partilha de conhecimento, da criação de capital social, ou das comunidades de prática e participação (Coleman, 1988; Fukuyama, 1999).

Em conclusão, tentando perceber como este tópico é abordado na subárea de IHC e qual a natureza das suas definições concluímos que a literatura analisada ainda fornece várias interpretações, definições e aplicações desta problemática. O que dificulta conciliar, ou usar alguns dos resultados apresentados. Assim como se torna difícil, explicar e perceber os seus resultados e efeitos na adoção e contínuo uso de tecnologia. A mesma dificuldade existe quando tentamos refletir sobre como os efeitos aqui descritos podem ser aplicados para fomentar ou analisar comportamentos de confiança com a tecnologia. Assim como resultado, da pesquisa percebemos que o termo “confiança” é frequentemente aplicado de formas inconsistente e inadequada, dificultando aos investigadores perceber e descrever o seu conceito e a sua importância para o desenvolvimento de experiências positivas de interação online.

Para melhor ilustrar este desafio e melhor responder á pergunta de investigação numero três (P3), nos parágrafos em baixo tentamos resumir e descrever como este tópico é abordado na nove subáreas de IHC.

### 3.1. Práticas: Áreas de foco e contextos

**Privacidade e Segurança:** o tema da Confiança em publicações associadas com a privacidade ou segurança esta correlacionado com a necessidade assegurar que os dados ou informações trocadas online estão protegidos de potenciais uso e acesso indevido. Estas ameaças de privacidade e segurança refletem a necessidade de garantir que o ambiente de interação é confiável que os dados disponíveis são credíveis e não serão usados de uma forma malévola; assim como garantam ao utilizador que o ambiente de partilhar informação é seguro, ou que este tem controlo sobre a informação disponibilizada. Esta necessidade é especialmente abordado em ambientes de partilha aberta e de interação em rede “social network” (Lorenz et al., 2013; Acquisti et al., 2006; Buchanan et al., 2007; Lauer & Deng, 2007).

**Economia:** dos 9 trabalhos analisados neste tema a maioria entende confiar como “risco” associado a uma perda monetária. A Confiança aqui é vista como uma forma de reduzir os riscos e incertezas incentivando a decisão de efetuar uma transação comercial. Alguns ilustram a sua importância na adoção de produto ou serviço outros focam o seu trabalho a descrever os efeitos negativos que esta pode trazer no seu uso. Ambos os trabalhos estudam os seus efeitos tanto nas tecnologias web como móvel. Manifesta-se geralmente na necessidade de conceber interações e transações confiáveis; ou de ganhar a confiança do consumidor ajudando nas suas escolhas. Para estes autores esta abordagem serve de alavanca não só para ajudar a minimizar os sentimentos de risco e incerteza, mas também desempenha um papel importante no processo de tomada de decisão e consideram confiar uma aspeto chave para o seu sucesso. Por exemplo, o crescimento e desenvolvimentos de serviços associados com a economia de partilha tais como Airbnb, Uber and Amazon. A confiança de acordo com os autores, serve também para estabelecer lealdade na plataforma, para suportar uma transação e persuadir a

efetuar uma transação (Bilgihan, 2016; Chow & NKO, 2006; Fang et al., 2014; Gu et al., 2016; Jones & Leonard, 2014; Li & Yeh, 2010; Lu et al., 2016; Malaquias & Hwang, 2016; Zhou, 2012).

**Saúde:** no contexto da e-saúde, a confiança é essencialmente estudada como uma forma de garantir eficiência e fiabilidade das informações disponibilizadas e do diagnóstico; assim como assegurar a que os mecanismos de persuasão de comportamentos tais como bem estar e a atividade física sejam éticos e garantam privacidade ou segurança dos pacientes. Os artigos analisados mais recentes ilustram também uma crescente necessidade de associar o tema com o uso de inteligência artificial em ferramenta de diagnóstico “*Guidelines for Trustworthy AI*” (Smuha, 2019). A confiança aqui é vista como o fator chave para assegurar comportamentos éticos e transparentes assim como é uma forma de incentivar a adoção da tecnologia (Comissão EU, 2020). Ou seja associam confiar a formas de assegurar padrões éticos e de uso e suporte entre o profissional de saúde e o paciente (Mun et al., 2013; Zahedi & Song, 2008; Zhao & Widdows, 2013; Bærøe, 2020).

**Governança:** semelhante às pesquisas anteriores, no contexto do governo eletrónico, a confiança serve para suportar a adoção dos serviços e o seu contínuo uso. Aqui a confiança também desempenha um papel importante na redução de riscos e incertezas associados com o uso; influenciando positivamente a intenção e comportamentos de adoção e contínuo uso dos serviços disponibilizados (Belanche et al., 2014).

**Computação ubíqua:** neste tópico os conceitos de confiança estão associados com a necessidade de transparência, de perceber como os dispositivos funcionam, que tipo de dados recolhem e o que fazem com esses dados. Propondo padrões de design de sistemas omnipresentes, e transparentes com o objetivo de desenvolver sistemas que podem ser percebidos como confiáveis (Hoffmann & Sollner, 2014; Biel et al., 2008; Hertzum et al., 2002; Lee et al., 2014).

**Design de interação:** aqui encontramos estudos que aborda novas forma de design de interação com confiança, obrigando-nos a repensar em novos padrões de interação que fomentem confiança nos sistemas. Incorporando técnicas análise e investigação ação, investigação pelo design com uma forte componente etnográfica que ajudem designers e programadores a reavaliar as opções de conceção, acrescentando a confiança às suas escolhas de valores (Arakelyan et. al., 2014; Constantine, 2006; Li & Yeh, 2010; Lowry et. al., 2014; OU & Choon, 2010; Pu & Chen, 2006; Sousa, et. al., 2014, Gulati et. al. 2019, Sousa et. al., 2016).

**Sistemas Autónomos:** À medida que esta relação se torna mais profunda e dependente, confrontamo-nos com a necessidade de interagir com artefactos tecnológicos mais autónomos. É especialmente vital por exemplo, em sistemas de reconhecimento facial e de discurso, veículos aéreos não tripulados ou na aplicações da Internet das coisas, na interação humano robô (HRI, COBOTS). Confiança neste contexto é refletida na funcionalidade destes objetos, no grau de liberdades que estes permitem e a sua semelhança com comportamentos humano. Encontramos assim estudos que referem a necessidade de conceber sistemas que permitam um controlo partilhado de forma a ajudar a reduzir a incerteza associada com o uso destes artefactos tecnológicos complexos. (Abbass, 2019; Andras et al., 2018; Bao & Chen, 2012; Benbasat & Wang (2005); Jøsang, 2007; Lee, et al., 2015; Patel et al., 2005; Pinto et al. 2020).

**Comunidades Virtuais:** este contexto estudada a confiança como fator de suporte á interação interpessoal, onde esta suporta a interação de grupo e partilha de conhecimento (opiniões e informações). Interações confiáveis neste contexto permitem o desenvolvimento de capital social e incentivo o trabalho colaborativo, a que alguns referem um aspeto chave para o desenvolvimento de comunidades de pratica sustentáveis (Sousa & Dias, 2017; Preece, 2000; Shneiderman, 2000). Estudam a confiança como meio de sustentabilidade dos processos de interação entre os membros das redes de atores nos cenários emergentes, assim como argumentam que o fator confiança contribui para promover a regulação dos processos de interação (Preece & Shneiderman, 2009; Shneiderman, 2000; Rusman et al., 2010; Robert et al., 2009; Hsu et al., 2011; Wu & Tsang, 2008).

### 3.2. Instrumentos e Ferramentas

Como resultados das diferentes abordagens ao termo “confiança” percebemos que um dos grandes desafios esta na falta de mecanismos que permitam avaliar e conceber interações mais confiáveis com a tecnologia (ver pergunta de investigação 3). A confiança não é um tema novo, tem sido abordado muitos anos antes da revolução tecnológica, no entanto, ao transpor os seus conceitos para a área das tecnologias, existe uma tendência para abordar o tema de diferentes formas, dependendo do contexto de aplicação e do foco de investigação, ver paragrafo anterior. Por vezes, essa tendência resulta em varias interpretações aplicações, por exemplo confundir os conceitos de confiar com conceitos como credibilidade (Lowry et. al., 2014), lealdade (Harris & Goode, 2004); risco (Das & Teng, 2004), e cooperação (Jiao, nda; Fink & Kessler, 2010); privacidade (Joinson, 2010); segurança (Hoffman et. al.,2006).

No entanto recentes publicações associam Confiança com temas como: minimizar o risco - transparência, privacidade e segurança, garantir a competência – permitir mais autonomia ou controle, robustez, e benevolência - não discriminação, e responsabilidade ética (ver a métrica ALTAI desenvolvida pela EU).

No entanto, ainda encontramos diferentes abordagens e interpretação de como usar a “confiança” como elemento impulsionador de experiências de interações tecnológica mais sustentáveis. Por exemplo ao tentar responder á pergunta de investigação 4 - Quais são as técnicas adotadas para analisar comportamentos de confiança com a tecnologia? Verificamos que na literatura as técnicas mais comuns para estudar a confiança podem ser descritas de duas formas:

- Uma mais experimental, usando jogos e modelos de comportamento para medir e descrever e modificar padrões e atributos de confiança (Johnson & Mislin, 2011).
- Outra, que optam por desenvolver instrumentos psicométricos, que ajudem a medir e perceber como a confiança é percebida. Assim como também ajudam a refletir como fomentar interações com confiança (Gulati, et. al., 2019).
- Ferramenta online ou guias de orientação que ajudam e orientam organizações, programadores e tecnólogos a refletir de que forma as suas ferramentas aplicam interações confiáveis.
- Encontramos, também documentos de natureza mais conceituais que nos ajudam a perceber melhor a teoria de confiança (Marsh, 2005; Mcknight et. al., 2011; Dong, 2010; Bachrach et. al., 2007; Sousa & Dias, 2017; Sousa et. al., 2016).

No entanto, a abordagem mais experimental (usando jogos de confiança) apesar de muito promissores, apresentam algumas dificuldades de interpretação (Ajenaghughrure, et. al., 2020). Nem sempre é claro como o comportamento no jogo deve ser interpretado e se na realidade estamos a medir atitudes de confiança. Pois, confiar é um processo multifacetado influenciado por elementos externos (como motivações, experiências do passado, propensão para risco, etc.) (Ashraf et al., 2006; Bohnet e Zeckhauser 2004; Butler et al., 2016). Mais, os modelos matemáticos aqui usados, apesar de ajudar a perceber melhor certos comportamentos de confiança em contextos de utilização específicos. Nem sempre, são validados em todos os contextos de aplicação, nem sempre medem confiança pois tendem a simplificar demasiado essas relações (Jøsang, 2007). Os resultados da aplicação de inquéritos psicométricos, apesar de ajudarem a perceber como a confiança é percebida, e a refletir como fomentar interações com confiança, apenas medem num momento no tempo e confiar é uma elemento dinâmico que muda ao longo do tempo.

Com a agravante, de que algumas das escalas e modelos aplicados são transferidos de escalas e conceitos desenvolvidas e válidas em contextos de interação interpessoal onde a tecnologias não é o fator de mediação de tecnologia, o que não garantam que o seu grau de fiabilidade e validade preditiva para medir percepções de confiança na tecnologia seja limitado. Por exemplo, a escala composta por 25 itens tem como intuito medir a confiança entre entidades sociais concretas, como pais, professores ou funcionários públicos, onde o uso imersivo da tecnologia é muito diferente do cenário atual (Carter & Mark Weber 2010). Na literatura podemos no entanto encontrar escalas psicométricas mais recentes, como a “Generalized Trust Scale (GTS)” desenvolvida por Yamagishi, et, al (2015), “Human Trust scale (HTS)”, desenvolvida por Gulati, (2019) ou Madsen, & Gregor (2000), oferecem uma alternativa mais representativa das interações atuais, podendo assim melhor estudar e prever comportamentos de confiança na tecnologia.

Em relação ás ferramenta online estas são recentes, 2020, e nem sempre são claras e fáceis de usar e perceber (e.g. ALTAI - <https://altai.insightcentre.org/> ou TrustedUX - <https://www.trustux.org/>). O mesmo acontece com documentos que os documentos de natureza mais conceituais, este pecam por descrever os seu conceitos e aplicações de uma forma multifacetada apresentado diferentes perspetivas sobre o mesmo tema.

#### **4. Conclusões**

A aferição dos pressupostos teóricos sobre a relação entre sistemas tecnológicos e os indicadores de confiança foram aqui abordados com o propósito sensibilizar a comunidade científica para a necessidade de perceber o tópico “confiança” para suportar a sustentabilidade da mediação da interação com tecnologias. A ideia por de trás dessa investigação remete ao paradigma de examinar a confiança como um resultado de cultivar interações confiáveis, onde atributos como análise de risco, competência, benevolência ou reciprocidade (Sousa et. al. 2014; Gulati et al., 2018) são examinados em paralelo com os aspetos da experiência de utilização como fiabilidade, funcionalidade e utilidade (Söllner et al., 2012; Lippert & Swiercz, 2005). Com esta investigação, foi-nos permitido perceber a necessidade de um clima de proximidade e de confiança entre as partes envolvidas é vital para a regulação do processo de interação com um sistema tecnológico.

Esta revisão realça assim a necessidade de estudar e melhor perceber os seus efeitos na sustentabilidade da mediação da interação com a tecnologia e na procura permanente da adequação do e promoção da autorregulação. Apresentamos aqui metodologias e abordagens que pretendem perceber como facilitar a promover e o cultivo de interações confiáveis para ultrapassar essas necessidades. Descrevemos também as razões que fazem com que o tópico “confiança” seja tão difícil de abordar e perceber na área dos sistemas de informação. Descrevemos os motivos que no nosso entender, fazem com que a confiança seja um elemento impulsionador de experiências de interação, assim como um elemento chave no suporte das atividades efetuadas por humanos e máquinas (e.g. robótica, automação e processamento de linguagem natural). Na prática, com esta revisão da literatura pretendemos melhorar a qualidade dos processos de da interação com a tecnologia, realçando a importância do contributo da confiança para o sucesso e adoção. Em suma, podemos aferir que cabe a todos os elementos envolvidos no processo de cultivar interações com confiança por forma a minimizar os riscos que advêm da imprevisibilidade destes contextos. Propomos, assim, práticas que permitem sustentar interações com confiança, delineando linhas e guias de ações claras, que facilmente sejam percebidas no que concerne a sua eficácia e pertinência, para que se consiga tirar melhor partido deste processo.

## Referências

- Ajenaghughrure, I. B., Sousa, S. D. C., & Lamas, D. (2020). Measuring trust with psychophysiological signals: A systematic mapping study of approaches used. *Multimodal Technologies and Interaction*, 4 (3).
- Acquisti, A., Friedman, A., & Telang, R. (2006). Is there a cost to privacy breaches? An event study. *ICIS 2006 Proceedings*, pp.94.
- Abbass, H. A. (2019). Social integration of artificial intelligence: functions, automation allocation logic and human-autonomy trust. *Cognitive Computation*, 11(2), pp.159-171.
- Anderson, T. (2004). Teaching in an online learning context. *Theory and practice of online learning*, pp. 273–294.
- Arakelyan, A., Shmorgun, I., & Sousa, S. (2014). Incorporating values into the design process: The case of e-textbook development for Estonia. In *Proceedings of the 13th International Conference on Web-based Learning (ICWL)*. Springer.
- Armerding, T. (2018, December). The 18 biggest data breaches of the 21st century. Disponível em <https://www.csoonline.com/article/2130877/data-breach/the-biggest-data-breaches-of-the-21st-century.html>
- Bachrach, M. Guerra, G. & Zizzo, D. (2007). The self-fulfilling property of trust: an experimental study. *Theory and Decision*, pp. 349–388.
- Bates, N. & Sousa, S. C. (2021). Factors influencing content credibility in Facebook’s news feed. *Journal Human-Intelligent Systems Integration*. Springer. Disponível em <https://dx.doi.org/10.1007/s42454-021-00029-z>

- Bao, F., & Chen, I. R. (2012). Dynamic trust management for internet of things applications. In *Proceedings of the 2012 international workshop on Self-aware internet of things*, pp. 1-6.
- Bærøe, K., Miyata-Sturm, A., & Henden, E. (2020). How to achieve trustworthy artificial intelligence for health. *Bulletin of the World Health Organization*, 98(4), pp. 257.
- Belanche, D., Casaló, L. V., Flavián, C., & Schepers, J. (2014). Trust transfer in the continued usage of public e-services. *Information & Management*, 51(6), pp. 627-640.
- Beldad, A., De Jong, M., & Steehouder, M. (2010). How shall I trust the faceless and the intangible? A literature review on the antecedents of online trust. *Computers in human behavior*, 26(5), pp. 857-869.
- Benbasat, I., & Wang, W. (2005). Trust in and adoption of online recommendation agents. *Journal of the association for information systems*, 6(3), 4.
- Biel, B., Grill, T., & Gruhn, V. (2008). Patterns of trust in ubiquitous environments. In *Proceedings of the 6th international Conference on Advances in Mobile Computing and Multimedia*, pp. 391-396.
- Bilgihan, A. (2016). Gen Y customer loyalty in online shopping: An integrated model of trust, user experience and branding. *Computers in Human Behavior*, 61, pp. 103-113.
- Buchanan, T., Paine, C., Joinson, A. N., & Reips, U. D. (2007). Development of measures of online privacy concern and protection for use on the Internet. *Journal of the American society for information science and technology*, 58(2), pp. 157-165.
- Canada, G. (2021). Responsible use of artificial intelligence (AI). Disponível em <https://www.canada.ca/en/government/system/digital-government/digital-government-innovations/responsible-use-ai.html>
- Chow, W. S., & NKO, A. (2006). A study of trust in e-shopping before and after first-hand experience is gained. *Journal of Computer Information Systems*, 46(4), pp. 125-130.
- Coeckelbergh, M. (2012). Can we trust robots?. *Ethics and information technology*, 14(1), pp. 53-60.
- Coleman, J. S. (1988). Social capital in the creation of human capital. *American journal of sociology*, 94, pp. S95-S120.
- Constantine, L. L. (2006, June). Trusted interaction: User control and system responsibilities in interaction design for information systems. In *International Conference on Advanced Information Systems Engineering*, 20-30. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Creemers, R. (2018). China's social credit system: an evolving practice of control. Disponível em SSRN 3175792.
- Das, T. K., & Teng, B. S. (2004). The risk-based view of trust: A conceptual framework. *Journal of Business and Psychology*, 19(1), pp. 85-116.

- Data Never Sleeps 6.0. (2018). Disponível em <https://www.domo.com/learn/data-never-sleeps-6#/report/all/all>
- Detweiler, C., & Broekens, J. (2009). Trust in online technology: towards practical guidelines based on experimentally verified theory. In International Conference on Human-Computer Interaction, Springer, Berlin, Heidelberg. pp. 605-614.
- Deutsch, M. (1960). Trust, trustworthiness, and the F Scale. *The journal of abnormal and social psychology*, 61(1), pp. 138.
- Dong, Y. (2010). The role of trust in social life. In *Trust modeling and management in digital environments: From social concept to system development*. IGI Global. pp. 421-440.
- EU Commission. (2018). Synopsis report of the public consultation on fake news and online disinformation. Disponível em <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/synopsis-report-public-consultation-fake-news-and-online-disinformation>
- European Parliament. (2016). Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data, and repealing Directive 95/46/EC (General Data Protection Regulation). (Report number 2016/679). Disponível em <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2016/679/oj>.
- EU Commission (2020). Ethics guidelines for trustworthy AI. ISBN 978-92-76-11998-2. DOI 10.2759/346720. Disponível em <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d3988569-0434-11ea-8c1f-01aa75ed71a1>
- Fang, Y., Qureshi, I., Sun, H., McCole, P., Ramsey, E., & Lim, K. H. (2014). Trust, satisfaction, and online repurchase intention. *Mis Quarterly*, 38(2), pp. 407-49.
- Fink, M., & Kessler, A. (2010). Cooperation, trust and performance—empirical results from three countries. *British Journal of Management*, 21(2), pp. 469-483.
- Fimberg, K. and Sousa, S. (2020). The impact of website design on users' trust perceptions. In *International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics*. Springer, Cham. pp. 267–274..
- Gefen, D., Benbasat, I., & Pavlou, P. (2008). A research agenda for trust in online environments. *Journal of Management Information Systems*, 24(4), pp. 275-286.
- Gu, Z., Wei, J., & Xu, F. (2016). An empirical study on factors influencing consumers' initial trust in wearable commerce. *Journal of Computer Information Systems*, 56(1), pp. 79-85.
- Gulati, S., Sousa, S., & Lamas, D. (2018). Modelling trust in human-like technologies. In *Proceedings of the 9th Indian Conference on Human Computer Interaction*, pp. 1-10.
- Gulati, S., Sousa, S., & Lamas, D. (2019). Design, development and evaluation of a human-computer trust scale. *Behaviour & Information Technology*, 38(10), pp. 1004-1015.

- Harari, Yuval Noah (2020). The world after coronavirus. Disponível em <https://www.ft.com/coronavirusfree>
- Harris, L. C., & Goode, M. M. (2004). The four levels of loyalty and the pivotal role of trust: a study of online service dynamics. *Journal of retailing*, 80(2), pp. 139-158.
- Hassenzahl, M., Diefenbach, S., and Göritz, A. (2010). Needs, affect, and interactive products - facets of user experience. *Interact. Comput.*, 22(5), pp. 353-362.
- Hertzum, M., Andersen, H. H., Andersen, V., & Hansen, C. B. (2002). Trust in information sources: seeking information from people, documents, and virtual agents. *Interacting with computers*, 14(5), pp. 575-599.
- Hoffman, L. J., Lawson-Jenkins, K., & Blum, J. (2006). Trust beyond security: an expanded trust model. *Communications of the ACM*, 49(7), 94-101.
- Hoffmann, H., & Söllner, M. (2014). Incorporating behavioral trust theory into system development for ubiquitous applications. *Personal and ubiquitous computing*, 18(1), pp. 117-128.
- Hsu, M. H., Chang, C. M., & Yen, C. H. (2011). Exploring the antecedents of trust in virtual communities. *Behaviour & Information Technology*, 30(5), pp. 587-601.
- Jasielska, D., Rogoza, R., Zajenkowska, A., & Russa, M. B. (2019). General trust scale: Validation in cross-cultural settings. *Current Psychology*, pp. 1-11.
- Jiao, W. Establishing Trusty Mutual-Belief among Cooperative Agents.
- Joinson, A. N., Reips, U. D., Buchanan, T., & Schofield, C. B. P. (2010). Privacy, trust, and self-disclosure online. *Human-Computer Interaction*, 25(1), pp. 1-24.
- Jones, K., & Leonard, L. N. (2014). Factors Influencing Buyer's Trust in Consumer-to-Consumer E Commerce. *Journal of Computer Information Systems*, 54(4), pp. 71-79.
- Jøsang, A. (2007). Trust and reputation systems. In *Foundations of security analysis and design IV*. Springer, Berlin, Heidelberg. pp. 209-245.
- Kelton, K., Fleischmann, K. R., & Wallace, W. A. (2008). Trust in digital information. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 59(3), pp. 363-374.
- Kulms, P., & Kopp, S. (2018). A social cognition perspective on human-computer trust: The effect of perceived warmth and competence on trust in decision-making with computers. *Frontiers in Digital Humanities*, pp. 5, 14.
- Lauer, T. W., & Deng, X. (2007). Building online trust through privacy practices. *International Journal of Information Security*, 6(5), pp. 323-331.
- Lee, J. G., Kim, K. J., Lee, S., & Shin, D. H. (2015). Can autonomous vehicles be safe and trustworthy? Effects of appearance and autonomy of unmanned driving systems. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 31(10), pp. 682-691.

- Lee, K. C., Lee, S., & Hwang, Y. (2014). The impact of hyperlink affordance, psychological reactance, and perceived business tie on trust transfer. *Computers in Human Behavior*, 30, pp. 110-120.
- Lewicki, J. and Bunker, B. (1995). Developing and maintaining trust in work relationships. *Trust in organizations: Frontiers of theory and research*, pp. 114.
- Lewis, J. D. and Weigert, A. J. (1985). Trust as a social reality. *Social Forces*, 63(4), pp. 967-985.
- Li, X., Hess, T. J., & Valacich, J. S. (2008). Why do we trust new technology? A study of initial trust formation with organizational information systems. *The Journal of Strategic Information Systems*, 17(1), pp. 39-71.
- Li, Y. M., & Yeh, Y. S. (2010). Increasing trust in mobile commerce through design aesthetics. *Computers in Human Behavior*, 26(4), pp. 673-684.
- Lippert, S. K., & Michael Swiercz, P. (2005). Human resource information systems (HRIS) and technology trust. *Journal of information science*, 31(5), 340-353.
- Lorenz, Birgy; Sousa, S. and Tomberg, V. (2013). Privacy awareness of students and its impact on online learning participation - a case study. In *Open and Social Technologies for Networked Learning: IFIP WG 3.4 International Conference, OST 2012*. Springer Verlag. pp. 189 – 192.
- Lowry, P. B., Wilson, D. W., & Haig, W. L. (2014). A picture is worth a thousand words: Source credibility theory applied to logo and website design for heightened credibility and consumer trust. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 30(1), pp. 63-93.
- Lu, B., Fan, W., & Zhou, M. (2016). Social presence, trust, and social commerce purchase intention: An empirical research. *Computers in Human Behavior*, 56, pp. 225-237.
- Luhmann, N. (2000). Familiarity, confidence, trust: Problems and alternatives. In Gameta, D. and Blackwell, B., editors, *Trust: Making and Breaking Co-operative Relations*. Basil Blackwell, Oxford.
- Madsen, M., & Gregor, S. (2000, December). Measuring human-computer trust. In *11th australasian conference on information systems*. Vol. 53. pp. 6-8.
- Malaquias, R. F., & Hwang, Y. (2016). An empirical study on trust in mobile banking: A developing country perspective. *Computers in human behavior*, 54, pp. 453-461.
- Marsh, S., & Dibben, M. R. (2003). The role of trust in information science and technology. *Annual Review of Information Science and Technology*, 37(1), pp. 465-498.
- Mayer, R. C., Davis, J. H., & Schoorman, F. D. (1995). An integrative model of organizational trust. *Academy of management review*, 20(3), pp. 709-734.
- Marsh S., Dibben M.R. (2005) Trust, Untrust, Distrust and Mistrust – An Exploration of the Dark(er) Side. In: Herrmann P., Issarny V., Shiu S. (eds) *Trust Management. iTrust 2005. Lecture Notes in Computer Science*, vol 3477. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/11429760\\_2](https://doi.org/10.1007/11429760_2)

- McKnight, D e Chervany, N. (2002). Trust and distrust definitions: One bite at a time. In Falcone, R., Singh, M. P., and Tan, Y., editors, *Trust in cyber-societies: integrating the hu-man and artificial perspectives*. Springer, Berlin. pp. 27–54
- Mcknight, D. H., Carter, M., Thatcher, J. B., & Clay, P. F. (2011). Trust in a specific technology: An investigation of its components and measures. *ACM Transactions on management information systems (TMIS)*, 2(2), pp. 1-25.
- Mishra, A. K. (1996). Organizational responses to crisis: The centrality of trust. In Kramer, R. and Tyler, T., editors, *Trust in organizations: frontiers of theory and research*. SAGE publications Inc.. pp. 261–287.
- Mols, B. (2017). In *Black Box Algorithms We Trust (or Do We?)*. ACM News Disponível em <https://cacm.acm.org/news/214618-in-black-box-algorithms-we-trust-or-do-we/fulltext>.
- Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Med* 6(7): e1000097. doi:10.1371/journal.pmed1000097
- Muir, B. M. (1994). Trust in automation: Part I. Theoretical issues in the study of trust and human intervention in automated systems. *Ergonomics*, 37(11), 1905-1922.
- Mun, Y. Y., Yoon, J. J., Davis, J. M., & Lee, T. (2013). Untangling the antecedents of initial trust in Web-based health information: The roles of argument quality, source expertise, and user perceptions of information quality and risk. *Decision support systems*, 55(1), pp. 284-295.
- OECD (2020). Principles on artificial intelligence (22 may 2019). Disponível em <https://www.oecd.org/digital/artificial-intelligence/ai-principles/>
- OU, Carol Xiaojuan and Choon Ling SIA. 2010. Consumer trust and distrust: An issue of website design. *International Journal of Human-Computer Studies*. 68(12), pp. 913-934.
- Paravastu, N., Gefen, D., & Creason, S. B. (2014). Understanding trust in IT artifacts: An evaluation of the impact of trustworthiness and trust on satisfaction with antiviral software. *ACM SIGMIS Database: the DATABASE for Advances in Information Systems*, 45(4), pp. 30-50.
- Patel, J., Teacy, W. L., Jennings, N. R., & Luck, M. (2005). A probabilistic trust model for handling inaccurate reputation sources. In *International Conference on Trust Management*. Springer, Berlin, Heidelberg. pp. 193-209.
- Preece, J. (2001). Etiquette, empathy and trust in communities of practice: Stepping-stones to social capital. *Journal of Universal Computer Science*, 10(3), pp. 194–202.
- Pu, P., & Chen, L. (2006). Trust building with explanation interfaces. In *Proceedings of the 11th international conference on Intelligent user interfaces*, pp. 93-100.

- Riedl, R., & Javor, A. (2012). The biology of trust: Integrating evidence from genetics, endocrinology, and functional brain imaging. *Journal of Neuroscience, Psychology, and Economics*, 5(2), pp. 63.
- Robert, L. P., Denis, A. R., & Hung, Y. T. C. (2009). Individual swift trust and knowledge-based trust in face-to-face and virtual team members. *Journal of Management Information Systems*, 26(2), pp. 241-279.
- Roghanizad, M. M., & Neufeld, D. J. (2015). Intuition, risk, and the formation of online trust. *Computers in Human Behavior*, 50. M.M.; Neufeld, D.J.. *Computers in Human Behavior*, 50. Elsevier Ltd. pp. 489-498., DOI: 10.1016/j.chb.2015.04.025
- Rotter, J. B. (1971). Generalized expectancies for interpersonal trust. *The American Psychologist*, 26, pp. 443–452.
- Rotter, J. B. (1980). Interpersonal trust, trustworthiness, and gullibility. *American psychologist*, 35(1), pp. 1.
- Ruohomaa, S. & Kutvonen, L. (2010). Trust and distrust in adaptive inter-enterprise collaboration management. *J. Theor. Appl. Electron. Commer. Res.*, 5(2), pp. 118–136.
- Rusman, E., Van Bruggen, J., Sloep, P., & Koper, R. (2010). Fostering trust in virtual project teams: Towards a design framework grounded in a TrustWorthiness ANtecedents (TWAN) schema. *International Journal of Human-Computer Studies*, 68(11), pp. 834-850.
- Shankar, V., Urban, G. L., & Sultan, F. (2002). Online trust: a stakeholder perspective, concepts, implications, and future directions. *The Journal of strategic information systems*, 11(3-4), pp. 325-344.
- Shapiro, S. P. (1987). The social control of impersonal trust. *American Journal of Sociology - AJS*, 93(3), pp. 623–658.
- Shneiderman, B. (2000). Designing trust into online experiences. *Communication of the ACM*, 43(12), pp. 57–59.
- Shneiderman, B. (2020). Human-centered artificial intelligence: Reliable, safe & trustworthy. *International Journal of Human–Computer Interaction*, 36(6), pp. 495-504.
- Smuha, N. A. (2019). The eu approach to ethics guidelines for trustworthy artificial intelligence. *Computer Law Review International*, 20(4), pp. 97-106.
- Sousa & Dias (2017). Como cultivar interações confiáveis. Um esforço para a sustentabilidade da educação aberta e em rede. Novos olhares para os cenários e práticas da educação digital. Disponível em [https://repositorioaberto.uab.pt/bitstream/10400.2/6651/6/EaD%20e%20eLearning\\_N%C2%BA3.pdf](https://repositorioaberto.uab.pt/bitstream/10400.2/6651/6/EaD%20e%20eLearning_N%C2%BA3.pdf)

- Sousa, S., Lamas, D., and Dias, P. (2014). A model for human-computer trust: contributions towards leveraging user engagement. *Learning and collaboration technologies: designing and developing novel learning experiences*, pp. 128–137.
- Sousa, S., Lamas, D., and Dias, P. (2015). Fostering sharing with trust. In *Conference on Human Factors in Computing Systems ACM*, pp. 4821–4835. ACM.
- Sousa, S., Lamas, D., and Dias, P. (2016). Value creation through trust in technological-mediated social participation. *Technology, Innovation and Education*, 2(1), pp. 5.
- Oper, T. and Sousa, S. (2020). User attitudes towards facebook: Perception and reassurance of trust (estonian case study). In Stephanidis, C. and Antona, M., editors, *HCI International 2020 – Posters*. Cham. Springer International Publishing. pp. 224–230.

# La influencia del capital social virtual en los efectos económico y académico percibidos por los estudiantes universitarios. Un análisis en tiempos del Covid19

Ingrid Orlandini

orlandini.ingrid@usfx.bo

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad Real Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Calle Padilla s/n Urbanización los Álamos, Sucre, Bolivia.

Pages: 165-175

**Resumen:** El objetivo de este estudio es explicar si el capital social virtual, dividido en capital social vinculante (CSV) y capital social que tienden puentes (CSP), ha tenido relación con los efectos económico y académico percibidos por los estudiantes universitarios durante el confinamiento por el COVID 19. Con este fin se aplicó una encuesta a 400 personas entre los 17 y 38 años; el estudio es de corte transversal, la escala usada fue Likert; para calcular las relaciones se aplicó análisis de distribución chi cuadrado. Los resultados muestran una asociación significativa entre el capital social virtual y los efectos económicos y académicos percibidos durante la cuarentena, teniendo una mayor incidencia el capital social que tiende puentes.

**Palabras clave:** capital social virtual; covid19; educación virtual; universitarios; efecto económico; efecto académico.

## *The influence of online social capital on economy's and academic's effect perceived of college students Analysis in the days of Covid19*

**Abstract:** The objective of this study is to explain if virtual social capital, divided into binding social capital (CSV) and social capital that build bridges (CSP), has been related to the economic and academic effects perceived by university students during confinement by the COVID 19. To this end, a survey was applied to 400 people between the ages of 17 and 38; the study is cross-sectional, the scale used was Likert; Chi-square distribution analysis was applied to calculate the relationships. The results show a significant association between virtual social capital and the economic and academic effects perceived during quarantine, with social capital that builds bridges having a greater incidence.

**Keywords:** online social capital; covid19; virtual education; college students; economic effect; academic effect.

## 1. Introducción

Desde finales del año 2019 la sociedad viene atravesando una de las pandemias más fuertes de este siglo: el COVID19, esta enfermedad ha generado crisis en los sistemas de salud, en los modelos económicos, los métodos educativos y ha transformado las rutinas y la cotidianidad de la sociedad en su conjunto (Orellana, 2020; Hernández, 2020; Ríos, 2020) A raíz de ello los gobiernos de los países como medida de prevención han aplicado el confinamiento y distanciamiento social, fruto de esta situación el modelo educativo presencial se ha transformado en un modelo virtual en todos sus niveles; en el caso de la educación superior, miles de jóvenes de universidades públicas y privadas de manera abrupta han continuado su formación en aulas virtuales.

En Bolivia hasta la gestión 2019 menos del 10% de docentes y estudiantes universitarios hacían uso de la modalidad virtual y sólo como complemento del proceso enseñanza aprendizaje. Como efecto de la pandemia, actualmente 14 universidades que pertenecen al Comité Ejecutivo de la Universidad Boliviana que aglutinan a más de 485.625 estudiantes matriculados, han cambiado a la modalidad virtual aproximadamente el 80% aún siguen su formación bajo esta modalidad (<http://www.ceub.edu.bo/portal/>, 2021)

Para los universitarios, este nuevo escenario virtual ha cambiado la forma de relacionarse con su entorno más cercano: familia, amistades, docentes y entre estudiantes, surgiendo la importancia del estudio del capital social virtual, este concepto tiene una relevancia especial en los estudios investigativos desde los enfoques psicológicos, sociológicos y económicos (Velásquez, 2020; Valencia y Hoyos, 2020; Lozano et. al., 2020; Mou y Lin, 2017; Vidales y Sádaba, 2017; Williams, 2006)

En la medida en que los individuos usen valores sociales tan importantes como la amistad, la cooperación, la confianza y la reciprocidad, están utilizando el capital social (Valencia y Hoyos, 2020). El concepto de capital social se remonta al análisis de Pierre Bourdieu (1980), considerando al capital social como una red de relaciones objetivas, de dominación o subordinación, de complementariedad o antagonismo. Varios autores señalan que el capital social está constituido por redes individuales ligadas a lazos familiares y otras institucionales que sirven de apoyo en el logro de objetivos o planes de vida o de negocios (Orlandini, 2020, Naldi et. al., 2019; Ventura y Quero, 2013; Liñán y Santos, 2006).

Al analizar el concepto de capital social es importante señalar los autores precursores de su estudio, a partir de los estudios de Bourdieu surgen investigaciones como las de James Coleman (1988) y Robert Putman (2000).

El primero se refiere al capital social como la confianza entre un grupo de personas que, en términos económicos, logra una productividad grupal mayor que la individual, señala que para un crecimiento del capital social es importante la interacción con los miembros del grupo, la interdependencia al interior del grupo y la coordinación y cooperación.

Para Putman el capital social puede ser a) Vertical v/s Horizontal: Los lazos de comunicación y confianza se pueden desarrollar entre un individuo de jerarquía X y un individuo de jerarquía Y, esta relación se puede desplegar entre individuos de distintos grupos, existiendo una pequeña similitud entre ellas. b) Vínculos Fuertes v/s Vínculos Débiles: individuos que estrechan relaciones fuertes donde prima la confianza y la

solidaridad o vínculos débiles, en donde cada miembro posee sólo pequeñas similitudes. c) Bridging vs Bonding: El Bridging social se basa en relaciones entre amigos a la distancia, asociaciones e incluso entre conocidos. Esta relación se puede dar entre personas muy distintas entre sí pertenecientes a diferentes comunidades. En cambio, el Bonding hace referencia a relaciones entre individuos similares, como por ejemplo con algún grado de parentesco, amigos de toda la vida, o amigos con fuerte lazos de amistad, pertenecientes a una misma comunidad.

Los conceptos teóricos de estos autores dieron paso a otros estudios que afirman que existe una especie de capital social vinculante (cercano y familiar) y un capital social que tienden puentes y genera oportunidades de trabajo o emprendimiento (Aldana y Bernal, 2019; Orlandini y Ortiz, 2019; Geraee, et, al., 2019; Ventura y Quero, 2013; Liñán y Santos, 2006)

A partir del COVID19 el capital social virtual se estudia como una variable importante en la respuesta a la crisis de salud, económica y social y constituye una estrategia para superar las consecuencias del aislamiento (Pitas y Ehmer, 2020; Valencia y Hoyos, 2020)

Según los informes de autoevaluación de la Carrera de Economía de la Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca, hasta el año 2019 las redes sociales eran usadas, por lo universitarios, para conectarse con amigos y familia, ver videos o fotos y compartir contenido, la red más usada con un 90% era whatsapp, seguida de Facebook con un 87% y youtube con 60% entre las tres más usadas (<https://economicas.usfx.bo/economia>, 2021). Después de la pandemia, si bien la intensidad de uso de estas redes no ha variado considerablemente, los motivos si han cambiado, pues durante el confinamiento se han usado principalmente con fines educativos y han sido, para los estudiantes, los únicos medios de relacionamiento que han tenido; de ahí que como resultado del confinamiento por efecto del COVID19, surge una nueva forma de capital social basada en el uso de redes sociales como facebook, whatsapp, instagram y otros que contribuyen a la formación de redes de confianza y asociatividad cívica (Lozano Díaz, et. al., 2020), este nuevo capital social es llamado virtual y puede ser estructural (vínculos de interacción social), relacional (confianza) y cognitivo (lenguajes y visión compartidos) entre los miembros jóvenes. (Heidari et. al., 2020, Kwon, 2020; López y Santos, 2018).

En base al antecedente teórico precedente se plantea explicar la influencia del capital social virtual en la situación económica y académica de los estudiantes universitarios, para ello se propone responder la siguiente interrogante: ¿Cómo influye el capital social virtual en la percepción de la situación económica y académica de los estudiantes universitarios durante el confinamiento? La hipótesis de la cual se parte se plantea de la siguiente manera: el capital social virtual influye significativamente en los efectos económico y académico percibidos por la población universitaria durante el confinamiento.

## 2. Metodología

La metodología de investigación es de enfoque cuantitativo, mediante un diseño no experimental y de corte transversal; se presenta en una primera parte la descripción de la población estudiada y en la segunda se explica la validez del instrumento aplicado para la medición del capital social virtual.

## 2.1. Población sujeto de estudio

Se consideró como población a jóvenes universitarios de la Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca, institución educativa pública ubicada en la ciudad de Sucre al sur de Bolivia. Se calculó una muestra estadística con un 95% de confianza y tomando como universo a 42.895 estudiantes, se aplicó la fórmula de proporciones para muestras finitas obteniéndose una muestra de 380 unidades de análisis. La información se recogió a partir de encuesta en línea mediante formulario google, se obtuvieron 400 encuestas.

## 2.2. Instrumento y escala de medición

El instrumento y la escala usados tuvieron su base en los estudios de Williams (2006) quien diseña una escala de medición que se adapta al capital social on line o/y off line, esta escala está basada en dos dimensiones que coinciden con los tipos de capital de Putnam (2000) Bridging y Bonding, el primero el capital social que tiene puentes (CSP) incluyó los siguientes reactivos: Hay varios compañeros/as en la universidad con los que interactúo online y confío para resolver mis problemas; si tengo problemas técnicos o de conexión en la docencia online, hay compañeros/as a quienes puedo acudir; hay compañeros/as a quien puedo acudir vía online para pedirles consejo o consultas sobre la marcha las clases virtuales; tengo compañeros/as de confianza a los que puedo recurrir online para encontrar ánimo y apoyo psicológico; tengo compañeros/as de confianza a los que puedo recurrir online para pedirles ayuda económica o material.

Para el segundo el capital social vinculante (CSV) los reactivos aplicados fueron: Interactuar online con personas me hace interesarme en las cosas que suceden fuera; interactuar online con la gente me hace querer probar cosas nuevas; conversar online con la gente me hace interesarme en los que piensan distinto de mí; hablar online con la gente me hace sentir curiosidad por otros lugares del mundo; interactuar online con la gente me hace sentir como parte de una comunidad.

El instrumento se constituye de una primera parte que recoge datos etáreos, uso y formas de conexión en línea y una segunda parte mide los efectos de la cuarentena y el capital social virtual, para ello se usó una escala Likert de 5 puntos (1="totalmente en desacuerdo" a 5="totalmente en acuerdo" donde el valor 3 es interpretado como punto neutral o de indiferencia) La escala para medir los efectos económicos y de rendimiento académico se basó en el estudio de Lozano et. al (2020) que consiste en dos ítems cuyas respuestas se clasificaron como afectado, no afectado e indiferente.

Se realizó el análisis de fiabilidad y validez con el apoyo de software SPSS, utilizando el método de extracción de componentes principales y rotación Varimax; los resultados del análisis de validez y confiabilidad del instrumento se presentan en la tabla 1 en la cual se pueden observar que los valores del índice Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) para las variables analizadas son mayores de 0,8 y las pruebas de esfericidad de Bartlett son significativas; esto representa una validez aceptable del instrumento; el análisis de confiabilidad por medio del Alfa de Cronbach arroja un resultado de 0,852, los indicadores de Rho A; fiabilidad compuesta y AVE tienen valores que indican que existe una consistencia interna aceptable(Tabla 2). Para la validez de contenido, el cuestionario, fue revisado por profesionales expertos cuyas sugerencias fueron importantes para mejorar la redacción de los ítems.

Prueba		Indicador
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,802
Esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	3605,676
	gl	66
	Sig.	,000

Tabla 1 – Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo y prueba de esfericidad de Bartlett

	Efectos	CSV	CSP
<i>Rho A</i>	1	0,8690	0,8660
<i>Fiabilidad compuesta</i>	0,7608	0,8871	0,8943
<i>Varianza extraída media (AVE)</i>	0,6140	0,6162	0,6338

Tabla 2 – Fiabilidad y validez de constructo

Por otro lado los resultados de la validez discriminante se presentan en la tabla 3, señalan que las medidas son válidas pues las correlaciones entre los mismos constructos presentan los valores máximos en la diagonal de la matriz.

Variables	Efectos	CSV	CSP
Efectos	0,6140		
CSV	0,370	0,6162	
CSP	0,587	0,498	0,6338

Tabla 3 – Validez discriminante

### 3. Resultados

Los datos demográficos de la población muestran que la edad promedio de los universitarios es de 21,73 años con una desviación estándar de 3,024; la edad máxima indicada fue de 38 años y la edad mínima de 17 años. En relación con la variable sexo se encuestó a un 38,25% de hombres y a un 61,75% de mujeres. Respecto al consumo de internet y redes sociales, el 88,5% usan un teléfono móvil para conectarse a la red; el 46,5% usan sistema wifi en su domicilio y el 95% usan el whatsapp para comunicarse con sus familiares y conocidos (Tabla 4).

<b>Dispositivo que usa para la conexión a internet con mayor frecuencia</b>		
	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<i>Teléfono móvil</i>	354	88.5
<i>Computadora de escritorio</i>	14	3.5
<i>Computadora portátil</i>	32	8.0
<i>Total</i>	400	100.0
<b>Acceso a la red internet</b>		
	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<i>Internet pos pago</i>	10	2.5
<i>Internet prepago</i>	21	5.3
<i>Recarga de megas</i>	183	45.8
<i>Wifi en mi domicilio</i>	186	46.5
<i>Total</i>	400	100.0
<b>Conexión con el entorno cercano (CSV y CSP)</b>		
	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<i>Facebook</i>	2	.5
<i>otras</i>	6	1.5
<i>Video llamada (Zoom)</i>	12	3.0
<i>WhatsApp mensajes de texto</i>	380	95.0
<i>Total</i>	400	100.0

Tabla 4 – Características de conexión de la población participante en el estudio

En cuanto a los efectos económicos de manera general el 60% de los estudiantes encuestados percibe que su economía ha sido afectada durante el confinamiento, esta afectación ha sido mayor en el caso de las mujeres en comparación a los hombres; existe un porcentaje similar entre el 23% y 27% en ambos sexos que es indiferente frente al efecto económico y porcentajes por debajo del 16% que afirman no haber sentido afectación durante el confinamiento (Tabla 5).

<b>Sexo</b>	<b>Percepción sobre el efecto económico</b>		
	<b>Indiferente (99)</b>	<b>No afectados (62)</b>	<b>Afectado (239)</b>
Hombre (153)	26.8%	15.7%	57.5%
Mujer (247)	23.5%	15.4%	61.1%
Total (400)	24.8%	15.5%	59.8%

Tabla 5 – Percepción de los efectos económicos durante el confinamiento

Sobre el efecto en el rendimiento académico (Tabla 6) existe un porcentaje mayor de hombres que afirman han sido afectados; 69,3% en comparación al 59,9% de las mujeres.

Un porcentaje menor al 18% del total es indiferente al efecto sobre el rendimiento académico. El 22,7% de las mujeres indica que no ha sido afectada y el 12,4% de hombres afirma lo mismo.

Sexo	Percepción sobre el efecto académico		
	Indiferente (71)	No afectados (75)	Afectado (254)
Hombre (153)	18.3%	12.4%	69.3%
Mujer (247)	17.4%	22.7%	59.9%
Total (400)	17.8%	18.8%	63.5%

Tabla 6 – Percepción de los efectos en el rendimiento académico durante el confinamiento

Se observa que los hombres perciben una afectación académica mayor que económica; mientras que las mujeres perciben la situación contraria.

Se realizaron pruebas  $\chi^2$  para estudiar si existe asociación entre los efectos estudiados y los tipos de capital social. La Tabla 7 muestra el resultado de estas pruebas. Como se puede ver en este resultado, los efectos son menores en la medida que los estudiantes perciben su CSV y CSP desarrollado (Ver en la columna de afectados).

Efecto académico						
	Indiferente	No afectados	Afectado	Total	$\chi^2$	sig
CSV no desarrollado	10.2%	10.2%	79.5%	100.0%	15.725	0.03
CSV desarrollado	19.9%	21.2%	59.0%	100.0%		
Efecto económico						
	Indiferente	No afectados	Afectado	Total	$\chi^2$	sig
CSV no desarrollado	14.8%	12.5%	72.7%	100.0%	12.519	0.014
CSV desarrollado	27.6%	16.3%	56.1%	100.0%		
Efecto académico						
	Indiferente	No afectados	Afectado	Total	$\chi^2$	sig
CSP no desarrollado	19.3%	10.2%	70.5%	100.0%	31.106	0.00
CSP desarrollado	16.7%	24.8%	58.5%	100.0%		
Efecto económico						
	Indiferente	No afectados	Afectado	Total	$\chi^2$	sig
CSP no desarrollado	20.5%	9.6%	69.9%	100.0%	20.476	0.00
CSP desarrollado	27.2%	19.8%	53.0%	100.0%		

Tabla 7 – Análisis de la asociación entre las variables capital social virtual y efectos académicos y económicos

De acuerdo a los resultados de la prueba  $\chi^2$  se observa que existen diferencias estadísticamente significativas entre los efectos económico y académico y el desarrollo del capital social; el CSP presenta una mayor significación con ambos efectos en comparación al CSV.

#### 4. Discusión

En tiempos del COVID 19 el capital social virtual ha cobrado mucha importancia pues el confinamiento ha limitado las actividades normales de las personas, el aislamiento ha hecho que las relaciones cara a cara normales se transformen en relaciones en línea y los chat, correos electrónicos y redes sociales han sido intensamente utilizados (Valencia y Hoyos, 2020; Pitas y Ehmer, 2020). En este estudio el 95% de los encuestados afirman que su comunicación con otras personas durante el confinamiento fue a través de mensajes de texto por medio de redes sociales.

Respecto a la influencia del capital social virtual sobre los efectos económicos percibidos las conclusiones del análisis indica que la asociación es significativa e inversa, mientras más desarrollado esté el capital social menos afectado se percibe el grupo de universitarios estudiado. Más del 69% señalan que han sido afectados en el aspecto económico durante el confinamiento y que no han percibido desarrollo de su CSV ni CSP. Este resultado coincide con los estudios de Refaeli y Achdut (2020) y Valencia y Hoyos (2020) los primeros señalan que el capital social virtual permite a las personas ampliar las oportunidades y disminuir la vulnerabilidad; es un recurso que puede ser utilizado para afrontar situaciones de crisis y protegerse de la pobreza; el segundo indica que si bien el capital social no sustituye a los activos económicos puede contribuir a la consecución de recursos naturales, físicos, humanos y financieros y puede generar nichos de oportunidades. Por otro lado los resultados a los que llegan Lozano et. al. (2020) indican que el capital social virtual no tiene relación con el impacto sobre los ámbitos académico y económico, la explicación a este resultado se centra en la comprensión de los reactivos del instrumento aplicado y porque el estudio de estos autores relaciona los efectos del confinamiento con la variable resiliencia que pudo haber influenciado para disminuir el efecto del capital social como los mismos autores plantean.

Sobre el efecto percibido del capital social en el rendimiento académico; el 79% percibe afectaciones en su rendimiento académico y que no ha desarrollado su CSV y el 70 % perciben afectación en lo académico y poco desarrollo del CSP. La influencia del CSP en este ámbito es mayor que la del CSV, el estudio de Heidari et. al (2020) presenta similar conclusión; señala que el uso de redes sociales hace que los estudiantes desarrollen su CSV y CSP a favor de los resultados de su formación universitaria presentando una mayor correlación el CSP que el CSV. Otro estudio (Velásquez, 2020) señala que la educación virtual sobre todo en tiempos del COVID 19 debe facilitar métodos y técnicas de manera sincrónica y asincrónica con el fin de fomentar el proceso de autoaprendizaje y de esta manera hacer frente a estados de soledad o aislamiento del estudiante; de esta forma se desarrolla el CSP representado por el tutor virtual o docente. En esta misma línea dan a entender Lozano Díaz, et.al. (2020) cuando afirman que la clave es el desarrollo de la autonomía y creatividad en los estudiantes para que puedan hacer frente a la educación virtual que se desarrolla producto de la pandemia.

## 5. Conclusiones

En general se confirma una relación significativa entre el capital social virtual y los efectos económicos y académicos percibidos durante el confinamiento sanitario.

En cuanto a las aportaciones teóricas de este estudio se puede mencionar que se amplía la literatura existente sobre capital social virtual y su papel durante la pandemia del COVID 19 desde la percepción de los estudiantes universitarios. Además los resultados a los que se llega pueden servir de apoyo para estudios que midan la contención que se obtiene si se desarrolla el capital social virtual con otros grupos poblacionales.

Finalmente, sobre las limitaciones para esta investigación se debe indicar que por su carácter exploratorio este estudio ha tomado como muestra sólo a una universidad de Bolivia por lo que para generalizar los resultados se debiera realizar estudios comparativos e incluir un mayor número de universidades.

## Referencias

- Aldana-Bernal, J. C., & Bernal-Torres, C. A. (2019). El Capital Social y la Integración de Procesos en la Gestión de las Cadenas de Abastecimiento en el Sector Real en Colombia. *Información tecnológica*, 30(5), 249-262.
- Bourdieu, Pierre (1980). Le capital social. In: Actes de la recherche en sciences sociales. Vol. 31, janvier Le capital social. pp. 2-3. [www.persee.fr/doc/arss\\_0335-5322\\_1980\\_num\\_31\\_1\\_2069](http://www.persee.fr/doc/arss_0335-5322_1980_num_31_1_2069)
- Coleman, J. S. (1988). Social capital in the creation of human capital. *American journal of sociology*, 94, S95-S120.
- Geraee, N., Eslami, A., & Soltani, R. (2019). The relationship between family social capital, social media use and life satisfaction in adolescents. *Health Promot Perspect* doi: 10.15171/hpp.2019.42., 307-313.
- Heidari, E., Salimi, G., & Mehrvarz, M. (2020). The influence of online social networks and online social capital on constructing a new graduate students' professional identity. *Interactive Learning Environments*, 1-18.
- Hernández, R. (2020). Covid-19 América Latina y El Caribe: Los efectos económicos diferenciales en la región. Instituto Universitario de Análisis Económico y Social Documento de Trabajo 06/2020, páginas, ISSN: 2172-7856.
- <http://www.ceub.edu.bo/portal/>. (12 de diciembre de 2021). Obtenido de <http://www.ceub.edu.bo/portal/>: <http://www.ceub.edu.bo/portal/>
- <https://economicas.usfx.bo/economia/> (13 de diciembre de 2021) Obtenido de <https://economicas.usfx.bo/economia/>
- Kwon, S. (2020). Social capital online and youth civic engagement. Tampere University.
- Liñán, F., & Santos, F. (2006). La influencia del capital social sobre los empresarios potenciales. *Estudios de Economía Aplicada*, Vol. 24, 459-489.

- López, N. R., & Santos, M. R. (2018). El capital social de las organizaciones en el contexto digital de la web 2.0. En Túniz-López, M., Costa-Sánchez, C. y Valdiviezo, C. (Eds.). *Comunicación Organizacional en entornos online. Gestión, actores y recursos. Cuadernos 53 Artesanos de Comunicación*, N° 149, 53-74.
- Lozano Díaz, A., Fernández-Prados, J., Figueredo, C. V., & Martínez, M. A. (2020). Impactos del confinamiento por el COVID-19 entre universitarios: Satisfacción Vital, Resiliencia y Capital Social Online. *International Journal of Sociology of Education*, Special Issue: COVID-19 Crisis and Socioeducative Inequalities and Strategies to Overcome them, <http://doi.org/10.17583/rise.2020.5925>, 79-104.
- Mou, Y., & Lin, C. A. (2017). The impact of online social capital on social trust and risk perception. *Asian Journal of Communication*, 27(6), 563-581.
- Naldi, L., Baù, M., Ahl, H., & Markowska, M. (2019). Gender (in) equality within the household and business start-up among mothers. *Small Business Economics* <https://doi.org/10.1007/s11187-019-00275-1>, 1-16.
- Orellana, O. (2020). Pandemia Económica por Covid-19. *Revista científica internacional Volumen 3 Número 1 ISSN: 2708-8103 DOI: <https://doi.org/10.46734/revcientifica.v2i1.6>*, 1-9.
- Orlandini, I. E. (2020). El perfil directivo femenino y su relación con la orientación al mercado y el desempeño organizacional. *Información Tecnológica*, 31(3), 241-248.
- Orlandini, I., & Ortiz, F. (2019). La incidencia del macro y micro entorno en la intención emprendedora de las productoras rurales. *Sinapsis*, 11(2), 79-92.
- Pitas, N., & Ehmer, C. (2020). Social Capital in the Response to COVID-19. *American Journal of Health Promotion* <https://doi.org/10.1177/0890117120924531>, 1-3.
- Putnam, R. D. (2000). Bowling alone: America's declining social capital. *Culture and politics - Palgrave Macmillan US.*, 223-234.
- Refaeli, T., & Achdut, N. (2020). Pobreza percibida, adecuación de ingresos percibida y soledad en adultos jóvenes israelíes: ¿Son el capital social y el capital del vecindario factores de resiliencia? *Asistencia sanitaria y social en la comunidad* <https://doi.org/10.1111/hsc.13177>.
- Ríos, R. A. (2020). Emergencia sanitaria y transacciones electrónicas: Covid-19 Caso México. *Perfiles de las Ciencias Sociales*, Volumen 8, Número 15 <http://revistas.ujat.mx/index.php/perfiles>, México, UJAT., 66-82 pp.
- Valencia, A. G., & Hoyos, C. A. (2020). Contribución del capital social a los desafíos sociales y económicos que plantea el Covid-19. *Estudios Políticos*, (58) <http://dx.doi.org/10.17533/udea.espo.n58a01> , 9-15.
- Velásquez, B. (2020). La educación virtual en tiempos de Covid-19. *Universidad de San Carlos de Guatemala* 3(1) DOI: <https://doi.org/10.46734/revcientifica.>, 19-25.
- Ventura, F. R., & Quero, G. M. (2013). Factores explicativos de la intención de emprender en la mujer. Aspectos diferenciales en la población universitaria según la variable género. *Cuadernos de gestión*, 127-149.

- Vidales, B. M.-J. (2017,). Adolescentes conectados: La medición del impacto del móvil en las relaciones sociales desde el capital social. *Comunicar* [en línea] XXV (53) [fecha de Consulta 23 de septiembre de 2020]. ISSN: 1134-34, 19-28.
- Williams, D. (2006). On and off the 'Net: Scales for Social Capital in an Online Era. *Journal of Computer-Mediated Communication*, Volume 11, Issue 2, 1 January 2006, 593-628.

# SISTRAD y los sistemas de traducción de Lengua de Señas: una propuesta alternativa para la inclusión

Rita Valenzuela Romero<sup>1</sup>, Anthony Ramos Quispe<sup>2</sup>, Érica Huamán Bedoya<sup>3</sup>,  
Farat Colque López<sup>4</sup>, Mary Zapana Huamaní<sup>5</sup>, Deysi Calla Arenas<sup>6</sup>,  
Alex Valenzuela-Romero<sup>7</sup>

**rvalenzuelar@unsa.edu.pe; aramosq@unsa.edu.pe; ehuamanb@unsa.edu.pe;  
collque@unsa.edu.pe; mzapanahua@unsa.edu.pe; dcallaa@unsa.edu.pe;  
alevalenzuelar@virtual.upt.pe**

<sup>1</sup>Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Avenida Venezuela S/N,0400, Arequipa, Perú

<sup>7</sup>Universidad Privada de Tacna, Campus Capanique, Av. Jorge Basadre Grohmann S/N Pocollay,2300, Tacna, Perú

**Pages: 176-188**

**Resumen:** La lengua de señas es la manifestación de un código basado a través de movimientos, expresiones y gestos de rostro y cuerpo que realizan a cabo las personas de la comunidad sorda para poder transmitir mensajes, aprender y dar testimonio de lo que lo que sienten y perciben del entorno. En Perú la lengua de señas peruanas (LSP) fue reconocida como tal en el año 2017. A la luz de la realidad descrita, consideramos el proponer un aplicativo traductor (SISTRAD) que permita al educador en aula acercarse a los estudiantes de la comunidad sorda en el código que este maneja, lo que hará posible que los estudiantes no oyentes de educación básica, procesen conocimientos de aprendizaje de manera similar a los estudiantes sin discapacidad auditiva, para lograr una inclusión lingüística que permita el desarrollo de capacidades para la lectura, la escritura y el aprendizaje en general.

**Palabras-clave:** Lengua de Señas (LS); traductor de señas; aplicativo traductor; inclusión lingüística; discapacidad auditiva.

## ***SISTRAD and Sign Language translation systems: an alternative proposal***

**Abstract:** Sign language is the manifestation of a code based on movements, expressions and face and body gestures that people from the deaf community carry out in order to transmit messages, learn and give testimony of what they feel and perceive of the environment. In Peru, the Peruvian Sign Language (LSP) was recognized as such in 2010. In light of the reality described, we considered proposing a translator application (SISTRAD) that allows the classroom educator to approach the students of the deaf community in the code that it manages, which will make it possible for non-hearing students of basic education to process learning knowledge in a similar way to students without hearing disabilities, to achieve linguistic inclusion that allows the development of capacities for reading, writing and learning in general.

**Keywords:** Sign Language (LS); Natural Language Processing (NLP); translator application; linguistic inclusion; hearing impairment.

## 1. Introducción

La lengua de señas y la comunidad sorda han sufrido discriminación constante por parte de la sociedad; además de que muchas veces la lengua de señas no ha sido considerada como una lengua real. Fue recién con la publicación titulada: *Sign Language Structure: An Outline of the Visual Communication Systems of American Deaf* de Stokoe cuando las lenguas de señas empezaron a ser consideradas lenguas naturales. En su artículo, Stokoe (1960) establece y analiza por primera vez la estructura interna de las señas, demostrando que las lenguas de señas son susceptibles a la descripción lingüística. A partir de este momento, surgió una nueva concepción de las lenguas de señas, según la cual tienen su propia estructura y su propio léxico, diferenciándose de las lenguas orales sólo por su modalidad viso-gestual. En el caso de Perú en el año 2017 el Decreto Supremo N° 006 del Ministerio de la Mujer y Poblaciones Vulnerables y el reglamento de la Ley N° 29535 reconoce a la lengua de señas como tal, acercando a la comunidad un manual básico, pero no suficiente para el desarrollo de las competencias en educación básica. Cabe destacar que en el medio existen varias propuestas tecnológicas para la enseñanza de la lengua de señas, pero estas aún no bastan para incorporar a esta lengua como una más para la enseñanza.

Alrededor del mundo existen una gran variedad de investigaciones sobre tecnologías para la mejora de la calidad de vida de personas sordas; las cuales emplean la lengua de señas. En Latinoamérica es un tema relevante la investigación enfocada en la inclusión social para la comunidad de personas no oyentes; muchos de estos países dentro del continente proponen herramientas tecnológicas que brinden a las personas sordas tener una mejor comunicación con oyentes, una de ellas es la traducción del lenguaje natural a lengua de señas.

En primer lugar, podremos mencionar a México, este país destaca por ser uno de los que lleva la delantera en investigación y desarrollo de tecnologías para mejorar la calidad de vida de personas sordas, aquí cabe mencionar a Castilla (2017), el cual desarrolla un sistema de traducción de lenguaje de señas en tiempo real. La propuesta de México es para uso en dispositivos móviles con sistema operativo Android; cuyo objetivo es ofrecer a los beneficiarios una experiencia de comunicación e interacción sencilla y natural con personas con discapacidad auditiva. Castilla recurre como base a la Lengua de Señas Mexicana (LSM). La herramienta en cuestión desea concientizar a su comunidad y así se pueda lograr un mayor grado de inclusión.

Además, cabe mencionar que en Argentina se crea dos bases de datos: el primero el LSA 16, cuya intención parte en proponer la elaboración de un diccionario de lenguaje de señas argentino para entrenar un sistema automático traductor. El segundo que es denominado LSA 64 que pretende generar un diccionario de LSA de acceso público. (Ronchetti, 2018).

Así mismo cabe mencionar que en Colombia se desarrolla a un sistema de traducción automático a Lengua de Señas Colombiana(LSC) denominado Herramientas Tecnológicas para Ayuda Humanitaria (HETAH). Hetah, es un traductor online con

una aplicación web gratuita que permite traducir texto en español a lengua de señas colombiana, esta aplicación fue desarrollada por la Fundación que lleva el mismo nombre. Esta propuesta busca contribuir con la inclusión social de las personas no oyentes. (Fundación HETAH,2007).

Por otro lado, se observa las propuestas dadas en Perú. Se tiene el caso de Kinésica creado por Martínez (2019), la cual es una aplicación móvil que ayuda mediante un avatar a las personas sordas para que interactúen con facilidad. Kinésica presenta un intérprete que traduce la lengua de señas peruana (LSP) a voz y viceversa, con esta aplicación las personas que presentan discapacidad auditiva pueden escribir en señas mediante un teclado dactilológico, luego el software lo reproducirá de forma escrita y verbal.

Así mismo contamos con nuestra propuesta de un sistema de traducción (SISTRAD), el cual busca que se mejore los procesos educativos y de inclusión en la comunidad no oyente de nuestro país, región y localidad. Se precisa que SISTRAD es un sistema informático de escritorio, realizado con tecnología .NET, con interfaz gráfica multimedia para traducción a la Lengua de Señas Peruana (LSP). El aplicativo informático permite que el usuario ingrese un texto al sistema para que la herramienta realice el procesamiento de la lengua y este pueda observarlo en video con las señas correspondientes al texto ingresado en el sistema, así mismo SISTRAD muestra narraciones correspondientes al plan de estudios del país. El aplicativo traductor también permitirá alimentar el diccionario de señas a través de una interfaz amigable para el usuario.

## **2. Métodos y materiales**

El desarrollo de esta investigación se realizó en tres fases: levantamiento de requerimientos, con la cual se buscó identificar las necesidades que debe cubrir el aplicativo; diseño y desarrollo de la herramienta, en la que se describe la implementación de la aplicación tecnológica propuesta, validación y evaluación, en la que se verifica el grado de funcionalidad del sistema de interpretación desarrollado.

### **2.1. Fase I. Levantamiento de Requerimientos**

En esta fase del proyecto se sostuvo diversas reuniones con personas de la comunidad sordomuda de Arequipa, así como docentes que tenían contacto con dicha comunidad. Las reuniones en un primer momento se realizaron de forma presencial y en una segunda etapa se tomó la decisión de hacerla de forma virtual, debido a la pandemia en la cual se recabó información acerca de sus necesidades mediante la entrevista con intérprete. Culminadas las reuniones programadas se determinó que se requería una herramienta digital, lingüística-inclusiva que sirviera de apoyo para la comunidad en lo que refiere al desarrollo de competencias en la educación básica regular. Por un lado, los docentes manifestaban que en ocasiones se enfrentaban con aulas con estudiantes oyentes y no oyentes lo que implica una preparación especial, que muchas veces no es brindada por los organismos pertinentes. Además, que los estudiantes que presentaban discapacidad auditiva tenían sentimientos de impotencia y reacción ansiosa por el contexto en que enfrentaban las sesiones de aprendizaje. Debido al contexto descrito se estableció que era relevante ofrecer una herramienta que les permita desarrollar las sesiones de enseñanza-aprendizaje para sus estudiantes oyentes y no oyentes. Por otro lado, la comunidad

sorda indicaba que contaban con apoyo cuando se contrataba a un intérprete, pero que de este beneficio solo contaba una parte de ellos, a su vez manifestaban que muchas veces en las aulas de educación básica sus hijos se sentían apartados o ignorados, lo que causaba un rechazo para seguir sus estudios en un contexto común de la localidad, teniendo en cuenta la inclusión educativa; asimismo consideraron de vital importancia la implementación de una que permita al docente desarrollar sesiones con ellos, facilitaría su adaptación en un entorno que no conoce o domina una lengua de señas.

Como resultado de estas reuniones se realizó una propuesta de herramienta tecnológica que permita el empleo del lenguaje de señas peruano para los docentes, la cual facilita el aprendizaje de las mismas y la interacción con algunos contenidos.

Para la selección del vocabulario y la disponibilidad léxica que alimenta la herramienta se empleó el aplicativo Dispogen que es una herramienta para el Análisis de la Disponibilidad Léxica creada en la Universidad de Concepción, de Chile por el Dr. Máx Echeverri. Dispogen permitió abarcar los diversos campos semánticos para proponer la base de datos de nuestro sistema SISTRAD. El *corpus* abarca los campos semánticos siguientes: Ropa, partes del cuerpo, partes de la casa, muebles de la casa, alimentos bebidas, objetos colocados sobre la mesa, la cocina, educación, naturaleza, granja, terrenos de cultivo, animales, juegos, deportes, profesiones, oficios, tecnología, religión, mitos y leyendas; además de algunas narraciones básicas obligatorias en el currículo de la educación básica en Perú.

De igual forma se pudo desprender que si bien existen aplicaciones que facilitan la comunicación en lengua de señas, estas se encuentran disponibles vía web, el nivel socioeconómico de algunas familias impide el uso de las mismas ya que requiere de conexión a internet, lo cual se hace difícil de sustentar económicamente. Debido a las afirmaciones anteriores se consideró contar con una herramienta que permita su uso y que no requiera la conexión constante a internet, pero que sí tuviese la posibilidad de actualizarse. A partir del apoyo y asesoría de personas de la comunidad sordomuda, se optó por contar con videos donde aparezca una persona (intérprete) que muestra las entradas léxicas en lengua de señas. Se optó por un intérprete y no por un avatar ya que consideraban que este último no mostraba la naturalidad que se requiere para la adquisición en un nivel inicial de aprendizaje de esta lengua.

El *corpus* del aplicativo traductor se muestra en formato de video de alta calidad, sus diversos campos semánticos fueron validados por docentes y los colaboradores de la comunidad sorda.

## **2.2. Fase II. Diseño y Desarrollo de la Herramienta**

El sistema informático emplea tecnología .NET con comunicación a una base de datos SQLite, ya que el manejo de la misma permite que la interacción con el aplicativo sea dinámica y pueda ser migrada a futuro a otros dispositivos; ya que cuenta con un 100% de interoperabilidad, necesaria para los objetivos trazados.

El usuario puede usar el diccionario (Módulo Diccionario), traducir palabras (Módulo Palabras), seleccionar narraciones (Módulo Narraciones), alimentar el sistema (Módulo Mantenimiento).

A continuación, se indica las acciones que realiza el usuario con el sistema.

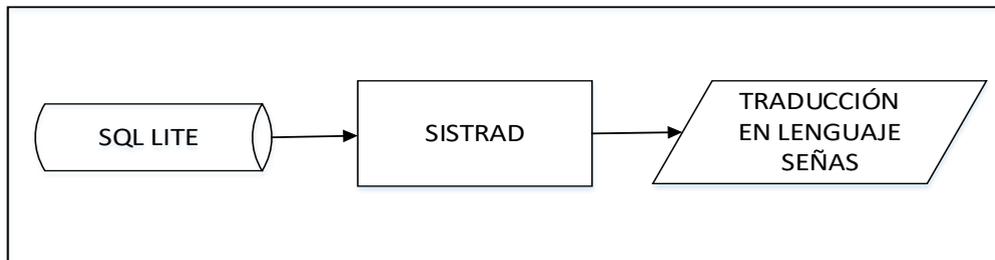


Figura 1 – Funcionamiento del Sistema SISTRAD

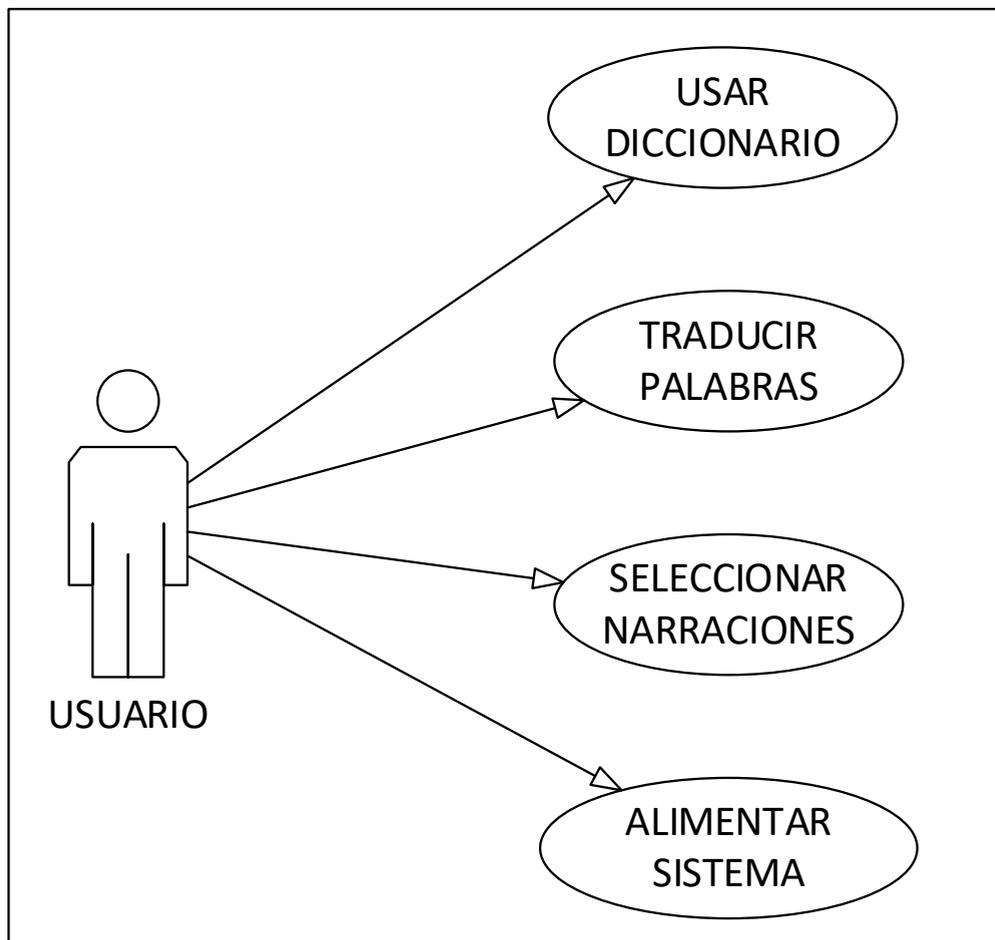


Figura 2 – Diagrama de casos de uso

### 2.2.1. Módulo Diccionario

En esta opción el sistema brinda una lista desplegable con las letras en orden alfabético, las cuales son seleccionadas por el usuario. Esta acción permite que el sistema muestre las palabras o frases que comienzan con la letra seleccionada.

El sistema se conecta a la base de datos, hace una búsqueda de acuerdo a la palabra seleccionada y muestra el video en Lengua de Señas Peruano (LSP).

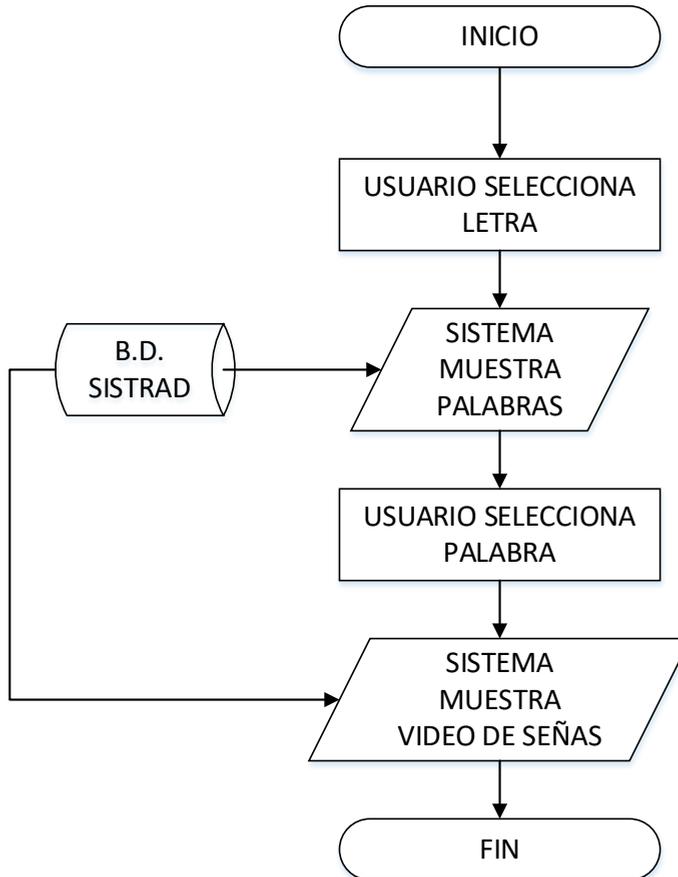


Figura 3 – Diagrama de flujo del Módulo Diccionario

### 2.2.2. Módulo Palabras

En esta opción el sistema traduce, interpreta entradas léxicas, seleccionándolas por centro de interés (categorías) o digitándolas directamente en su interfaz, al seleccionar la primera opción el sistema hace una búsqueda en la tabla correspondiente y lista la información allí almacenada, como por ejemplo “frutas”, “ropa”, “animales”, etc. En el caso de que el usuario digite la entrada léxica directamente en el cuadro de texto, el

sistema busca la palabra y muestra el video de la correspondiente palabra en Lengua de Señas Peruano (LSP).

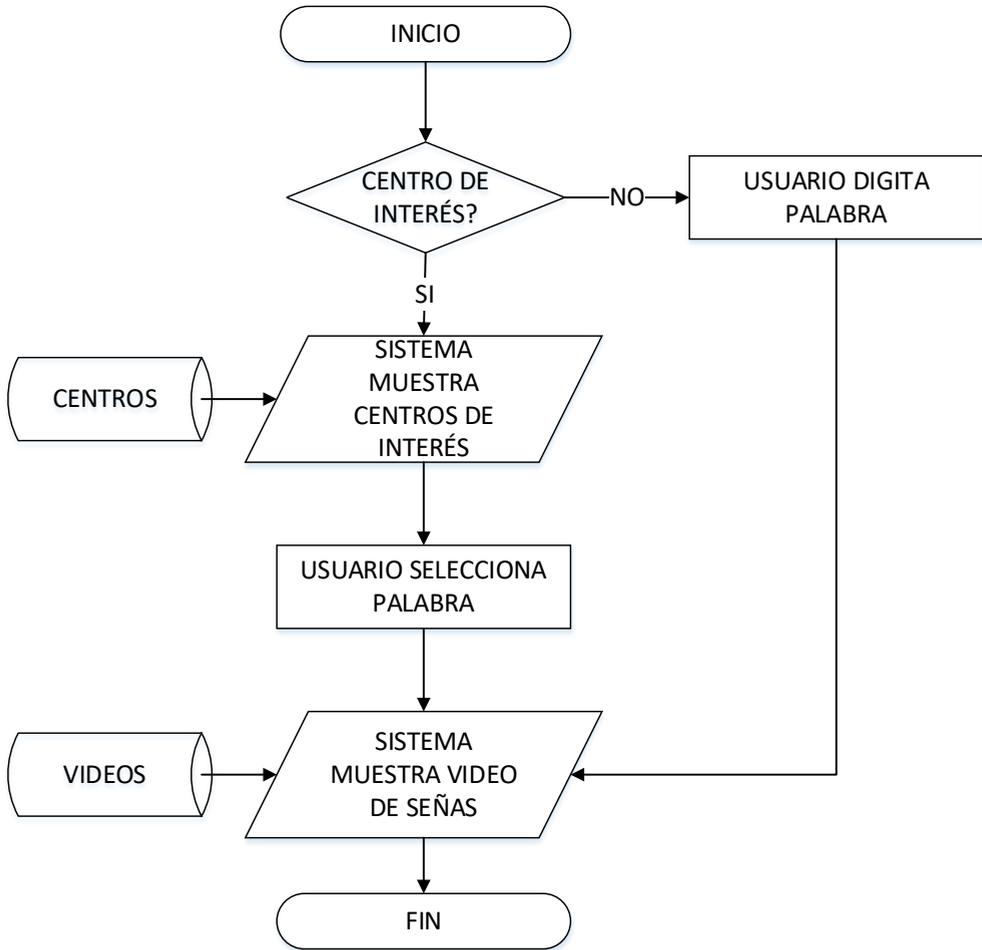


Figura 4 – Diagrama de Flujo del Módulo Palabras

### 2.2.3. Módulo Narraciones

En esta opción SISTRAD se conecta a la tabla de narraciones previamente almacenadas en la base de datos y muestra el video de la narración seleccionada.

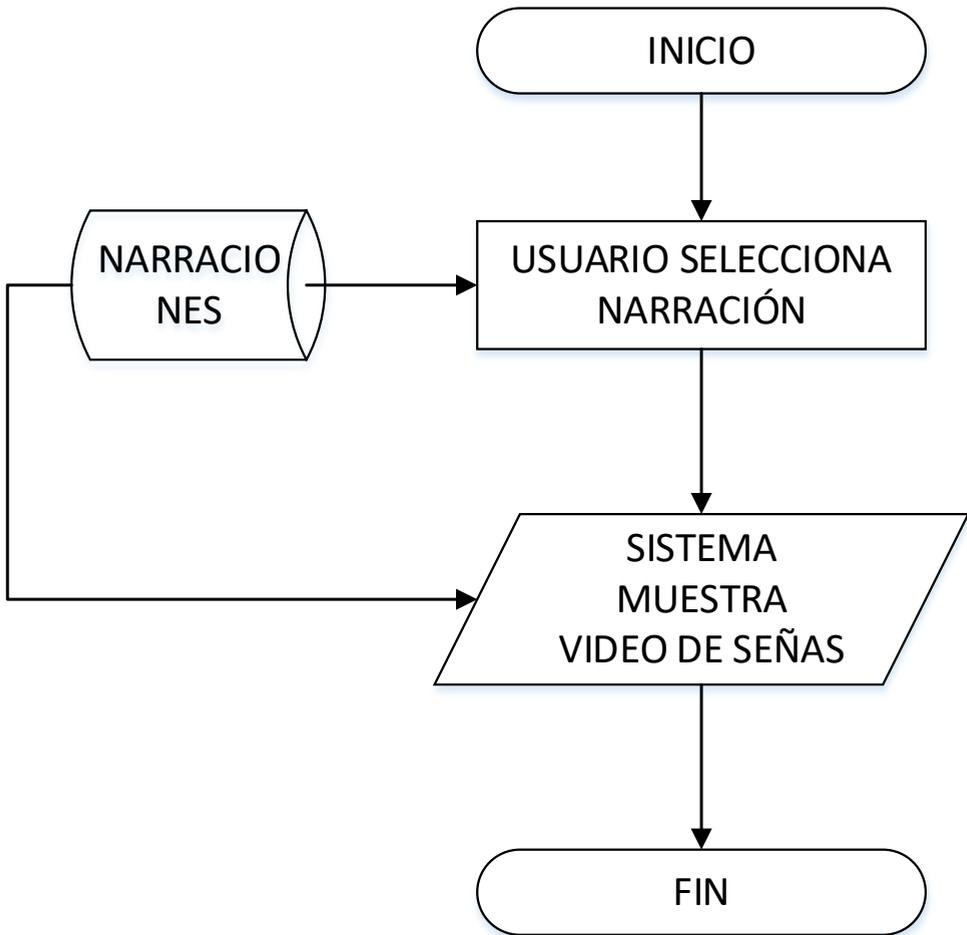


Figura 5 – Diagrama de Flujo del Módulo Narraciones

#### **2.2.4. Módulo Mantenimiento**

*Este módulo permite a usuarios autorizados alimentar la base de datos del sistema con nuevos videos que contienen actualizaciones del corpus en lengua de señas.*

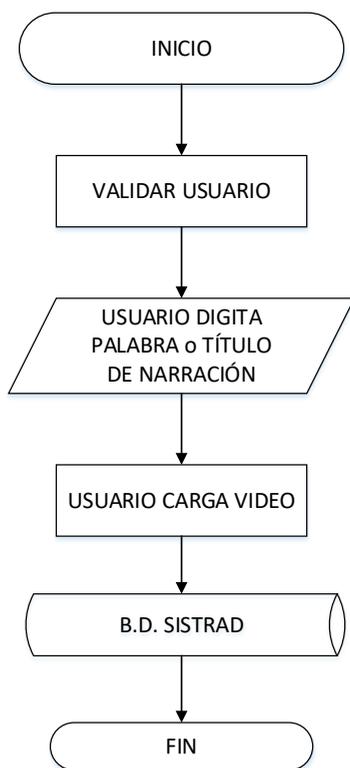


Figura 6 – Diagrama de Flujo del Módulo Mantenimiento

### 2.2.5. Diseño de la Interfaz

Se consideró el diseño de una interfaz amigable, para un usuario no experto, se definió la forma y función sencilla de acuerdo a los posibles usuarios: estudiante y adulto no digital. De igual forma se presenta la imagen de marca de la organización de la que parte la propuesta del sistema.



Figura 7 – Interfaz inicial del sistema SISTRAD

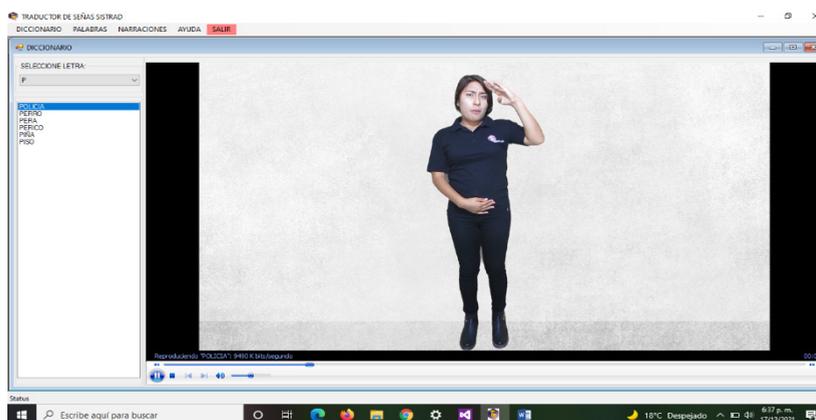


Figura 8 – Interfaz del Módulo Diccionario

### 2.3. Fase III: Validación y Evaluación

El sistema traductor de lenguaje de señas peruano SISTRAD, se ejecutó con la participación de 16 docentes que desarrollan clases con estudiantes oyentes y no oyentes. La investigación se planteó saber si la herramienta permite una interacción entre los usuarios, docentes oyentes y estudiantes con discapacidad auditiva, a su vez se deseaba observar la funcionalidad del aplicativo en el proceso de aprendizaje.

Durante el desarrollo del sistema se formuló una prueba de entrada y otra de salida. La observación y los instrumentos correspondientes entre otros aspectos, buscaron recoger la satisfacción que se tenía con respecto al entorno gráfico, opciones de menú, reconocimiento del tema desarrollado, comprensión de la lengua de señas, participación del estudiante. A su vez se consideró emplear el Cuestionario SEUE, propuesto por Gento y Vivas (2003). El instrumento empleado ha sido utilizado y adaptado por numerosos autores lo que garantizó el resultado en este estudio. Este instrumento permitió calcular la valoración global del nivel de satisfacción de los estudiantes mediante emociones positivas y emociones negativas. El instrumento está formado por 3 ítems y presenta una estructura de una única dimensión. La fiabilidad del instrumento se calculó utilizando el método estadístico de Alfa de Cronbach, utilizando el paquete estadístico SPSS para Windows, obteniéndose un valor de 0,78. Después de las mejoras propuestas y aplicadas, se logró obtener una satisfacción positiva; del mismo modo, bajo la observación de la comunidad sorda se tuvo aprobación de la ejecución de las señas y la cercanía a un contexto real.

Se observa el potencial del sistema en cuanto a la mejora en la comprensión de la mayoría de los textos; participación efectiva del estudiante y reconocimiento del tema enseñado. También se pudo desprender que podría servir como una herramienta de apoyo para el autoaprendizaje de los niños con discapacidad auditiva.

### **3. Resultados**

Como resultado final se tiene a SISTRAD que es una herramienta educativa para enriquecer la competencia léxica de quienes pertenecen a la comunidad de sordos.

En la ejecución final y después de las pruebas se obtuvo una herramienta informática de escritorio, de interfaz amigable que es de utilidad para el proceso enseñanza-aprendizaje en el que se involucran padres, docentes y estudiantes que se encuentran inmersos en la etapa inicial de enseñanza de la LSP, esto de una forma eficiente mediante el reconocimiento de señas en un ambiente natural, pues la imagen que observan en el video es de una persona real.

La facilidad de empleo permite que el docente en la medida que explica sus clases a los estudiantes oyentes pueda proyectar la herramienta con las actividades programadas para la adquisición de léxico en lengua de señas. Además, cabe mencionar que el fácil manejo de la herramienta permite un grado de independencia para el estudiante y al no necesitar estar conectado a internet todo el tiempo, resulta un apoyo a las familias inmersas en dificultades económicas por la pandemia; así como centros educativos que no cuentan con conexión a internet, pero si necesitan apoyo para la enseñanza de la LSP.

Los videos presentan la interpretación en LSP de las palabras o narraciones, así como locuciones que permiten a los estudiantes que reconozcan y relacionen objetos, personas y situaciones con los gestos que acompañan a cada interpretación.

Cabe recalcar que en los videos se incluye la palabra en texto escrito en español, para que los estudiantes reconozcan las entradas léxicas que acompaña a la seña y también lo reconozcan los estudiantes oyentes y docentes.

La herramienta podrá ser retroalimentada con incorporación de palabras o narraciones a la base de datos cuando el usuario crea conveniente, para lo cual deberá poseer conocimientos básicos de informática, como la carga de videos y texto. Las actualizaciones podrán ser descargadas de la página web cuyas instrucciones para tal acción viene especificadas en la herramienta que será alimentada y mejorada por la organización SISTRAD en colaboración de especialistas de la comunidad sorda de Arequipa. El sistema cuenta con un manual de ayuda que explica el funcionamiento del mismo. El sistema funciona en computadoras personales o laptops con sistema operativo Windows 7 o posterior. Se debe tener un espacio mínimo en disco duro de 200 Gb para el correcto funcionamiento de la base de datos y la aplicación, requisitos mínimos y manejables para los usuarios que no cuentan con grandes equipos o conocimientos especializados, con lo cual se llegará al objetivo propuesto que es la inclusión.

### **4. Conclusión**

Se considera que, si se desea hablar de inclusión de las personas con discapacidad auditiva, en el ámbito educativo se debe proponer acciones que permitan desarrollar los conocimientos educativos en igualdad de condiciones que tienen las personas oyentes; por ello en la propuesta se contempló la creación de una herramienta que parta desde una perspectiva no solo informática sino desde el ámbito lingüístico-pedagógico e inclusivo, en la que se consideren las necesidades de los involucrados. Es evidente que esta propuesta es un primer acercamiento para el apoyo necesario en clases, pero se

considera que la misma dará inicio a otras herramientas más cualificadas cada mejores para así lograr la tan ansiada inclusión de la lengua de señas en el Perú.

Los docentes que emplearon la herramienta SISTRAD, mencionaron que la misma presenta una interfaz amigable que permite la cercanía con sus estudiantes con discapacidad auditiva, lo que mejora significativamente su aprendizaje, además que permite la cercanía y conocimiento de esta lengua a los profesores. Con base a las encuestas realizadas, se pudo evidenciar que las propuestas disponibles en el aplicativo cubren un campo relevante del léxico disponible, que una persona requiere para comunicarse; pero sobretodo permite alcanzar autonomía en el proceso de enseñanza aprendizaje de los implicados. Gracias a esta propuesta tecnológica innovadora. Cabe mencionar que el dispositivo tecnológico está enfocado al aprendizaje de los estudiantes sordos, pero su funcionamiento también permite ser utilizado por personas sin esta discapacidad como sus respectivas familias, niños sordos, niños oyentes y docentes que desconocen la lengua de señas, lo que mejorará el proceso de comunicación y de enseñanza aprendizaje.

El rango de edad para su empleo es variable ya que se observó que en educación básica la edad de ingreso de estudiantes con discapacidad auditiva se da en un rango distinto a los estudiantes oyentes, encontrándose juntos a estudiantes de seis y ocho años debido a la dificultad de incorporación en una enseñanza que no contempla del todo sus dificultades.

Los videos atraen la atención de los estudiantes ya que son acompañados de gestos y movimientos naturales lo que genera más cercanía en ellos y acelera la comprensión de la lengua de señas. Si bien la facilidad de la herramienta permite un autoaprendizaje, el acompañamiento de un adulto (docente tutor padre de familia) es necesaria para la secuencia correcta en cuanto a las competencias y capacidades requeridas por currículo.

## Referencias

- Balladares-Burgos, J. (2018). Diseño pedagógico de la educación digital para la formación del profesorado. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 17(1), 60-41. <http://dx.medra.org/10.17398/1695-288X.17.1.41>
- Castilla (2017). Sistema traductor de lenguaje de señas mexicanas. *Revista de Tecnologías de la Información*. 4-13:55-62
- Caselli, N., and Pyers, J. E. (2017). The road to language learning is not entirely iconic: Iconicity, neighborhood density, and frequency facilitate sign of acquisition language. *Psychol. Sci.* 28, 979–987. doi: 10.1177/0956797617700498
- Cisneros Sandoval, L. E. (2018). Calidad de servicio y satisfacción del cliente de Garantía de Salud de la Clínica Good Hope, Lima, 2017. Universidad Peruana Unión, Facultad de Ciencias Empresariales, Lima.
- Gento Palacios, S., & Vivas García, M. (Septiembre de 2003). El SEUE: un instrumento para conocer la satisfacción de los estudiantes universitarios con su educación. *Acción Pedagógica*, XII(2), 16-27.
- Georgantzis, N. C., & Katsamakos, E. G. (2008). Information systems research with system dynamics. *System Dynamics Review*, 24(3), 247-264.

- Hernández Muñoz, N. (2005). La disponibilidad léxica: una herramienta fronteriza para el estudio del léxico en Lingüística y Psicología. En Estudios sobre adquisición del lenguaje. (pp. 942-954): Salamanca. Ediciones Universidad de Salamanca.
- Ministerio de Educación (2020, 10 de octubre) Perfil del Modelo Lingüístico. <http://www.minedu.gob.pe/modelo-linguistico/pdf/modelo-linguistico.pdf>
- Ministerio de Educación. (2017). “Sistema educativo atiende a cinco mil estudiantes con discapacidad auditiva”. Recuperado de: <http://www.minedu.gob.pe/n/noticia.php?id=44025>
- Observatorio Social Población Sorda Colombiana. Instituto Nacional para Sordos - INSOR [www.insor.gov.co/observatorio/HETAH](http://www.insor.gov.co/observatorio/HETAH)
- Ortega G.( 2017) Iconicity and Sign Lexical Acquisition: A Review , Frontiers in Psychology, vol. 8, art
- Ortega, G., Sümer, B., and Özyürek, A. (2017). Type of iconicity matters in the vocabulary development of signing children. Dev. Psychol. 53, 89–99. doi: 10.1037/dev000161
- Ortega G (2017) Iconicity and Sign Lexical Acquisition: A Review. Front. Psychol. 8:1280. doi: 10.3389/fpsyg.2017.01280
- Ronchetti, F., & Lanzarini, L. C. (2019). Reconocimiento de gestos dinámicos y su aplicación a la lengua de señas. investigación joven, 6(Especial), 174-175. Recuperado a partir de <https://revistas.unlp.edu.ar/InvJov/article/view/7097>
- Stokoe W. C. (2005). Sign Language Structure: An Outline of the Visual Communication Systems of American Deaf. Revista de estudios y educación de personas sordas. 10(1),3-37
- Somos (2019). *KINÉSICA*. Recuperado a partir de <https://elcomercio.pe/somos/historias/kinesica-aplicacion-sordos-traduce-lengua-de-senas-android-christian-martinez-peru-noticia/>

# Análisis y detección de objetos en un partido de fútbol

Kevin Maxi<sup>1</sup>, María Caridad Cáceres<sup>1</sup>, Daniel Peralta<sup>1</sup>, Jaime Veintimilla-Reyes<sup>1</sup>

{kevin.maxi; caridad.caceres; daniel.peralta; jaime.veintimilla}@ucuenca.edu.ec

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de Cuenca, 010107, Cuenca, Ecuador.

Pages: 189-199

**Resumen:** Esta aplicación está desarrollada usando OpenCV en Python para el análisis de objetos dentro del video de un partido de fútbol. El proceso consistió en trabajar con elementos como los jugadores, el balón y las líneas de campo para lograr una detección conjunta de todos estos ellos. Se presenta el desarrollo de esta aplicación con una explicación paso a paso de los procesos llevados a cabo, y los resultados que se han obtenido al aplicar técnicas de contorno y color, operaciones morfológicas y junto a ello el uso de modelos de Inteligencia Artificial. Las herramientas que se utilizaron son YOLO, OpenCV y Tensorflow. Finalmente, la aplicación se ejecutó con un video del partido de la FA CUP 2020 de Inglaterra donde jugaron los equipos de Manchester United y Brighton.

**Palabras-clave:** Visión por Computador; Inteligencia Artificial; OpenCV; YOLO.

## *Analysis and detection of objects in a football match*

**Abstract:** This application is developed using OpenCV on Python for the analysis of objects within a video of a football match. The process consisted of working with elements such as the players, the ball and the field lines to achieve a joint detection of all these elements. It presents the development of this application with a step-by-step explanation of the processes carried out, and the results that have been obtained when applying techniques for contour and color, morphological operations and together with it the use of Artificial Intelligence models. The tools that were used are YOLO, OpenCV and Tensorflow. Finally, the application was run with a video of a FA CUP 2020 of England match where Manchester United and Brighton teams played.

**Keywords:** Computer Vision; Artificial Intelligence; OpenCV; YOLO.

## 1. Introducción

La Visión por Computador (VC) o Visión Artificial es una disciplina que forma parte de la inteligencia artificial. Incluye técnicas que son necesarias para que las computadoras puedan interpretar y comprender el mundo real. VC imita el comportamiento humano de tal manera que la información visual se puede analizar y procesar (López Castro,

R., 2016). Esta disciplina tiene diferentes tipos de aplicaciones y se utiliza en diversos campos, como la industria, la medicina, la robótica o el deporte. Dentro de este último y dado que el fútbol se ha convertido en uno de los deportes más populares en todo el mundo, el análisis de los eventos que ocurren en estos juegos ha atraído una gran cantidad de investigaciones durante la última década (Cantero & Martínez, 2016).

VC se ha utilizado para varias aplicaciones, por ejemplo, la verificación de la decisión del árbitro, la puntuación de goles, la identificación automática de objetos importantes y las evaluaciones estadísticas de jugadores y equipos se encuentran entre las más comunes. Sin embargo, este tipo de decisiones aún son tomadas por el ser humano, dejando la posibilidad de cometer errores o considerando el criterio de una única persona. Por ejemplo, cuando se marca posición adelantada es necesaria la interacción humana para determinar dónde trazar las líneas de ubicación de los jugadores.

Por esta razón es necesario proveer una solución eficiente y automatizada que evite la subjetividad en la toma de decisiones, y se ahorre la cantidad de costo que conlleva el personal que labora detrás de estos procesos.

Entre los esfuerzos que se han realizado en este campo se muestra que Cioppa et al. (2020) proponen una función de pérdida que recibe un vídeo como entrada y considera específicamente el contexto temporal de las acciones en el campo en lugar de realizar la detección sobre todo el contenido del vídeo.

Además, Al-Theiabat y Aljarrah (2018) desarrollan un sistema cuya idea principal es analizar el movimiento de los jugadores de tal manera que se pueda determinar si el jugador finge una falta cuando existen situaciones de contacto físico en las jugadas. De manera similar, Rodríguez et al. (2014) desarrollaron una aplicación web para el análisis de movimientos y tácticas de los jugadores utilizando imágenes tomadas directamente de videos y la repetición de movimientos en la aplicación web.

Por otro lado, Liu et al. (2009) presenta un método para realizar la detección automática de múltiples jugadores, etiquetado sin supervisión y seguimiento eficiente en videos de fútbol transmitidos. En esta investigación, la capacidad de aprendizaje permite generalizar bien el método a diferentes videos sin ninguna inicialización manual.

En el trabajo presentado por Sun y Liu (2009) se utilizan operaciones morfológicas para detectar las líneas del campo dentro de una imagen con un amplio rango de visión de un campo de fútbol. Allí, el tipo de líneas que se reconocieron se etiquetan como línea media, línea de fondo y línea de penalización. Además, la posición y el tipo de jugadores se detectaron mediante un método de coincidencia de plantillas junto con un cálculo de la altura del jugador.

Tong et al. (2004) propone un enfoque para la detección y seguimiento del balón en un partido de fútbol en tiempo real. La investigación hace uso de una detección indirecta basada en la eliminación de objetos distintos a la pelota. El balón se distingue con un proceso de general a específico. Este proceso consiste en filtrar el balón por color y forma en el paso general y mediante un examen más detallado de las regiones en el paso específico.

Por lo tanto, la Visión por Computadora es ampliamente utilizada en este campo deportivo. Sin embargo, las investigaciones anteriores solo se centran en analizar

un objeto específico que no proporciona un análisis completo del partido. Por ello, el presente trabajo busca desarrollar una aplicación que sea capaz de analizar varios objetos en el partido, como la posición de los jugadores junto a los equipos a los que pertenecen, las líneas de campo, el balón y el evento de gol. Al mismo tiempo, pretende ser más simple para ser una solución de bajo costo. Además, proporciona un algoritmo no supervisado que etiqueta los elementos en el campo de juego. La aplicación se ejecutó con un video de un partido de la FA CUP 2020 de Inglaterra donde jugaron los equipos de Manchester United y Brighton. Todo esto desarrollado con OpenCV en Python y Tensorflow YOLO, que son herramientas de código abierto.

## **2. Metodología**

El proceso llevado a cabo para la construcción de la aplicación es una versión resumida del contenido presentado por Gonzales y Woods (2008), y se ha dividido en seis etapas con el fin de lograr un mejor conocimiento de las actividades. Estas etapas son: 1) preprocesamiento de imágenes; 2) análisis de jugadores y detección de posición; 3) detección de rostros; 4) detección de líneas de campo; 5) detección y seguimiento de balones; y 6) verificación de goles. Estas fases se detallan en las siguientes secciones.

### **2.1. Preprocesamiento de imágenes**

El objetivo es eliminar el fondo de la cancha, por lo que se utiliza una máscara verde, cuyos valores en el espacio Hue, Saturation, Value (HSV) tienen que estar en rangos específicos según las unidades con las que trabaja OpenCV, y los fotogramas de vídeo transformados a un espacio de color HSV. Con esta técnica, se aplica la máscara a cada imagen del video y se marcan todas las secciones verdes que se encontraron. Luego, se aplica la función `cv2.bitwise_and` para obtener solo los objetos del color especificado en dicha máscara. Se utiliza un umbral de tipo `cv2.THRESH_BINARY_INV` u OTSU para encontrar automáticamente una imagen con solo colores blanco y negro.

Finalmente, se utiliza la función `cv2.morphologyEx` con un kernel `13x13`, aplicando la función de cierre morfológico (OpenCV, 2020).

### **2.2. Preprocesamiento de imágenes**

Los pasos para el análisis de jugadores consisten en la detección de los jugadores, el etiquetado de su equipo, la identificación de los dígitos en las camisetas y el reconocimiento de sus rostros.

Primero, la imagen obtenida en el preprocesamiento permite extraer todos los elementos que no se encuentran en el campo de fútbol. Sobre este resultado, es necesario aplicar la función `cv2.findcontours`, que devuelve la lista completa de todos los contornos encontrados, para la detección de los jugadores. Sin embargo, este resultado aún no es el deseado ya que los jugadores no son los únicos elementos en el campo cuyos contornos se detectaron. Por tanto, es necesario iterar sobre cada contorno encontrado y obtener los que representan a los jugadores. Se construye una caja sobre el contorno y como resultado, se obtienen sus medidas y posición. Finalmente, se recorta la imagen para aislar el contorno obtenido.

En el caso de reconocimiento del equipo al que pertenece el jugador, se utiliza el mismo proceso descrito anteriormente. No obstante, los valores de HSV correspondientes al color de la indumentaria de ambos equipos se suman al inicio de la ejecución.

Una vez obtenida la imagen del jugador, esta imagen se pasa al espacio de color HSV y se generan dos máscaras, una para cada uno de los equipos, que permitirá aislar los colores de los equipos y diferenciarlos. Para este paso se ejecuta un proceso similar al aplicado en el preprocesamiento de la imagen. Luego, sobre la imagen resultante, se ejecuta la función `cv2.countNonZero` para obtener el número de píxeles del color especificado en las máscaras. Una vez realizados estos pasos, se detecta el equipo.

Para cada imagen, se verifica que el número de bits de cualquiera de los colores sea mayor que un límite para asegurar que pertenece a ese color y el jugador es etiquetado con el nombre del equipo.

Posteriormente, para la identificación del número impreso en la camiseta de cada uno de los jugadores, se utiliza una red convolucional pre-entrenada para el reconocimiento de dígitos numéricos. El algoritmo presentado en (Singh Hanzra, 2015) se utiliza como base para el proceso ya que es preciso para el reconocimiento de dígitos en lienzo blanco. Sin embargo, las condiciones son más extremas en este caso, ya que la resolución de la imagen es bastante baja cuando se amplía, y hay muchos más colores en la escena que producen ruido. Este algoritmo inicialmente devuelve la imagen que se pasa como parámetro con las etiquetas de los números, pero se ha modificado ya que solo se requieren los dígitos encontrados para dibujarlos en el marco del jugador en cuestión.

La función `get_output_image`, obtenida de Hanzra (2015), se duplica ya que los números de las camisetas difieren en color y forma. Para cada función, los umbrales de blanco y negro se agregan respectivamente. Como puede haber más de un dígito en la escena, se devuelve un vector con los dígitos encontrados. Otro cambio que se hizo en el algoritmo es el preprocesamiento de la imagen donde se usa la función `cv2.bitwise_not` para obtener el negativo de la imagen. Esto ocurre porque el algoritmo reconoce dígitos negros en lienzos blancos y también determina el ensanchamiento de los contornos encontrados para obtener figuras más sólidas y resaltar el número en la camiseta.

Finalmente, una vez obtenida la lista de dígitos, el dígito se coloca junto a la etiqueta del equipo siempre que se devuelva al menos un dígito en los resultados.

### **2.3. Detección de rostro**

Para la detección de rostros, la tarea se dividió en 4 etapas de la siguiente manera:

- Detección y encuadre de las caras frontales en la escena.
- Extracción de los rostros encontrados.
- Entrenamiento del algoritmo para la fase de reconocimiento.
- Reconocimiento de rostros en escena.

Primero, se utiliza la función `CascadeClassifier` con el parámetro `haarcascade_frontalface_default` que permite obtener las caras que se encuentran frente a una imagen. Esto genera un clasificador que devuelve una matriz con los puntos de las caras. Cabe señalar que la imagen de entrada debe estar en escala de grises. Así, se agrega un nuevo filtro para realizar esta conversión, y se almacena en una variable diferente para

ser utilizado exclusivamente en este proceso. La lista devuelta contiene las posiciones y dimensiones de cada una de las caras encontradas y se dibuja un rectángulo alrededor de ellas. Luego, se recorta la imagen original con las posiciones obtenidas. Cada una de estas imágenes se escribe en el almacenamiento de la computadora para la siguiente etapa. Cuando se obtiene la lista de todos los posibles objetos catalogados como caras, se etiquetan con el programa de etiquetado en un archivo de texto, uno a uno.

Para la parte de reconocimiento se utiliza el algoritmo YOLO, concretamente con la configuración tiny-yolo. Este algoritmo trabaja con clases para cada rostro que se reconoce. Durante el entrenamiento del modelo, se utiliza darknet en Google Collaboratory debido a la complejidad del algoritmo en términos de hardware.

Finalmente, se estableció el límite de confianza para etiquetar las caras. Con la función `cv2.dnn.readNetFromDarknet` se carga y almacena el modelo obtenido. Para cada cara, se obtiene un “blob” de imagen. El “blob” de imagen es una imagen pre procesada para su uso en algoritmos DNN y se ingresa en la red, cuyas salidas se obtienen con la función de avance del modelo. Como resultado, las predicciones se obtienen y se guardan. Se obtienen las puntuaciones, la identificación de clase y la fiabilidad de la mejor detección. Si la fiabilidad es superior al límite establecido, se encuentran y almacenan la posición y las dimensiones del objeto reconocido. Cada objeto se escanea y el marco y su etiqueta respectiva se dibujan en la imagen original.

#### **2.4. Detección de líneas de campo**

Para la detección de líneas se necesita la extracción del color brillante de la imagen, la reducción del ruido de contorno, el marcado de las líneas blancas de la cancha, y la eliminación de las siluetas de los jugadores y cualquier ruido que quede en la imagen.

Inicialmente, es necesario reducir la presencia de ruido remanente después de aplicar el preprocesamiento de la imagen. Para solucionar este problema, se aplica la operación morfológica TopHat White que se puede utilizar para resaltar el brillo de una imagen. Con esta operación se obtienen las líneas de demarcación del campo y se eliminan de la imagen determinadas líneas verticales que se forman debido a la decoración de la cancha.

Además, se extraen otros elementos brillantes, como el balón y la silueta de los jugadores, que se consideran ruido. Para reducir este ruido, se detectó el contorno de los objetos dentro de la imagen y se calculó el perímetro de sus contornos mediante la función `cv2.arcLength`. Usando un valor de filtro, los ruidos se eliminan porque las líneas que están en la imagen tienen un perímetro considerablemente mayor en comparación con los otros contornos detectados. Para aislar estas líneas del resto de la imagen, estas líneas se dibujan en una imagen negra que tiene las mismas proporciones del video de entrada.

El algoritmo `cv2.HoughLinesP` que usa la Transformada probabilística de Hough (PHT, por sus siglas en inglés) para calcular las líneas dentro de una imagen es usado con los contornos aislados. Este procedimiento se realiza configurando el parámetro de la longitud mínima de una línea con un valor bajo. Las líneas detectadas se vuelven a dibujar sobre una imagen de fondo negro. Con este resultado, se vuelve a utilizar el PHT modificando un parámetro que permite la existencia de un espacio entre una línea. En consecuencia, las líneas detectadas se pueden observar completamente. Esto es

diferente del paso anterior, en el que se muestran varias líneas pequeñas en lugar de una sola línea larga.

## 2.5. Detección y seguimiento del balón

Para la detección de la pelota, se requiere la eliminación del fondo de la cancha, el público y las líneas de la cancha. Se tiene en cuenta la circularidad de los objetos para clasificarlos como un balón.

Las operaciones morfológicas MORPH\_OPEN y MORPH\_CLOSE se utilizan en las máscaras de preprocesamiento para mejorar la imagen resultante para disminuir o eliminar el ruido. A partir de este punto, se detectan los contornos de los objetos dentro de la imagen. La función `cv2.boundingRect` debe usarse para encontrar las coordenadas (x, y) y la altura y el ancho de cada contorno. Además, las funciones `cv2.contourArea` y `cv2.arcLength` también se aplican para encontrar el área y el perímetro de cada contorno, respectivamente. El valor del área se utiliza para filtrar el contorno.

A continuación, la circularidad del contorno se calcula mediante la fórmula 1 y un rango especificado para objetos pequeños y grandes en el video.

$$4\pi x (\text{área}/\text{perímetro}^2) \quad (1)$$

Los círculos tienen un valor de circularidad igual a 1, por lo que es necesario dejar un rango de errores en la circularidad porque el balón está en constante movimiento, y por tanto, su circularidad no es perfecta. Luego, se aplica una máscara blanca a una imagen de tamaño dado por (x, y) en el video original. Este resultado se convierte a una escala de grises para calcular el número de ceros contenidos en el esquema actual.

Se utiliza una variable de tiempo para verificar la ocurrencia, en segundos, entre el movimiento del objeto según la posición en cada cuadro. La fórmula para calcular la velocidad es:

$$(x_2 - x_1 / t_2 - t_1)^2 + (y_2 - y_1 / t_2 - t_1)^2 \quad (2)$$

Para continuar con estos cálculos, se pasa el valor de x2 a la variable x1, y el valor de x1 se elimina según el nuevo contorno. Los valores de y se calculan de forma análoga a los de x. Finalmente, se utiliza una función para trazar el movimiento del balón. Esta función requiere, como parámetros, una lista de puntos del centro del balón para graficar una sucesión de círculos rojos, dejándolos en pantalla por un tiempo predeterminado. Se aplica la función `cv2.moments` para calcular el momento de cada contorno, y con este valor es posible encontrar los centros.

## 2.6. Verificación de goles

Para realizar el chequeo de goles, primero se necesita la detección de línea ya que con este proceso se puede identificar la línea de meta. Para ello, se identifica la línea vertical más larga en el lado derecho o izquierdo en función de la dirección en la que corre la

pelota. Cabe mencionar que cuando la vista de la cámara está en el medio del campo, puede ocurrir un error. Se verifica que la pendiente de esta línea esté en un umbral definido de líneas verticales. Los signos del umbral cambian, en este caso a negativo si la línea detectada es la más a la derecha. Y, con la función de detección de línea, se obtienen los dos puntos que forman el segmento de línea detectado para utilizarlos en la fórmula 3.

$$y_2 - y_1 / x_2 - x_1 \quad (3)$$

Una vez detectada la línea de gol, es necesario identificar si el balón ha cruzado esta línea. Las desigualdades relacionadas con la dirección de la pelota se utilizaron para saber de qué lado de la línea iba. Luego, la palabra “GOL” se muestra en la parte superior de la pantalla. Hay un tiempo de espera de dos segundos para eliminar este anuncio y poder verlo sin interrupciones.

### 3. Caso de uso

La aplicación se ejecutó con un video de un partido de la FA CUP 2020 de Inglaterra donde jugaron los equipos de Manchester United y Brighton. Para esta coincidencia, los valores en el paso de preprocesamiento en el espacio HSV se establecieron en los rangos de (30,85,0) y (60,255,255).

Luego, durante la detección de jugadores, se consideró que la altura de la caja de jugadores era mayor o igual a 1,5 veces el ancho, asumiendo que un cuerpo humano es generalmente más alto que ancho. Se consideró que la altura y el ancho del encuadre eran mayores a 15 para eliminar todos los objetos pequeños de la escena, y también eran menores o iguales a 150 para eliminar contornos obtenidos por ruido o postes, por ejemplo. Para cada imagen, se verificó que el número de bits de cualquiera de los colores fuera mayor a 30 para asegurar que pertenece a ese color y el jugador entonces es etiquetado con el nombre del equipo.

En la detección de balones, el kernel se configuró con un tamaño de 6x6 debido a sus mejores resultados, que están en el rango de 16-100 y 300-1100 píxeles. Para analizar la circularidad de los objetos pequeños, el rango estaba entre 0,7 y 1,2 y, para los objetos grandes, entre 0,8 y 1,1. Al considerar el número de ceros se verificó que sea mayor a tres para confirmar su circularidad dadas las instrucciones del apartado 2.5.

### 4. Resultados

Durante el preprocesamiento del video, se lograron los resultados esperados. Esos resultados fueron que se eliminó la cancha y que se pudo trabajar con el resto de los elementos. Sin embargo, fue fundamental probar varios rangos de valores de la máscara para tener una buena adaptación con el color del video.

En la Figura 1 se presentan los resultados de cada paso obtenidos en el preprocesamiento. Se muestra el resultado de la aplicación de la máscara verde, la detección de colores verdes en los marcos de escala de grises y el uso del umbral `cv2.THRESH_BINARY_INV`.

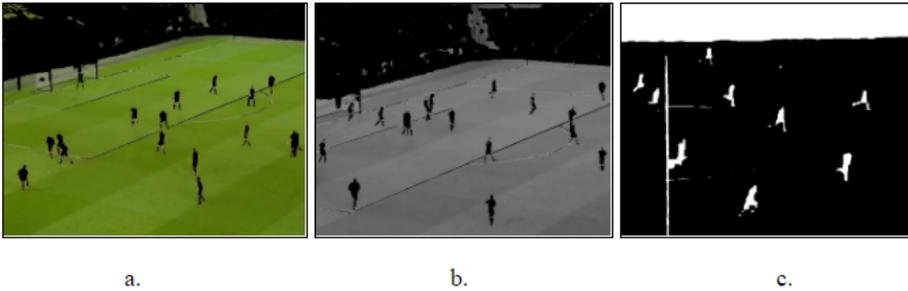


Figura 1 – a. Detección de objetos verdes mediante máscara con un rango de valores entre (30,85,0) y (60,255,255). b. Conversión de los colores verdes detectados a escala de grises. c. Resultado de la aplicación del umbral `cv2.THRESH_BINARY_INV`.

En el proceso de detección del jugador, se puede decir que el reconocimiento es relativamente rápido en comparación con modelos pre-entrenados como los que utiliza YOLO. Sin embargo, esto depende principalmente del hardware, la escena y los objetos que debe reconocer el algoritmo. Después de 30 minutos, el algoritmo YOLO alcanzó 3000 iteraciones con un total de 94 imágenes entre el entrenamiento y la prueba, con un valor de pérdida promedio de aproximadamente 0,08. Estos resultados ocurren teniendo en cuenta que OpenCV se está ejecutando en la CPU y no en la GPU. En este punto, el algoritmo es lo suficientemente preciso, por lo que se detuvo la ejecución. La Figura 2 muestra el reconocimiento de los dígitos en la camiseta.



Figura 2 – Resultado de reconocimiento de número individual: se detecta la camiseta de cada jugador.

Con YOLO, los principales problemas surgen cuando el entrenamiento del modelo se vuelve demasiado lento. En una computadora con un rendimiento moderado, el algoritmo tomó alrededor de 2 o 3 horas para ejecutar solo 100 iteraciones obteniendo valores de “pérdida” demasiado altos. Esto resultó en que no fuera factible utilizarlo para el reconocimiento. Esto se debió a la complejidad que existe para entrenar estos sistemas con sistemas operativos Windows o Linux con una tarjeta gráfica híbrida. Para este caso, se etiquetaron los tres rostros que aparecen con mayor frecuencia en la escena.

El jugador Bruno Fernandes, el jugador Mason Greenwood y el director técnico Ole Gunnar componen la lista de posibles caras. La Figura 3 muestra el resultado de este reconocimiento en una escena, donde aparece la imagen del director técnico Ole Gunnara al frente.

En cuanto al proceso de detección de líneas, se pudo obtener resultados precisos cuando se ve la cancha desde arriba, pero en caso de que la vista de la cámara se acerque al momento de un gol y el ángulo de la cámara sea paralelo a la línea de meta, las líneas no se detectan adecuadamente. Este paso se puede visualizar en la Figura 4.



Figura 3 – Reconocimiento facial. Ole Gunnar es reconocido y etiquetado correctamente cuando se acerca a su cara.



Figura 4 – Muestra el dibujo de la detección de las líneas de demarcación del campo, la posición de la pelota con el seguimiento y la velocidad. También etiqueta los equipos de cada jugador y muestra el resultado de la verificación del evento de gol.

Finalmente, se pudo identificar el balón y etiquetarlo, sin embargo, en los primeros intentos, había mucho ruido debido a que se cortaban las líneas de la cancha detectadas o las zapatillas de los jugadores se confunden con el balón. Por esta razón, una gran cantidad de objetos fueron detectados erróneamente como balones. Por eso se decidió utilizar la transformación morfológica en la máscara antes de aplicarla al video; con un kernel de tamaño 6x6, se obtuvo una imagen más limpia. Además, se consiguió una detección de balón que es única y ya no tiene ruido de otros objetos la cual se presenta también en la Figura 4. Así mismo, se puede ver la velocidad marcada y el centro rojo con su pequeño trazo que muestra la funcionalidad correcta de la función implementada.

## 4. Conclusiones

Como conclusión, ha sido posible desarrollar una aplicación efectiva capaz de realizar análisis de jugadores, detección de rostros, detección de líneas de campo, detección de pelota y verificación de eventos de gol. Los métodos de Visión por Computador que se han utilizado se basan principalmente en la detección de colores, operaciones morfológicas, detección de contornos y junto a eso, se han utilizado modelos de Inteligencia Artificial.

Es importante mencionar que el algoritmo pierde eficiencia al utilizar una Red Neural Convolutiva (CNN) que reconoce los dígitos ya que el algoritmo se ejecuta varias veces en el mismo cuadro de video. En el caso del reconocimiento facial, se intentó realizar la tarea usando TensorFlow, pero no se pudieron obtener resultados, dada la gran cantidad de módulos obsoletos entre versiones. Por tanto, se utilizaron redes neuronales profundas. Primero, se hizo un intento usando Faster Regions con Convolutional Neural Network (Faster R-CNN). Lamentablemente, los resultados obtenidos fueron demasiado lentos para mantenerlos en el algoritmo y dada la complejidad que añadían el resto de funcionalidades, no se utilizaron. Por lo tanto, los resultados presentados aquí fueron adquiridos con todos los métodos implementados en OpenCV, TensorFlow CNN y YOLO.

Con base en los resultados, se ha observado que el método propuesto para la detección de líneas de campo es efectivo cuando se produce una vista amplia de la cancha. Además, el procedimiento de aplicar dos veces PHT con diferentes parámetros ayuda a una detección más eficaz en este sencillo método. Sin embargo, este paso aumenta el costo computacional.

Además, considerar la circularidad de los contornos y la verificación de color como medida para la identificación de la pelota proporciona una mayor precisión en este reconocimiento. El uso de un mayor número de filtros y condiciones asegura que se identifique el objeto correcto. Sin embargo, es necesario utilizar filtros en la etapa de preprocesamiento para tener una imagen limpia desde el principio. Aun así, las fallas pueden ocurrir cuando el balón es cubierto por los jugadores o si es demasiado pequeño. Todo esto se logra manteniendo modelos más simples por sus bajos costos de computación, utilizando software de código abierto y permitiendo un despliegue más rápido.

En comparación con los trabajos revisados en la literatura, la implementación de un algoritmo que detecta automáticamente la máscara para aislar los números en las camisetas de los jugadores también sería una mejora para este trabajo.

Los parámetros de los filtros basados en colores para el preprocesamiento y el reconocimiento del equipo se colocan manualmente dentro del procedimiento descrito. Finalmente, para futuras investigaciones se propone realizar un método que obtenga automáticamente los límites superior e inferior de las máscaras aplicadas basándose en el espacio de color HSV o en otro espacio de color.

## Agradecimientos

Esta investigación ha sido llevada bajo el auspicio de la oficina del Vicerrectorado de Investigación de la Universidad de Cuenca.

## Referencias

- Al-Theiabat, H., & Aljarrah, I. (2018). A computer vision system to detect diving cases in soccer. *4th International Conference on Advanced Technologies for Signal and Image Processing (ATSIP)*, pp. 1-6, doi: 10.1109/ATSIP.2018.8364457.
- Cantero, A. & Martínez, E. (2016). Visión por computadora: identificación, clasificación y seguimiento de objetos. *FPUNE Scientific*, (10).
- Cioppa, A., Deliege, A., Giancola, S., Ghanem, B., Van Droogenbroeck, M., Gade, R., Moeslund, T. (2020). A Context-Aware Loss Function for Action Spotting in Soccer Videos. *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, pp. 13126-13136
- Gonzalez, R., & Woods, R. (2008). Digital Image Processing (3th Ed.). *Pearson Prentice Hall*.
- López Castro, R. (2016). Uso de técnicas de visión por computador para el seguimiento de individuos en eventos deportivos. <https://forxa.mancomun.org/docman/view.php/426/470/Amtegamemoria.pdf>
- Liu, J., Tong, X., Li, W., Wang, T., Zhang, Y., & Wang, H. (2009). Automatic player detection, labeling and tracking in broadcast soccer video. *Pattern Recognition Letters*, 30(2). 103–113
- OpenCV. (2020). Image thresholding. <https://docs.opencv.org/master/d7/d4d/tutorialpythrethresholding.html>.
- Rodrigues, J., Cardoso, P. J. S., Vilas, T., Silva, B., Rodrigues, P., Belguinha, A., & Gomes, C. (2014). A computer vision based web application for tracking soccer players. Universal Access in Human-Computer Interaction. *Design and Development Methods for Universal Access Lecture Notes in Computer Science*, 450–462
- Singh Hanzra, B. (2015). Digit Recognition using OpenCV, sklearn and Python. <http://hanzratech.in/2015/02/24/handwritten-digit-recognition-using-opencv-sklearn-and-python.html>.
- Sun, L. & Liu, G. (2009). Field lines and players detection and recognition in soccer video. *IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing*
- Tong, X. F., Lu, H.Q., & Liu, Q.S. (2004). An effective and fast soccer ball detection and tracking method. *Proceedings of the 17th International Conference on Pattern Recognition*, 2004. ICPR 2004

# Enfoque de deep learning y machine learning aplicado a la clasificación automática de opiniones en Twitter en la pandemia de la Covid-19 en Panamá

Denis Cedeno-Moreno<sup>1</sup>, Miguel Vargas-Lombardo<sup>1</sup>, Nila Navarro<sup>2</sup>

denis.cedeno@utp.ac.pa; miguel.vargas@utp.ac.pa; nila.navarro@ utp.ac.pa

<sup>1</sup> Grupo de Investigación en Salud Electrónica y Supercomputación, Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá.

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales, Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá.

**Pages: 200-211**

**Resumen:** Twitter es una red social y un canal de información importante en donde se puede obtener y procesar opiniones (tweets) en tiempo real que se puede explorar, analizar y organizar para tomar mejores decisiones. La minería de opiniones es una tarea del procesamiento de lenguaje natural que identifica las opiniones de los usuarios como positivas, negativas o neutrales. La COVID-19 es una enfermedad infecciosa causada por el coronavirus que apareció en diciembre de 2019 en China y provocó de inmediato un gran número de opiniones. Para permitir que las organizaciones de salud panameñas detecten oportunidades para mejorar la calidad de atención médica proponemos para clasificar los tweets el análisis de dos enfoques: deep learning y machine learning para apreciar cual es más preciso. Obtuvimos resultados alentadores con una precisión promedio del 95,6%.

**Palabras-clave:** Red social; Twitter; PLN; Deep learning; machine learning.

## ***Deep learning and machine learning approach applied to the automatic classification of opinions on Twitter in the Covid-19 pandemic in Panama***

**Abstract:** Twitter is an important social network and information channel where opinions (tweets) can be obtained and processed in real time that can be explored, analyzed and organized to make better decisions. Opinion mining is a natural language processing task that identifies user opinions as positive, negative, or neutral. COVID-19 is an infectious disease caused by the coronavirus that appeared in December 2019 in China and immediately provoked a large number of opinions. To allow Panamanian health organizations to detect opportunities to improve the quality of medical care, we propose to classify the tweets the analysis of two approaches: deep learning and machine learning for to appreciate which is more precise. We obtained encouraging results with a precision of 95.6%.

**Keywords:** Social media; Twitter; NLP; deep learning; machine learning.

## 1. Introducción

Las redes sociales tienen una inmensa popularidad entre todos los usuarios. El acelerado y rápido crecimiento del contenido generado por los usuarios por ejemplo de Twitter, Facebook o Instagram es valioso y en gran medida este contenido está cargado de opiniones de diversas índoles que logran generar un sentimiento en las personas (Pires et al., 2020). Esta tendencia, combinada con la rápida difusión del contenido en línea, ha convertido las opiniones online de los usuarios en un activo muy valioso. La investigación del análisis de opiniones inició a principios del año 2000 (Haddi et al., 2013). Grandes y pequeñas compañías como: Microsoft, Google, Hewlett-Packard y Adobe tienen sus propuestas para el análisis de opiniones sobre sus productos y servicios, en nuestro país ya podemos ver esta tendencia en establecimientos comerciales.

El análisis o minería de opiniones es una tarea de procesamiento del lenguaje natural (PLN) y la lingüística computacional que se encargan del tratamiento de opiniones, sentimientos y expresiones subjetivas (Pang & Lee, 2008). Lo que busca es conocer cuál es la polaridad de una opinión muchas veces categorizando dicha polaridad en positiva, negativa o neutral (Araque et al., 2015). El estudio de las opiniones en español está despertando el interés en los investigadores y desde hace años se hacen trabajos amparados tanto en aspecto semántico, así como con machine learning (ML) y el deep learning (DL). Conocer y recolectar la opinión pública está ganando impulso, particularmente en términos de toma de decisiones financieras, campañas de marketing, gustos de los clientes, preferencias de productos, movimientos políticos y estrategias de gobiernos para sus ciudadanos.

La inteligencia artificial (IA), en especial ML y DL nos permite crear modelos que pueden convertirse en referentes de a informática en la actualidad (Emanet et al., 2014). Uno de los grandes retos de la investigación panameña se centra en realizar modelos predictivos útiles que ayuden a las autoridades de salud en la toma de decisiones (Moreno & Lombardo, 2018). Poder medir o evaluar las opiniones de los panameños sobre una determinada enfermedad puede lograr que los encargados de la salud en Panamá preparen estrategias en beneficio de la población y realicen proyecciones futuras en caso de que esta enfermedad se prolongue.

Según la organización mundial de la salud (OMS) la COVID-19 es la enfermedad infecciosa causada por el coronavirus que se ha descubierto más recientemente, tanto el nuevo virus como la enfermedad eran desconocidos antes de que estallara el brote en Wuhan (China) en diciembre de 2019. En Panamá, el Ministerio de Salud (MINSa) comunicó el 9 de marzo 2020 que efectivamente una vez realizadas todas las pruebas en el Instituto Conmemorativo Gorgas se daba el primer caso de COVID-19 en nuestro país (Velavan & Meyer, 2020).

Desde ese momento las redes sociales explotan de opiniones y mensajes sobre la COVID-19 y la red social Twitter es una de las más completas con datos e información relevante, logrando un incremento en sus usuarios. En nuestro país las opiniones en los diferentes generadores de contenido no se hicieron esperar, plataformas como Twitter, Facebook o Instagram ofrecieron sus portales para que el mundo esparciera sus ideas y comentarios. Es importante medir la respuesta pública a la pandemia de la COVID-19 y la red Twitter es una fuente de datos más importante para los estudios de infodemiología

que involucran el monitoreo de la respuesta pública (Roy & Ojha, 2020). Realizar esta investigación nos ha dado conocimiento a través de los enfoques presentados y es posible tomar acciones por ejemplo para garantizar una mejor atención a los pacientes, monitorear la salud pública o mejorar el control de epidemias.

El objetivo de nuestro estudio es examinar las opiniones, discusiones, preocupaciones y sentimientos relacionados con la COVID-19 utilizando tweets y clasificarlos automáticamente a través de enfoques de ML y DL para detectar cual es el más preciso y permitir de esta forma que las organizaciones de salud panameñas detecten oportunidades para mejorar la calidad de atención médica.

El resto del documento se compone de las siguientes secciones: 2 marco teórico, 3 metodología, 4 resultados y 5 conclusiones.

## 2. Marco Teórico

Existe un gran interés en saber la opinión de las personas, en especial Twitter. Para los gobiernos, empresas y organizaciones esta opinión es de gran ayuda para establecer estrategias de mejoras en los servicios, productos y prestaciones. En la literatura, los autores han propuesto varios enfoques para el análisis de opiniones. Estos trabajos han utilizado dos principales técnicas, **orientación semántica** y **aprendizaje automático**. Con respecto a la primera técnica los trabajos utilizan diccionarios léxicos, es decir buscan cada palabra en el diccionario y asignan un valor que puede ser positivo, negativo o neutro. SentiWordNet (B. & M., 2016) y ML-Senticon (Priego Sánchez & Pinto, 2018) son algunos de los diccionarios más utilizados por los investigadores. Con este enfoque se han obtenido buenos resultados, la desventaja de este enfoque radica en el sentido diferente que puede tener una misma palabra ya sea positiva o negativa. Se han hecho propuestas como léxicos dependientes del dominio.

Con respecto al enfoque de aprendizaje automático, los autores utilizan algoritmos de clasificación como máquina de soporte vectorial (SVM) (Zainuddin & Selamat, 2014), Redes Bayesianas (Almarabeh, 2017) y árboles de decisión (Tanuja et al., 2011), entre otros. Para esta técnica, se necesitan dos conjuntos de datos, un conjunto de entrenamiento y un conjunto de evaluación. El conjunto de entrenamiento se utiliza para que el algoritmo aprenda de características del dominio. Mientras tanto, el conjunto de evaluación es utilizado para validar el modelo construido a partir del conjunto de entrenamiento. El rendimiento de la técnica de aprendizaje automático depende de la efectividad del método seleccionado para la extracción de características. Entre los métodos más utilizados se encuentran la bolsa de palabras (Korhonen et al., 2009), frecuencia de término y la frecuencia inversa del documento (TF IDF) (Erra et al., 2015),  $n$ -grams (Inniss et al., 2006) entre otros. Sin embargo, los trabajos más recientes para el análisis de opiniones se basan en técnicas de aprendizaje profundo.

Sin embargo en (Hu et al., 2015) se propone un marco de trabajo basado en redes neuronales para el análisis de sentimientos. Este marco se compone de dos fases principales. En primer lugar, los vectores de características se obtienen a través del conocimiento lingüístico y de dominio. En segundo lugar, se diseña una red neuronal profunda. Obteniendo buenos resultados. En su estudio (Islam & Zhang, 2016) proponen un marco de trabajo usando una red neuronal convolucional (CNN) para el análisis de

sentimiento visual que busca predecir el sentimiento del contenido visual. La red se implementó usando Caffe y Python en una máquina Linux. Los resultados mostrados en el sistema propuesto logran alto rendimiento. En (Dos Santos & Gatti, 2014) proponen un enfoque para el análisis de sentimientos de textos breves. El enfoque se basa en una CNN (Yin et al., 2017), que se aplica en dos corpus: reseñas de películas y mensajes de Twitter. Los autores (Araque et al., 2017) definieron un enfoque basado en DL para la clasificación de sentimientos, utilizaron un modelo de inserción de palabras y un algoritmo de aprendizaje automático. Para evaluar el desempeño del enfoque propuesto, los autores utilizaron seis corpus disponibles públicamente en Twitter y reseñas de películas.

Finalmente (Ouyang et al., 2015), han representado un marco de trabajo de siete capas para analizar los sentimientos de las oraciones. Este marco de trabajo depende de una CNN y Word2vec para calcular la representación vectorial. El marco se verificó con un corpus de extractos de reseñas de películas.

Nuestro estudio propone la utilización de un corpus en español extraído de Twitter para la minería de opiniones donde se compara el enfoque ML y DL orientado al dominio de la salud y saber cuál es el más efectivo. Específicamente tweets sobre la COVID-19 en una región de la república de Panamá desde los primeros casos, para así conocer las opiniones, discusiones, preocupaciones y sentimientos de las personas sobre la enfermedad.

### 3. Metodología

La metodología aplicada en este estudio es mixta, en el aspecto cuantitativo, se hizo una extracción de opiniones desde la plataforma Twitter, teniendo un total de 50,000 publicaciones acerca de la pandemia de la COVID-19. Luego se realizaron dos fases, una para medir la efectividad de los algoritmos de ML y otra para medir la efectividad del DL de esta manera poder determinar cuál de los dos enfoques es el más preciso y que aportes le puede dar dicho estudio a las organizaciones de salud panameñas.

#### 3.1. Aproximación a la polaridad del sentimiento

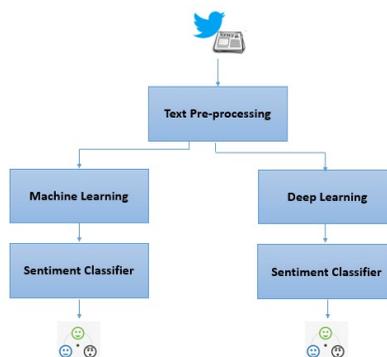


Figura 1 – Arquitectura propuesta del clasificador

El método de detección de la polaridad se divide en tres pasos principales: (1) preprocesamiento del texto, (2) entrenamiento del algoritmo de aprendizaje automático/entrenamiento de la red neuronal (3) detección de la polaridad del texto. La figura 1 muestra el diagrama de nuestro enfoque de detección.

El primer paso involucra preprocesar el texto del conjunto de datos o corpus para limpiarlo y corregirlo. Todos aquellos elementos sobrantes son eliminados para reducir el ruido en el conjunto de datos. Aquí se hacen tareas para cada tweet como: eliminar respuestas a los tweets de otros usuarios que se representan mediante cadenas empezando con @; eliminar las URL, es decir, las cadenas que comienzan con http://; eliminar el carácter “#” de todos los hashtags porque, a menudo, solo el resto de la cadena forma una palabra legible que contribuye a una mejor comprensión del tweet. El segundo paso consiste en entrenar los algoritmos de clasificación de ML y DL. El tercer paso es detectar la polaridad y validar la precisión de los modelos.

### 3.2. Caso de estudio

Para el presente estudio llevamos a cabo una serie de experimentos con el fin de medir la efectividad de los métodos (ML y DL) en lo que respecta a la identificación de polaridad de características. A continuación, se proporciona una descripción detallada de estos experimentos.

#### 3.2.1. Conjunto de datos

Los experimentos realizados en este trabajo implicaron el uso de un conjunto de tweets en español de la población panameña sobre la enfermedad de COVID-19. El corpus contiene 50,000 tweets, que fueron recopilados utilizando Twitter4J, una biblioteca de Java que facilita el uso de Twitter API (Bracha, 2004). Los tweets del conjunto de datos fueron etiquetados manualmente, para así poder evaluar nuestro modelo propuesto. Esta tarea implica leer cada tweet e identificar su polaridad. La figura 2 muestra un extracto del conjunto de datos utilizados.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	sentiment	rate	prediction	sentiment	sentence											
2	52.36510129	1	Positive	colaboradores y usuarios de la policlinica de aguadulce recibieron docencia sobre el coronavirusocole												
3	81.32321741	1	Positive	charlas de lavado de manos y los cuidados que debemos tener para la prevencion de virus y bacterias al igual que del coronavirus estan siendo dictados en las salas de espera de la polici												
4	130.40215048	1	Positive	en el programa comentarios y propuestas de radio poderosa subdirectora de la pol de aguadulce y medicos internos divulgan medidas preventivas como lavado de manos e higiene diari												
5	50.67728341	1	Positive	la policlinica de aguadulce a traves de sus colaboradores de atencion al asegurado dicto charlas del lavado de manos y coronavirus beneficiando a unas personas mientras se distribuyerc												
6	114.81344456	1	Positive	colaboradores de atencion al asegurado de la policlinica de aguadulce entregaron hoy unas volantes sobre prevencion de enfermedades respiratorias y coronavirus y de lavado de mano												
7	16.49885004	1	Positive	sinoloviste minatltlan acaycan coacta villaallende aguadulce macao reabre casinos cerrados por el coronavirus												
8	181.95946115	1	Positive	durante un mes se han ofrecido capsulas de coronavirus lavado de manos proceso de atencion en laboratorio y prevencion de enfermedades respiratorias por personal de atencion al as												
9	53.17166896	1	Positive	aguadulcedirectores y maestros de nivel primaria activaron los primeros esquemas de prevencion tras confirmarse una persona enferma de coronavirus en chiapas y tres casos sospecho												
10	18.94828555	1	Positive	hay un caso de coronavirus en aguadulce lunes												
11	191.351765	1	Positive	nuestro personal se capacita junto a paramedicos de otras instituciones sobre el uso de equipos y descontaminacion de ambulancias en caso de atender pacientes de coronavirus desam												
12	74.99342594	1	Positive	mediccapma hago un llamado ante la informacion de medidas de prevencion por coronavirus a que como ente regente de los colegios se recomiende a la directora del colegio rodolfo ch												
13	26.848871	1	Positive	un muerto y heridos tras choque de trenes en metro granja de pueros amenaza agua dulce de yucatan miedo al coronavirus desata migracion de italianos laportada en												
14	78.06871159	1	Positive	aca en uruguay estado de alarma por el coronavirus pero en estado zombie ante el los afluentes de agua dulce del pais contaminados con el glifosato ya la humanidad esta para el golpe!												
15	65.23709124	1	Positive	alcaldia de aguadulce establece toque de queda por el nuevo coronavirus												
16	33.95028287	1	Positive	ayuntamiento de agua dulce anuncia suspension actividades de civicas culturales deportivas y sociales ante contingencia por coronavirusaguadulce coronavirusmx												
17	50.27056313	1	Positive	el palacio de congresos y exposiciones de aguadulce queda a disposicion de las administraciones en la lucha contra el coronavirus												
18	66.3696746	1	Positive	alcalde de aguadulce ordena cierre de parques y areas deportivas del distrito por coronavirus												
19	23.36500534	1	Positive	coronavirus en peru naturaleza despierta en agua dulce por cuarentena la tierra sin humanosa dias de la desaparicion de los humanos las playas de lima como agua dulce son tomadas nu												
20	14.2797194	1	Positive	coronavirus en peru naturaleza despierta en agua dulce por cuarentena via youtube												
21	16.9683747	1	Positive	la ciudad de lima de sus alrededores al aislamiento por coronavirus via youtube y una de sus												

Figura 2 – Extracto de los datos utilizados

#### 3.2.2. Clasificación con ML

Para probar el modelo con el enfoque ML utilizamos los algoritmos de máquina de soporte vectorial (SVM) (Khairnar & Kinikar, 2013), las redes bayesianas (Nakra et al.,

2019), los árboles de decisión (Yang et al., 2020) entre ellos el Random Forest (RF) que son los algoritmos de aprendizaje supervisado más utilizados para la tarea clasificación de opiniones.

El clasificador Naive Bayes (NB) es uno de los más representativos de las redes bayesianas usa el teorema de Bayes. En términos simples, un clasificador Bayesiano asume que la presencia de una característica particular en una clase no está relacionada con la presencia de cualquier otra característica. SVM es un algoritmo de aprendizaje automático supervisado que se puede utilizar tanto para tareas de clasificación como de regresión. SVM realiza la clasificación al encontrar el hiper plano que diferencia las clases que trazamos en el espacio n-dimensional (Mun et al., 2017). Los RF (Nguyen et al., 2013) son algoritmos que mezclan una combinación de árboles predictores tal que cada árbol depende de los valores de un vector aleatorio probado independientemente y con la misma distribución para cada uno de estos.

Se ha decidido trabajar con la herramienta de programación Python (Ren, 2021) que ofrece muchos beneficios para los que desean integrarse en el contexto de IA, pues posee una enorme cantidad de librerías que facilitan las tareas, entre ellas tenemos: Sklearn, NumPy y Pandas (Varoquaux et al., 2015). Hemos recurrido a un vector de características para realizar la tarea de clasificación, usamos la técnica de vectorización o bolsa de palabras. En este paso se convertimos el texto en una matriz en la que cada palabra es una columna cuyo valor es el número de veces que dicha palabra aparece en el texto. Antes de entrenar el modelo tenemos que dividir el conjunto de datos en conjunto de datos utilizado en entrenamiento y prueba, esta tarea la realizamos utilizando el módulo de Sklearn `train_test_split`. Entrenamos el algoritmo de clasificación a través de los vectores de características. Aplicamos los algoritmos NB, SVM y también RF.

### **3.2.3. Clasificación con DL**

DL fue propuesto por primera vez por Hinton en 2006 (Widiastuti, 2018) es parte del ML y se refiere a la utilización de una red neuronal profunda (DNN). La red neuronal artificial (ANN) son modelos de aprendizaje inspirados en las funciones de las redes neuronales biológicas del cerebro humano y dependen de una gran cantidad de entradas (características o representación de datos), poseen capas ocultas entre las capas de entrada y salida. Por lo tanto, a partir de una entrada determinada, pueden aprender características (capas ocultas) y dar una clasificación. Estos enfoques han tenido mucho éxito en PLN para etiquetado, fragmentación, reconocimiento de entidades con nombre y etiquetado de roles semánticos (Collobert et al., 2011). DL incluye muchos tipos de redes como CNN (Redes neuronales convolucionales), RNN (Redes neuronales recurrentes Redes), DBN (Deep Belief Networks) y muchos más.

ANN son muy beneficiosas en generación de texto, representación de vectores, representación de palabras estimación, clasificación de oraciones, modelado de oraciones y presentación de características, es un área emergente del aprendizaje automático que ofrece métodos para aprender la representación de características de forma supervisada dentro de una jerarquía. Por lo tanto, las capas altas en la jerarquía tendrán una representación más abstracta que las capas inferiores. Las capas altas evolucionan durante el entrenamiento para explotar funciones complejas de composición no lineal de las capas (Rojas-Barahona, 2016).

En nuestro estudio usamos la librería sentiment-spanish de Python con Keras que utiliza CNN para predecir el sentimiento de las oraciones en español. Keras, nos permitió definir un modelo de entrada múltiple, definimos este modelo con tres canales de entrada para procesar n-grams de texto de tweets. De los tres canales se obtiene una salida que se concatenan en un vector, lo que nos va a permitir obtener los resultados y la precisión del modelo.

Nuestra red neuronal está compuesta por pequeñas unidades de procesamiento o neuronas, que se conectan entre sí por conexiones ponderadas. Así, una neurona se activa cuando recibe una señal, luego, extiende la activación a todas las neuronas conectadas a ella. Este método tiene la característica de que debemos asignar variables para que almacene el tweet para luego analizar el sentimiento, teniendo en cuenta: al acercarse a cero se considera una frase neutra, al ser menos que cero una frase negativa y si es mayor a cero una frase positiva. En la figura 3 podemos ver un extracto al analizar la frase contenida en una variable el sentimiento se acerca a cero por lo que la está clasificando como neutra.

```
[ ] from classifier import SentimentClassifier

[ ] clf= SentimentClassifier()
X = "colaboradores y usuarios de la policlínica de aguadulce recibieron docencia sobre el coronavirus"
Y = "hay un caso de coronavirus en aguadulce"
Z = "refuerzan seguridad en aguadulce ante amenaza por saqueos"
F = "aun no se declara ni pandemia ni epidemia"
J = "pandemia de ignorancia es lo que hay en Panamá"
K = "llego el coronavirus a panama , la pandemia de la estupidez"
Sentimiento = clf.predict(Z)
print (Sentimiento)

0.05418568281775336
```

Figura 3 – Análisis de una frase tratada por el clasificador.

En la librería Sciklearn de Python podemos encontrar métodos para realizar las métricas y poder evaluar los modelos así que para nuestro estudio hemos usado la herramienta accuracy\_score, para calcular la precisión del clasificador entrenado. A continuación, les mostramos los resultados encontrados.

#### 4. Resultados

En general los resultados encontrados son prometedores y confirman la eficacia de nuestro método para identificar la polaridad de sentimientos dentro de los tweets referentes a la enfermedad de COVID-19 en la población panameña. Como podemos observar la tabla 1 se muestran los resultados de la precisión de los clasificadores.

Clasificador	Precisión
Random Forest	0.9750
SVM	0.9557
Naive Bayes	0.9325
Red Neuronal	0.9630

Tabla 1 – Resultados de la precisión de los clasificadores.

La figura 4 muestra una representación gráfica de los resultados de la evaluación.



Figura 4 – Resultados generales.

Después de realizar los experimentos sobre el conjunto de datos en donde aplicamos distintos algoritmos de aprendizaje automático (ML y DL) para la tarea de clasificación de mensajes el rendimiento global obtenido es positivo, ya que cada algoritmo mostró métricas superiores al 93% en exactitud. Aplicamos distintos enfoques para clasificación automática de ML y DL, en conjunto los dos enfoques obtuvieron buenos resultados sin embargo para nuestro experimento nos resultó mejor el clasificador Random Forest, lo que marca un precedente para otros trabajos similares.

La precisión es un tema importante en el análisis de sentimientos. La precisión aún puede mejorarse, consideramos haciendo una selección más cuidadosa del conjunto de datos y el etiquetado de polaridad, puesto que en el corpus utilizado muy bien se ven textos valorados como positivos y que pudiesen ser lo contrario, mucho de esto por la manera de expresarse en distintos sitios del país. En cuanto a la red neuronal puede mejorarse si tenemos más capas. Por lo tanto, este tipo de desafíos se pueden resolver utilizando enfoques innovadores.

Las contribuciones de este artículo son varias: Primero, desarrollamos un modelo para el análisis de sentimientos basado en dos enfoques ML y DL utilizando varios clasificadores supervisados como: SVM, RF, NB y una red neuronal tipo CNN. En segundo lugar, llevamos a cabo varios experimentos para comparar el rendimiento de estos modelos. Para ello, utilizamos un conjunto de datos públicos que fueron extraídos de la red social Twitter. Tercero, este clasificador sirve como base para comparar trabajos futuros en el país.

## 5. Conclusiones

Sabemos que en la actualidad existen varias herramientas capaces de realizar procesamiento de texto en forma de análisis de sentimiento. Sin embargo, nuestro objetivo fue detallar dos métodos precisos de la utilización de esta técnica y poder demostrar cuál de las dos es más efectiva a manera de que puedan ser consideradas en sistemas expertos que buscan saber la opinión de las personas de una manera fácil, rápida y precisa. En este caso se observó que la población panameña tiene una opinión negativa en cuanto a la pandemia de la COVID-19, motivo por el cual las autoridades de

salud deberían establecer más mecanismos de información de la enfermedad para tener informada a la ciudadanía sobre los aspectos más relevantes de esta enfermedad.

Como trabajo futuro consideramos ampliar el rango de tweets por ejemplo efectuar un análisis completo de la región centroamericana y aplicar otros algoritmos de clasificación para medir su rendimiento y eficiencia.

## Agradecimientos

Agradecimientos a la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT, Panamá). Como también al Sistema Nacional de Investigación SNI-SENACYT del cual, dos de los autores son miembros. Asimismo, al Centro Regional de Panamá Oeste de la Universidad Tecnológica de Panamá (CRPO-UTP).

## Contribución de los Autores

Conceptualización, DCM, MV.; Metodología, DCM, MV, NN; análisis formal, DCM, NN; investigación, DCM, MV, NN; escritura—original DCM, MV; escritura—revisión y edición, DCM, MV; autor de correspondencia, MV.

## Referencias

- Almarabeh, H. (2017). Analysis of Students' Performance by Using Different Data Mining Classifiers. *International Journal of Modern Education and Computer Science*, 9(8), 9–15. <https://doi.org/10.5815/ijmecs.2017.08.02>
- Araque, O., Corcuera-Platas, I., Sánchez-Rada, J. F., & Iglesias, C. A. (2017). Enhancing deep learning sentiment analysis with ensemble techniques in social applications. *Expert Systems with Applications*, 77, 236–246. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.02.002>
- Araque, O., Corcuera, I., Román, C., Iglesias, C. A., & Sánchez-Rada, J. F. (2015). Aspect based Sentiment Analysis of Spanish Tweets. *Tass 2015*, 29–34.
- B., V., & M., B. (2016). Analysis of Various Sentiment Classification Techniques. *International Journal of Computer Applications*, 140(3), 22–27. <https://doi.org/10.5120/ijca2016909259>
- Bracha, G. (2004). Generics in the Java programming language. *Tutorial, Sun Microsystems, Mar, atjava, suncom/j2se/15/pdf/generics--tutorial.pdf*. <http://www.cmi.ac.in/~madhavan/courses/pl2005/reference/generics-tutorial.pdf%5Cnhttp://www.cmi.ac.in/%7B~%7Dmadhavan/courses/pl2005/reference/generics-tutorial.pdf>
- Collobert, R., Weston, J., Bottou, L., Karlen, M., Kavukcuoglu, K., & Kuksa, P. (2011). Natural language processing (almost) from scratch. *Journal of Machine Learning Research*, 12, 2493–2537.

- Deng, S., Sinha, A. P., & Zhao, H. (2017). Adapting sentiment lexicons to domain-specific social media texts. *Decision Support Systems*, 94, 65–76. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2016.11.001>
- Dos Santos, C. N., & Gatti, M. (2014). Deep convolutional neural networks for sentiment analysis of short texts. *COLING 2014 - 25th International Conference on Computational Linguistics, Proceedings of COLING 2014: Technical Papers*, 69–78.
- Dubiau, L., & Ale, J. M. (2013). Análisis de Sentimientos sobre un Corpus en Español: Experimentación con un Caso de Estudio. *14th Argentine Symposium on Artificial Intelligence, ASAI 2013*, 36–47. [https://doi.org/1850-2784](https://doi.org/10.1016/j.dss.2016.11.001)
- Emanet, N., Öz, H. R., Bayram, N., & Delen, D. (2014). *A comparative analysis of machine learning methods for classification type decision problems in healthcare*. 1–20.
- Erra, U., Senatore, S., Minnella, F., & Caggianese, G. (2015). Approximate TF-IDF based on topic extraction from massive message stream using the GPU. *Information Sciences*, 292, 143–161. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2014.08.062>
- Haddi, E., Liu, X., & Shi, Y. (2013). The role of text pre-processing in sentiment analysis. *Procedia Computer Science*, 17, 26–32. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.05.005>
- Hu, Z., Hu, J., Ding, W., & Zheng, X. (2015). Review Sentiment Analysis Based on Deep Learning. *Proceedings - 12th IEEE International Conference on E-Business Engineering, ICEBE 2015*, 87–94. <https://doi.org/10.1109/ICEBE.2015.24>
- Inniss, T. R., Lee, J. R., Light, M., Grassi, M. a., Thomas, G., & Williams, A. B. (2006). Towards applying text mining and natural language processing for biomedical ontology acquisition. *Proceedings of the 1st International Workshop on Text Mining in Bioinformatics - TMBIO '06*, 7. <https://doi.org/10.1145/1183535.1183539>
- Islam, J., & Zhang, Y. (2016). Visual sentiment analysis for social images using transfer learning approach. *Proceedings - 2016 IEEE International Conferences on Big Data and Cloud Computing, BDCloud 2016, Social Computing and Networking, SocialCom 2016 and Sustainable Computing and Communications, SustainCom 2016*, 124–130. <https://doi.org/10.1109/BDCloud-SocialCom-SustainCom.2016.29>
- Kant, S., Menez, S. P., Hanouneh, M., Fine, D. M., Crews, D. C., Brennan, D. C., Sperati, C. J., & Jaar, B. G. (2020). The COVID-19 nephrology compendium: AKI, CKD, ESKD and transplantation. *BMC Nephrology*, 21(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s12882-020-02112-0>
- Khairnar, J., & Kinikar, M. (2013). Machine Learning Algorithms for Opinion Mining and Sentiment Classification. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 3(6), 1–6. [www.ijsrp.org](http://www.ijsrp.org)
- Kontopoulos, E., Berberidis, C., Dergiades, T. & Bassiliades, N. (2013). Ontology-based sentiment analysis of twitter posts. *Expert Systems with Applications*, 40, 4065– 4074.

- Korhonen, A., Silins, I., Sun, L., & Stenius, U. (2009). The first step in the development of Text Mining technology for Cancer Risk Assessment: identifying and organizing scientific evidence in risk assessment literature. *BMC Bioinformatics*, 10, 303. <https://doi.org/10.1186/1471-2105-10-303>
- Moreno, D. C., & Lombardo, M. V. (2018). Ontología y Procesamiento de Lenguaje Natural. *KnE Engineering*, 3(1), 492. <https://doi.org/10.18502/keg.v3i1.1453>
- Mun, S., Park, S., Han, D. K., & Ko, H. (2017). Generative adversarial network based acoustic scene training set augmentation and selection using SVM hyper plane. *Workshop on Detection and Classification of Acoustic Scenes and Events, November*.
- Nakra, A., & Duhan, M. (2019). Comparative Analysis of Bayes Net Classifier, Naive Bayes Classifier and Combination of both Classifiers using WEKA. *International Journal of Information Technology and Computer Science*, 11(3), 38–45. <https://doi.org/10.5815/ijitcs.2019.03.04>
- Nguyen, C., Wang, Y., & Nguyen, H. N. (2013). Random forest classifier combined with feature selection for breast cancer diagnosis and prognostic. *Journal of Biomedical Science and Engineering*, 06(05), 551–560. <https://doi.org/10.4236/jbise.2013.65070>
- Ouyang, X., Zhou, P., Li, C. H., & Liu, L. (2015). Sentiment analysis using convolutional neural network. *Proceedings - 15th IEEE International Conference on Computer and Information Technology, CIT 2015, 14th IEEE International Conference on Ubiquitous Computing and Communications, IUCC 2015, 13th IEEE International Conference on Dependable, Autonomic and Se*, 2359–2364. <https://doi.org/10.1109/CIT/IUCC/DASC/PICOM.2015.349>
- Pang, B., & Lee, L. (2008). LR.references..Opinion Mining and Sentiment Analysis. In *Foundations and Trends® in Information Retrieval* (Vol. 2, Issues 1–2). <https://doi.org/10.1561/1500000011>
- Pires, I. M., Marques, G., Garcia, N. M., Flórez-revuelta, F., Ponciano, V., & Oniani, S. (2020). A research on the classification and applicability of the mobile health applications. *Journal of Personalized Medicine*, 10(1). <https://doi.org/10.3390/jpm10010011>
- Priego Sánchez, B., & Pinto, D. (2018). Idiom polarity identification using contextual information. *Computacion y Sistemas*, 22(1), 27–33. <https://doi.org/10.13053/CyS-22-1-2791>
- Ren, Y. (2021). Python Machine Learning:Machine Learning and Deep Learning With Python. *International Journal of Knowledge-Based Organizations*, 11(1), 67–70.
- Rojas-Barahona, L. M. (2016). Deep learning for sentiment analysis. *Language and Linguistics Compass*, 10(12), 701–719. <https://doi.org/10.1111/lnc3.12228>
- Roy, A., & Ojha, M. (2020). Twitter sentiment analysis using deep learning models. *2020 IEEE 17th India Council International Conference, INDICON 2020*. <https://doi.org/10.1109/INDICON49873.2020.9342279>

- Sasikala, P., & Sheela, L. M. I. (2017). *Comparative Study of Sentiment Analysis Techniques in Web*. 8(5), 125–129.
- Shen, Y., Li, S., Zheng, L., Ren, X., & Cheng, X. (2009). Emotion mining research on micro-blog. *Proceedings - 2009 1st IEEE Symposium on Web Society, SWS 2009*, 71–75. <https://doi.org/10.1109/SWS.2009.5271711>
- Tanuja, S., Acharya, D., & Shailesh, K. R. (2011). Comparison of different data mining techniques to predict hospital length of stay. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Sciences*, 07(07).
- Trstenjak, B., Mikac, S., & Donko, D. (2014). KNN with TF-IDF based framework for text categorization. *Procedia Engineering*, 69, 1356–1364. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.03.129>
- Varoquaux, G., Buitinck, L., Louppe, G., Grisel, O., Pedregosa, F., & Mueller, A. (2015). Scikit-Learn: Machine Learning Without Learning the Machinery. *GetMobile: Mobile Computing and Communications*, 19(1), 29–33.
- Velavan, T. P., & Meyer, C. G. (2020). The COVID-19 epidemic. *Tropical Medicine and International Health*, 25(3), 278–280. <https://doi.org/10.1111/tmi.13383>
- Villena-román, J., & García-morera, J. (2013). *TASS 2013 - Workshop on Sentiment Analysis at SEPLN 2013: An overview TASS 2013 - Taller de Análisis de Sentimientos en la SEPLN 2013: Introducción*.
- Widiastuti, N. I. (2018). Deep Learning - Now and Next in Text Mining and Natural Language Processing. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 407(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/407/1/012114>
- Yang, Q., Zhang, Y., Dai, W., & Pan, S. J. (2020). Transfer Learning in Natural Language Processing. *Transfer Learning, 2010*, 234–256. <https://doi.org/10.1017/9781139061773.020>
- Yanmei, L., & Yuda, C. (2016). Research on Chinese Micro-Blog Sentiment Analysis Based on Deep Learning. *Proceedings - 2015 8th International Symposium on Computational Intelligence and Design, ISCID 2015*, 1, 358–361. <https://doi.org/10.1109/ISCID.2015.217>
- Yin, W., Kann, K., Yu, M., & Schütze, H. (2017). *Comparative Study of CNN and RNN for Natural Language Processing*. <http://arxiv.org/abs/1702.01923>
- Zainuddin, N., & Selamat, A. (2014). Sentiment analysis using Support Vector Machine. *I4CT 2014 - 1st International Conference on Computer, Communications, and Control Technology, Proceedings, May 2016*, 333–337. <https://doi.org/10.1109/I4CT.2014.6914200>

# Desarrollo y evaluación de un prototipo de aplicación móvil para la administración de traslados de pacientes COVID-19

Jose Mejías<sup>1</sup>, Christian Quesada-López<sup>1</sup>, Erik Kuhlmann<sup>1</sup>, Leonardo Villalobos<sup>1</sup>, Marcelo Jenkins<sup>1</sup>, Francisco Durán<sup>1</sup>, Josué Amador<sup>1</sup>, Ignacio Arroyo<sup>1</sup>, Roy Padilla<sup>1</sup>, Steven Fernández<sup>1</sup>, Elián Ortega<sup>1</sup>, Adrián Lara<sup>1</sup>, Pablo Alfaro<sup>2</sup>, Max Morales<sup>2</sup>

{jose.mejiasrojas; cristian.quesadalopez; erik.kuhlmann; leonardo.villalobos; marcelo.jenkins; francisco.duran; josue.amador; ignacio.arroyo; roy.padilla; steven.fernandez; elian.ortega; adrian.lara}@ucr.ac.cr; {pjalfaro; mmoralesm}@ccss.sa.cr

<sup>1</sup>Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

<sup>2</sup>Caja Costarricense de Seguro Social, San José, Costa Rica.

**Pages:** 212-226

**Resumen:** En este artículo presentamos un prototipo de una aplicación móvil para la administración de los traslados de pacientes COVID-19 realizados por el equipo PRIME del centro médico CEACO en Costa Rica. Describimos el diseño de la aplicación, los aspectos técnicos relacionados con su implementación, y los resultados de la evaluación de la experiencia de usuario realizada por los miembros del equipo PRIME. La evaluación del prototipo muestra la utilidad de la aplicación móvil para apoyar los procesos del equipo PRIME y los resultados del estudio de experiencia de usuario indican una percepción muy positiva para las categorías de atracción, transparencia, eficiencia, controlabilidad y estimulación.

**Palabras-clave:** COVID-19, aplicación móvil, listas de chequeo, Android, iOS, PRIME, CEACO.

## *Development and evaluation of a mobile application prototype for the administration of COVID-19 patient transfers*

**Abstract:** In this article we present a prototype of a mobile application for the administration of COVID-19 patient transfers carried out by the PRIME team of the CEACO medical center in Costa Rica. We describe the design of the application, the technical aspects related to its implementation, and the results of the evaluation of the user experience carried out by the members of the PRIME team. The evaluation of the prototype shows the usefulness of the mobile application to support the processes of the PRIME team and the results of the user experience study indicate a very positive perception for the categories of attraction, transparency, efficiency, controllability and stimulation.

**Keywords:** COVID-19, aplicación móvil, listas de chequeo, Android, iOS, PRIME, CEACO.

## 1. Introducción

La pandemia del COVID-19 es la crisis que nos ha enfrentado a retos desconocidos, donde cada país ha actuado de inmediato para prepararse, responder y recuperarse (PNUD, 2020). Para esto los gobiernos tomaron las medidas necesarias para impulsar la resiliencia y minimizar los daños. Muchas de las iniciativas impulsadas fueron apoyadas con tecnologías digitales utilizadas como herramientas para abordar distintos aspectos de la enfermedad (Blasimme & Vayena, 2020). Las innovaciones digitales para el manejo de salud pública ante la pandemia del COVID-19 han impulsado el uso de las tecnologías que han establecido modelos que serán útiles incluso más allá de la pandemia (Blasimme & Vayena, 2020; Budd et al, 2020).

En Costa Rica, el gobierno implementó el Plan Nacional de Preparación y Respuesta Estratégica de COVID-19 liderado por el Ministerio de Salud y con el apoyo del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo (PNUD, 2020). En conjunto con la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS), institución pública que proporciona los servicios médicos en el país, habilitaron el Centro Especializado para la Atención de Pacientes con COVID-19 (CEACO), un hospital exclusivo para pacientes con COVID-19, creado con el fin de minimizar los riesgos de infecciones y hacer más eficiente la logística de traslados, pacientes y personal y recursos especializados.

El equipo de Primera Intervención Médica Especializada (PRIME) del CEACO ha sido el encargado del traslado de los(as) pacientes y pacientes críticos con COVID-19 del país, principalmente para la movilización de centros de bajo nivel de complejidad a hospitales de mayor complejidad como el CEACO (Ramírez, 2021). Para marzo del 2021, el equipo PRIME había trasladado exitosamente 968 pacientes en condición delicada por COVID-19, sin ningún deceso durante el traslado (de los cuales gran cantidad de casos eran de nivel de complejidad alto). De las 968 misiones, 280 fueron realizadas por ambulancia aérea, dos por traslados marítimos y 686 por traslados terrestres (Ramírez, 2021). Por medio de su flotilla vehicular y su capacidad de respuesta el equipo traslada las personas en condición delicada, las estabiliza en el lugar y las lleva al centro de atención respectivo. El equipo atiende pacientes directamente en el hogar, traslados interhospitalarios, misiones humanitarias, evacuación de pacientes y traslados internacionales; esto en las modalidades acuática, aérea y terrestre.

La misión del equipo PRIME es el traslado seguro de los pacientes y la seguridad de la tripulación. Esta labor se rige por los más altos estándares de seguridad, donde gracias a la redundancia en los protocolos, ningún miembro del equipo se ha contagiado por el virus. Los protocolos médicos y sanitarios son seguidos por todos los miembros del equipo para cada uno de los traslados para garantizar el traslado seguro de los(as) pacientes.

El servicio de Terapia Respiratoria del CEACO, por medio del equipo PRIME, determinó la necesidad de la automatización de algunos de los principales procedimientos establecidos durante los traslados. Inicialmente, el equipo gestionaba algunas de sus actividades mediante el uso de varias aplicaciones de mensajería tradicionales de los ecosistemas Android y iOS. Sin embargo, para el equipo era prioritario poder integrar todas las funciones necesarias para los procesos realizados en los incidentes de traslado en una sola aplicación móvil. Por esta razón, el equipo decidió automatizar

el seguimiento de los procedimientos establecidos durante los traslados de pacientes mediante la implementación de listas de chequeo.

Para esto se desarrolló un prototipo de una aplicación móvil para la administración de los traslados de pacientes COVID-19 realizados por el equipo PRIME. Esta permite al equipo contar con información actualizada y en tiempo real de los traslados realizados, la administración de información asociada a los traslados, la definición y seguimiento de los procedimientos médicos y sanitarios que se realizan por medio de las listas de chequeo y la posibilidad de administrar contenido multimedia asociado a ellas. En este trabajo presentamos el diseño de la aplicación, los aspectos técnicos relacionados con su implementación y finalmente, los resultados de la evaluación de la experiencia de usuario realizada con los miembros del equipo PRIME.

El artículo está organizado de la siguiente manera. La Sección 2 lista trabajos sobre el uso de las aplicaciones móviles en el contexto del COVID-19. La Sección 3 detalla el prototipo de la aplicación móvil propuesta, la Sección 4 explica los resultados de la evaluación, y finalmente, la Sección 5 presenta las conclusiones y el trabajo futuro.

## **2. Trabajo relacionado**

Las aplicaciones móviles han demostrado ser valiosas para ayudar a enfrentar los retos de la pandemia del COVID-19. Las aplicaciones móviles se han utilizado para apoyar el rastreo de contactos, la distribución de información de salud pública, el entrenamiento, la evaluación, asistencia y seguimiento de síntomas y riesgos, el seguimiento de aspectos de salud mental, el manejo de información en tiempo real para los profesionales de salud, la recolección de información para estudios, y el apoyo a la toma de decisiones (Kondylakis et al, 2020; Collado-Borrell et al, 2020; Ming et al, 2020; Ahmed et al, 2020; Whitelaw et al, 2020; Ming et al, 2020; Islam et al, 2020; Almalki & Giannicchi, 2021). Las aplicaciones móviles han sido proveídas, en su mayoría, por los gobiernos y autoridades de salud y han sido consideradas valiosas por los ciudadanos, profesionales de salud, y los tomadores de decisiones para enfrentar los retos de la pandemia (Kondylakis et al, 2020; Almalki & Giannicchi, 2021; Collado-Borrell et al, 2020).

Parte del trabajo por realizar se relaciona con la evaluación de la efectividad de estas aplicaciones (Almalki & Giannicchi, 2021). Aunque muchos de los estudios presentan pruebas de concepto y discuten los potenciales beneficios del uso de aplicaciones móviles, también se ha planteado la necesidad de discutir los posibles problemas de seguridad y brechas de privacidad al usar este tipo de aplicaciones (Sharma & Bashir, 2020).

## **3. Prototipo de la aplicación móvil**

En esta sección detallamos los aspectos principales del diseño e implementación de prototipo de la aplicación móvil. El diseño de la solución fue realizado en conjunto con dos expertos del CEACO de la CCSS. El diseño y primera versión del prototipo de la aplicación móvil fue desarrollado durante los meses de agosto y setiembre del 2020. La primera versión de la aplicación móvil se desarrolló la funcionalidad prioritaria para el equipo PRIME y se entregó para una prueba del prototipo en campo. En total, el

prototipo de la aplicación fue desarrollado durante los meses de agosto y diciembre del 2020. Al finalizar este periodo, la aplicación fue entregada al equipo PRIME.

### 3.1. Propuesta de la solución

La solución propuesta incluye una aplicación móvil para apoyar los procesos realizados en los traslados de pacientes, una aplicación web de “back office” para el apoyo administrativo de los equipos y el seguimiento de los traslados en tiempo real, y una base de datos centralizada para la administración de la información de los traslados y los contenidos asociados, tal como se muestra en la Figura 1.

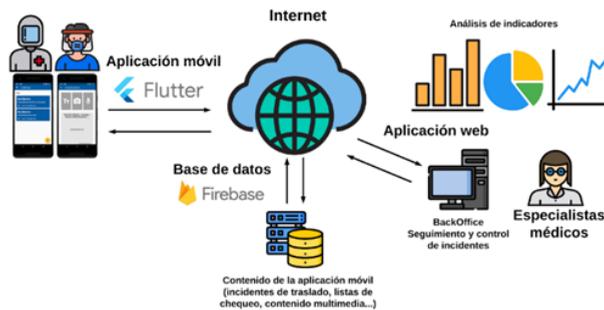


Figura 1 – Propuesta de la solución

#### 3.1.1. Componentes de la solución

El diseño de la solución cuenta con tres componentes. La aplicación móvil es el componente principal, esta es utilizada por el equipo PRIME en campo para realizar los procesos relacionados con los traslados, incluyendo las listas de chequeo por incidente, y administrar la información en tiempo real. La aplicación web de “back office” es utilizada desde el centro de control por el personal administrativo y médico relacionado con los procesos del equipo PRIME para dar seguimiento antes, durante y después de los traslados, incluyendo cuadro de mando con indicadores clave para apoyar los procesos de toma de decisiones. La aplicación móvil y web utilizan un repositorio NoSQL (base de datos) en la nube para compartir la información de los traslados y los contenidos asociados, que permita contar con toda información integrada, consistente y actualizada. En este trabajo presentamos en detalle el diseño, implementación y evaluación del prototipo de la aplicación móvil del equipo PRIME.

### 3.2. Prototipo de la aplicación móvil

El prototipo funcional de la aplicación móvil fue desarrollado utilizando Flutter. Flutter es un conjunto de herramientas de Google para la creación de aplicaciones compiladas de forma nativa para dispositivos móviles, web y de escritorio, a partir de una única base de código fuente. La aplicación móvil utiliza la base de datos NoSQL Realtime de Firebase que almacena la información en archivos json. Firebase es una plataforma en la nube que provee un conjunto de librerías para integrar aplicaciones móviles con los servicios de almacenamiento en tiempo real y autenticación. Las decisiones sobre la selección de

estas tecnologías severless se realizaron por su robustez, seguridad, escalabilidad, costo y para reducir el tiempo de desarrollo del prototipo. El desarrollo del prototipo se realizó utilizando la metodología Scrum, con iteraciones de dos semanas y entregadas cada dos iteraciones.

### **3.2.1. Funcionalidades de la aplicación móvil**

El objetivo del prototipo de la aplicación móvil es administrar la información de los traslados de pacientes COVID-19 realizados por el equipo PRIME, permitiendo compartir información actualizada en tiempo real de los traslados, definir y dar seguimiento a los procedimientos médicos y sanitarios establecidos, y adjuntar contenido multimedia asociado a ellos. Toda la información y los contenidos multimedia son cifrados por la aplicación móvil antes de almacenarlos en los repositorios, por lo que solo los usuarios de la aplicación pueden consultarlos. Asimismo, la aplicación fue implementada para administrar opciones de caché que le permiten funcionar tanto en línea como fuera de línea. La Figura 2 muestra las principales interfaces de usuario del prototipo de la aplicación móvil. Esta cuenta con cinco funcionalidades principales:

*Administración de usuarios y perfiles:* el prototipo cuenta con funcionalidades para iniciar sesión de usuario con autenticación por medio una identificación y contraseña, activar cuenta de usuario registrado, cambiar y recuperar contraseña, y cerrar sesión. La aplicación permite administrar los tipos de usuario “administrador de la aplicación” y “usuario de la aplicación”. En este caso el administrador es el coordinador del equipo y los usuarios son los miembros del equipo PRIME. Un usuario tipo “administrador” cuenta con la autorización para utilizar las opciones de configuración de la aplicación que incluyen registrar nuevos usuarios y administrar las plantillas de lista de chequeo, y uno tipo “usuario” tiene autorización para utilizar todas las opciones operativas durante los traslados, tales como administrar incidentes de traslado, instanciar y llenar lista de chequeo de incidentes, administrar contenido multimedia, y generar la ficha de incidentes.

*Administración de plantillas de listas de chequeo:* el prototipo cuenta con funcionalidades para crear, modificar, buscar y reordenar las plantillas de listas de chequeo para el seguimiento de los procedimientos sanitarios y médicos que realiza el equipo PRIME antes, durante y después de los traslados. Las listas de chequeo se configuran con su información general y la lista de ítems y sub ítems en múltiples niveles que dependen de la complejidad del procedimiento.

*Administración de incidentes de traslado:* el prototipo cuenta con funcionalidades para crear, completar y modificar los datos de los incidentes de traslado realizados por el equipo PRIME. Esta incluye información general para identificar el incidente de traslado, el estado y la modalidad, la información de origen y destino, el equipo y unidad asignada, información que se recolecta durante el traslado para caracterización de los incidentes y la condición de los pacientes (datos generales del paciente -sin incluir datos de identificación por aspectos de privacidad-, condición de colecta, antecedentes, síntomas, progresión clínica, condición de entrega, complicaciones durante el traslado).

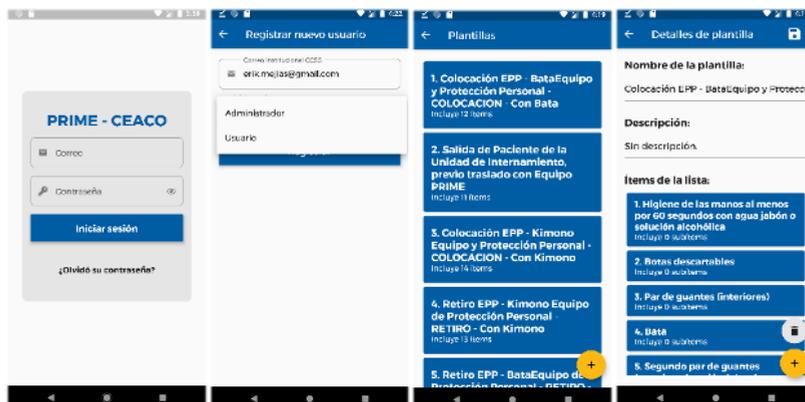
Cada incidente administra los estados de atención del mismo, los cuales tienen asociados las listas de chequeo de cumplimiento obligatorio por el equipo (registrado, revisado, asignado, iniciando, colecta, en traslado, entrega, reactivación, terminado).

*Instanciación de listas de chequeo de procedimientos en los incidentes de traslado:* el prototipo cuenta con funcionalidades para instanciar y completar el contenido de las listas de chequeo en cada una de las etapas (estados) de cada uno de los incidentes de traslado realizados por el equipo PRIME. La aplicación indica al equipo las listas de chequeo que deben completar y controla el estado de llenado de las mismas, del mismo modo para cada uno de los ítems de las listas permite agregar contenido multimedia sobre el traslado. Todos los contenidos de incidentes y listas de chequeo son cifrados por la aplicación móvil antes de almacenarlos. Finalmente, la aplicación permite generar la ficha de un incidente de traslado en formato PDF para ser enviado por correo electrónico o ser almacenado en el dispositivo.

*Administración de contenido multimedia:* el prototipo cuenta con funcionalidades para agregar contenido multimedia en tiempo real a los incidentes y los ítems de las listas de chequeo. El contenido que se puede capturar o agregar para un incidente y sus listas de chequeo incluye imágenes y fotografías, voz y audio, video y texto. Para cada campo de llenado del incidente o ítem de lista de chequeo se pueden capturar o agregar uno o múltiples archivos de contenidos multimedia. Todos los contenidos multimedia son cifrados y comprimidos por la aplicación móvil antes de almacenarlos local o remotamente en la base de datos.

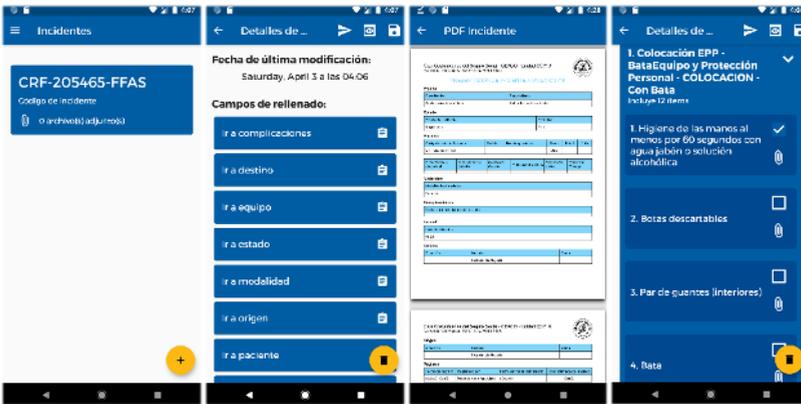
### 3.2.2. Arquitectura de la aplicación

El prototipo de la aplicación móvil fue desarrollado siguiendo los principios de arquitecturas limpias (Martin, 2018), tal como se muestra en la Figura 3. La capa de presentación se implementó utilizando el patrón BLoC (lógica de los componentes gráficos) para gestionar los estados y eventos de la interfaz de usuario e interactuar con la capa del dominio que contiene la lógica de negocio implementada en los casos de uso.



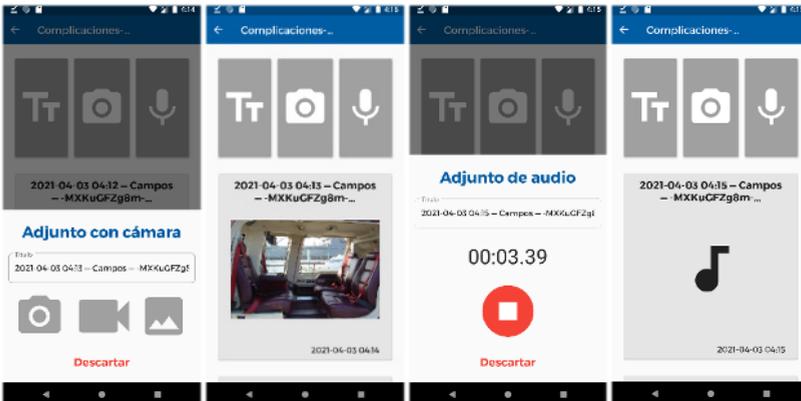
(a) Usuarios y perfiles

(b) Plantillas de listas de chequeo



(c) Incidentes de traslado

(d) Listas de chequeo en incidente



(e) Contenido multimedia

Figura 2 – Prototipo de la aplicación móvil

BLoC funciona como el intermediario entre la vista y el dominio, funciona como un adaptador y controla la lógica de la interfaz de usuario. La capa de dominio implementa los casos de uso (lógica de negocio) y las entidades que utilizan los casos de uso en la implementación de las reglas de negocio. La capa de datos contiene los repositorios, las fuentes de datos y los objetos de transferencia de datos (DTOs) que implementan los servicios necesarios para la comunicación entre las bases de datos y la capa de dominio. Los repositorios son los intermediarios entre el dominio y los datos. En la aplicación móvil se implementaron dos fuentes de datos, la de datos remotos para la comunicación con Firebase cuando la aplicación se encuentra en línea y la de datos locales para la administración de la caché que administra los datos y contenidos cuando la aplicación se encuentra fuera de línea. Los repositorios se encargan de coordinar la

sincronización entre ambas fuentes de datos. Los objetos de transferencia de datos son los que se encargan, entre otras cosas, del cifrado y descifrado de los datos y contenidos (por medio de un decorador) cuando estos van y vienen desde la capa de dominio y la capa de datos por medio de los repositorios. Las llaves de cifra-do son administradas mediante el Google Cloud Secret Manager API y se almacenan en el dispositivo móvil con los servicios del sistema operativo respectivos (KeyStore y Keychain). La Figura 4 ejemplifica el proceso de cifrado de contenidos multimedia que realiza la aplicación para administrar los contenidos en el almacenamiento remoto y local.

Entre cada una de las capas se declaran e implementan las respectivas interfaces para cumplir las reglas de dependencia de arquitecturas limpia y realizar el desacoplamiento. En este caso, cada uno de los casos de uso tienen sus interfaces y sus implementaciones separadas, del mismo modo los repositorios y las fuentes de datos. Las principales clases de las capas de la aplicación móvil son las siguientes:

*Capa de presentación:* los BLoCs y sus componentes gráficos de la aplicación para el ingreso, los incidentes, el detalle de cada incidente, la plantilla de lista de chequeo, el detalle de plantilla, sus ítems, la lista de plantillas, la plantilla de incidente, la lista de incidentes, los adjuntos (texto, audio, imagen, video), la ficha de incidente, la administración de usuario, el inicio de sesión, la configuración, entre otros.

*Capa de dominio:* los casos de uso (y sus entidades) para el inicio de sesión, registro y contraseñas (usuario, perfil), los incidentes, detalle de incidente y reporte (incidentes, campos), las plantillas de listas de chequeo y los ítems (plantilla, ítems), los adjuntos (archivo adjunto), entre otros.

*Capa de datos:* los repositorios de los archivos adjuntos, los incidentes, las plantillas, los usuarios, las fuentes de datos locales, fuentes de datos remotos, los objetos de transformación de datos de archivos JSON, los objetos de compresión de datos, los objetos de cifrado de datos, el servicio de gestión de secretos de la aplicación, el servicio de cifrado, el servicio de gestión de claves de cifrado, el servicio de caché segura, el servicio de autenticación, entre otros.

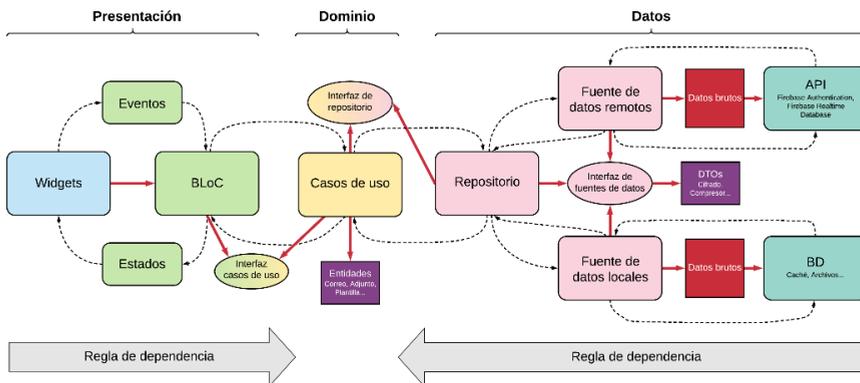


Figura 3 – Arquitectura de la aplicación móvil

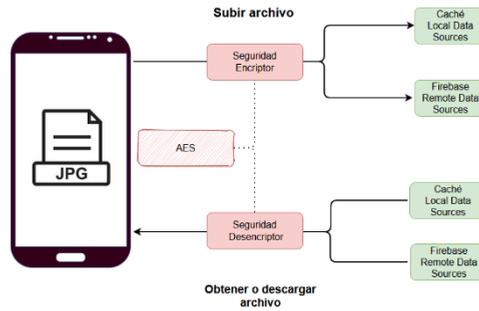


Figura 4 – Cifrado de contenidos

#### 4. Evaluación

La primera versión de la aplicación móvil fue desarrollada durante los meses de agosto y setiembre del 2020. La versión Android de la aplicación fue entregada para una prueba en campo con 4 miembros del equipo PRIME durante el desarrollo de la segunda versión de la aplicación. La segunda versión del prototipo, que incluyó las mejoras y nuevas características a partir de la retroalimentación del equipo PRIME y aspectos técnicos identificados por el equipo de desarrollo, fue implementada de octubre a diciembre del 2020 y entregada al final de este periodo al equipo para su utilización.

La evaluación de la experiencia de usuario (UX) se realizó en marzo del 2021 con el equipo PRIME utilizando el cuestionario UEQ, descrito en la Sección 4.1. La evaluación se realizó de manera presencial y anónima, con 17 miembros del equipo PRIME en las instalaciones del CEACO después de una sesión de entrega del producto. De los(as) 17 profesionales que participaron en la evaluación, 15 eran hombres y 2 mujeres. Las edades de los profesionales se encuentran entre los 23 y 48 años, con un promedio de 34 años. Nueve usuarios(as) utilizan dispositivos con el sistema operativo Android y 8 dispositivos con iOS. Los miembros del equipo incluyeron enfermeros(as), expertos(as) en terapia respiratoria, especialistas y asistentes médicos, médicos, operarios(as) de equipo de emergencias, e ingenieros(as). La experiencia profesional en atención médica de los usuarios se encuentra entre 2 y 21 años, con un promedio de 10 años de experiencia.

El cuestionario UEQ fue complementado con preguntas para recolectar información demográfica y preguntas, de sí o no, sobre la percepción del cumplimiento del objetivo de la aplicación móvil. El cuestionario fue llenado por los usuarios entre 5 y 10 minutos. Del total de 17 profesionales miembros del equipo PRIME del CEACO, 16 completaron el instrumento en su totalidad, y un usuario lo completó parcialmente. En términos generales, 16 de 17 usuarios (94%, uno no responde), consideraron que el prototipo de la aplicación móvil cumple los objetivos para los que fue creado, cumple con las funcionalidades requeridas, se sentirían cómodos(as) utilizando la aplicación en el futuro y recomendarían su uso. El 88% de los usuarios (15 de 17, dos no responden) opinan que la aplicación es fácil de usar.

#### 4.1. Instrumento para la medición de la experiencia de usuario

La experiencia de usuario (UX) se define como las percepciones y respuestas de una persona como resultado del uso de un producto, sistema o servicio. Esta incluye las reacciones emocionales, cognitivas y físicas antes, durante y después del uso del producto (ISO, 2010). Para habilitar su medición, la UX ha sido definida como un conjunto de atributos de calidad que incluyen criterios de usabilidad como la eficiencia, la controlabilidad, la capacidad de aprendizaje, y criterios de calidad no dirigidos a objetivos o aspectos hedónicos tales como la estimulación, diversión de uso, novedad, emociones y estética (Schrepp et al, 2014).

Para la evaluación de la UX se han propuesto y evaluado distintas herramientas que han definido cuestionarios estándar y publicado datos para la comparación de resultados sobre la percepción acerca del uso de los productos. Uno de los cuestionarios estándar más utilizados para medir la UX es el User Experience Questionnaire (UEQ) (Schrepp et al, 2014; Laugwitz et al, 2008), el cual cuenta con una versión en el idioma español (Rauschenberger et al, 2013). El cuestionario UEQ considera aspectos de calidad pragmática y hedónica (Schrepp et al, 2014). El UEQ contiene 6 categorías. La transparencia, la eficiencia y la controlabilidad son aspectos pragmáticos de calidad (dirigidos a objetivos), mientras que la estimulación y la novedad son aspectos de calidad hedónica (no dirigidos a objetivos, aspectos del producto que apelan al deseo de placer de una persona y evitan el aburrimiento y la incomodidad tales como aspectos divertidos, originales, interesantes, atractivos y geniales). El aspecto de atracción se mide por sí mismo de manera independiente. En el cuestionario, el orden de los ítems y su orientación (comenzando con el positivo o el antónimo) es aleatorio. Esto permite realizar la validación de inconsistencias por llenado aleatoria, llenado poco serio, o no entendimiento de los ítems mediante la comparación de ítems relacionados por categoría. Las 6 categorías se miden en 26 ítems en total, utilizando una escala Likert de 1 a 7 basada en el nivel de acuerdo. Las categorías e ítems son las siguientes (Rauschenberger et al, 2013):

*Atracción:* impresión general hacia el producto. ¿A los usuarios les gusta o no les gusta el producto? Ítems del cuestionario: agradable/desagradable, bueno/malo, repelente/atractivo, cómodo/incómodo, atractivo/feo, simpático/antipático.

*Eficiencia:* ¿es posible utilizar el producto de manera rápida y eficiente? ¿la interfaz de usuario parece organizada? Ítems del cuestionario: rápido/lento, ineficiente/eficiente, no práctico/práctico, ordenado/desordenado.

*Transparencia:* ¿es fácil entender cómo usar el producto? ¿es fácil familiarizarse con el producto? Ítems del cuestionario: no entendible/entendible, fácil de aprender/difícil de aprender, complicado/fácil, claro/confuso.

*Controlabilidad:* ¿se siente el usuario en control de la interacción? ¿la interacción con el producto es segura y predecible? Ítems del cuestionario: impredecible/predecible, obstructivo/impulsor de apoyo, seguro/inseguro, cubre expectativas/no cubre expectativas.

*Estimulación:* ¿es interesante y emocionante utilizar el producto? ¿el usuario se siente motivado para seguir utilizando el producto? Ítems del cuestionario: valiosos/poco valor, aburridos/emocionante, no interesante/interesante, activan-te/adormecedor.

*Novedad:* ¿el diseño del producto es innovador y creativo? ¿el producto capta la atención de los usuarios? Ítems del cuestionario: creativo/sin imaginación, original/convencional, convencional/novedoso, conservador/innovador.

El UEQ se encuentra disponible en 17 idiomas y actualmente cuenta con una base de datos comparativa (benchmark) para la evaluación de resultados utilizando el cuestionario. Para el 2017, contaba con la evaluación de 246 productos y 9,905 respuestas. La base de datos actual contiene 20,190 respuestas de un total de 452 evaluaciones de productos (software de negocios, páginas web, tiendas web, redes sociales) (Schrepp et al, 2017).

## **4.2. Análisis de resultados**

El análisis de los resultados de la evolución de UX se realiza utilizando el procedimiento y herramienta de análisis de datos recomendado por el UEQ disponible en <https://www.ueq-online.org/> (Rauschenberger et al, 2013).

### **4.2.1. Validación de consistencia del cuestionario UEQ**

Durante la validación de consistencia de los ítems del instrumento UEQ (Schrepp et al, 2014), tres cuestionarios fueron eliminados, para un total de 14 cuestionarios válidos utilizados en el análisis (n=14). Los tres cuestionarios fueron eliminados siguiendo la recomendación del indicador de inconsistencia crítica para cada cuestionario (una inconsistencia se reporta cuando existe una diferencia mayor que 3 en la escala seleccionada para cada ítem de una misma categoría, y un cuestionario es eliminado cuando presenta 3 más categorías inconsistentes). Estas inconsistencias pueden ser atribuidas al llenado aleatorio de los datos o al mal entendimiento de los ítems del cuestionario (Rauschenberger et al, 2013).

Con los resultados de los 14 cuestionarios válidos se realiza la validación de la consistencia mediante el coeficiente alfa. Algunos autores recomiendan un valor del coeficiente alfa mayor o igual que 0.7 para la consistencia de cada una de las categorías de evaluación (Rauschenberger et al, 2013) y existen estudios que han recomendado valores mayores o iguales a 0.6 (Rauschenberger et al, 2013; Lukita et al, 2018). Si el coeficiente presenta valores menores a los indicados, es un indicador de que algunos ítems pudieron ser no entendidos por los usuarios en el contexto de la evaluación, o simplemente no eran relevantes para la evaluación, y se recomienda su análisis. En nuestro estudio la consistencia de las categorías atracción (alfa=0.87), eficiencia (alfa=0.70), estimulación (alfa=0.80) y novedad (alfa=0.70) presentaron valores mayores a 0.7, y en el caso de las categorías transparencia (alfa=0.66) y controlabilidad (alfa=0.63) presentan valores cercanos a 0.7. Para la controlabilidad, el análisis de los ítems de la categoría indica que podría haber inconsistencias en la interpretación del ítem impredecible/predecible. Por ejemplo, un usuario indica una calificación media en este ítem (5), pero la calificación máxima para los demás ítems de esta categoría (obstructivo/impulsor de apoyo, seguro/inseguro, cubre expectativas/no cubre expectativas). Para nuestro análisis incluimos todos los ítems con valor del coeficiente alfa mayor o igual a 0.6 (Lukita et al, 2018).

#### 4.2.2. Resultados de la evaluación de la experiencia de usuario UEQ

Las respuestas de los ítems son transformadas de la escala de 1 a 7 a una escala de valores de -3 a +3 para cada ítem del cuestionario UEQ. El valor -3 representa la percepción más negativa, 0 una percepción neutral, y +3 la percepción más positiva. Para interpretar los resultados, los valores mayores a 1 representan impresiones positivas de los usuarios y los valores por debajo de -1 impresiones negativas. Los valores extremos -2 y +2 representan impresiones optimas o pésimas por parte de los usuarios.

La Figura 5 presenta los resultados generales de la evaluación de UX del prototipo de la aplicación móvil. Los resultados reportados por los 14 usuarios para cada una de las categorías evaluadas presentan valores con una percepción muy positiva de la aplicación móvil (valores superiores a +2, área verde superior de la figura). El tope de cada barra indica el valor promedio obtenido por categoría, indicando el intervalo de error (la probabilidad de que los valores reales estén fuera de los límites del intervalo es de menos del 5%, este es calculado a partir de la cantidad de respuestas y el nivel de acuerdo entre las repuestas). Por tanto, la mayoría de los participantes que completaron el cuestionario (n=14) concuerdan en una experiencia de usuario muy positiva de la aplicación.

La categoría de Atracción presenta un promedio de +2.64 (varianza=0.29), la Transparencia un promedio de +2.46 (varianza=0.42), la Eficiencia un promedio de +2.54 (varianza=0.32), la Controlabilidad un promedio de +2.21 (varianza=0.54), la Estimulación un promedio de +2.55 (varianza=0.37) y la Novedad un promedio de +2.29 (varianza=0.79). Finalmente, el promedio de la Atracción es de +2.64, el promedio de la Calidad Pragmática (transparencia, eficiencia, controlabilidad) es +2.40 y el de la Calidad Hedónica (estimulación, novedad) es de +2.42.

Los participantes externaron sus opiniones generales de la aplicación mediante una pregunta abierta en el formulario indicando que la aplicación móvil simplifica los procesos realizados por el equipo, es una herramienta útil, innovadora, práctica y eficiente, ayuda a organizar las actividades realizadas, tiene funcionalidad apropiada, cumple con sus funciones y cubre las necesidades, cumple las expectativas, es ágil, es fácil, es intuitiva, es cómoda, es fácil con la práctica, es sencilla, optimiza el tiempo, mantiene información en tiempo real, cubre las expectativas, y finalmente que es segura. Asimismo, indicaron la importancia de que está abierta a mejoras y la necesidad de seguir complementando la aplicación con nuevas funcionalidades.

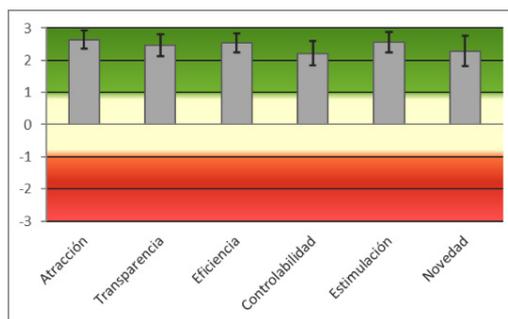


Figura 5 – Evaluación de UX del prototipo de la aplicación móvil

### 4.2.3. Comparación de los resultados con datos históricos de UEQ

La comparación de los resultados de la evaluación de la UX de la aplicación móvil con la base de datos de UEQ permite obtener conclusiones acerca de la calidad relativa comparado con otros productos. La base de datos UEQ clasifica las evaluaciones de productos en cinco categorías: Excelente (entre el 10% de los mejores resultados), Bueno (entre el 90% y el 75% de los mejores resultados), Arriba del Promedio (entre el 75% y el 50% de los mejores resultados), Debajo del Promedio (entre el 50% y el 25% de los resultados), Malo (entre el 25% de los peores resultados).

Tal como se muestra en la Figura 6, los resultados del prototipo de la aplicación móvil se categorizan como Excelente para todas las categorías evaluadas (Atracción +2.64, Transparencia +2.46, Eficiencia +2.54, Controlabilidad +2.21, Estimulación +2.55 y Novedad +2.29). La aplicación móvil se encuentra en el rango del 10% de los mejores resultados de un total de 452 evaluaciones previas utilizando el UEQ.

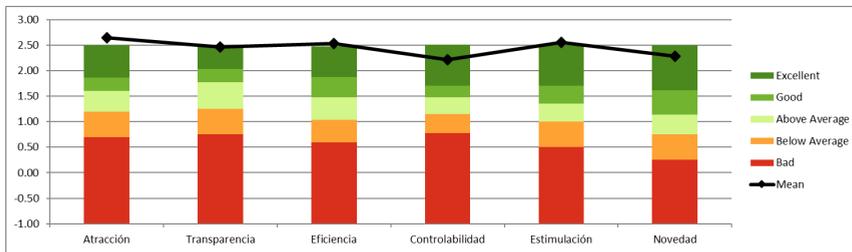


Figura 6 – Comparación de resultados de la experiencia de usuario con el UEQ

## 5. Conclusiones

En este artículo presentamos el prototipo de una aplicación móvil para la administración de los traslados de pacientes COVID-19 realizados por el equipo PRIME de CEACO. Para esto detallamos el diseño de la aplicación, discutimos los aspectos técnicos relacionados con su implementación y realizamos la evaluación de la experiencia de usuario con 17 miembros del equipo PRIME de CEACO.

La mayoría de los miembros del equipo PRIME consideraron que el prototipo de la aplicación móvil cumple los objetivos para los que fue creada, cumple con las funcionalidades requeridas, se sentirían cómodos(as) utilizando la aplicación en el futuro y recomendarían su uso. La evaluación de experiencia de usuario del prototipo de la aplicación móvil presenta una percepción muy positiva para todas las categorías de UX evaluadas. La atracción fue +2.64, la calidad pragmática fue +2.40 y la calidad hedónica +2.42. Los resultados de UX se categorizan como Excelente (10% de los mejores resultados de un total de 452 evaluaciones previas utilizando el UEQ) para todas las categorías evaluadas.

El trabajo futuro incluye la implementación de las funcionalidades pendientes de la pila del producto y la implementación de controles adicionales definidos para la seguridad de la aplicación y sus datos. Asimismo, la implementación de la aplicación web de “back

office” para el centro de control del equipo PRIME que permita el seguimiento antes, durante y después de los traslados.

## Agradecimientos

Este trabajo fue parcialmente apoyado por el proyecto CASTIC ED-3000. Agradecemos a los miembros del equipo PRIME de CEACO quienes participaron en la evaluación de la aplicación móvil.

## Referencias

- Ahmed, N., Michelin, R., Xue, W., Ruj, S., Malaney, R., ... & Jha, S. (2020). A survey of covid-19 contact tracing apps. *IEEE Access*, 8, 134577-134601.
- Almalki, M., & Giannicchi, A. (2021). Health Apps for Combating COVID-19: Descriptive Review and Taxonomy. *JMIR mHealth and uHealth*, 9(3), e24322.
- Blasimme, A., & Vayena, E. (2020). What’s next for COVID-19 apps? Governance and oversight. *Science*, 370(6518), 760-762.
- Budd, J., Miller, B., Manning, ... & McKendry, R. (2020). Digital technologies in the public-health response to COVID-19. *Nature medicine*, 26(8), 1183-1192.
- Collado-Borrell, R., Escudero-Vilaplana, V., Villanueva-Bueno, C., Herranz-Alonso, A., & Sanjurjo-Saez, M. (2020). Features and functionalities of smartphone apps related to COVID-19: systematic search in app stores and content analysis. *Journal of medical Internet research*, 22(8), e20334.
- Islam, M., Islam, I., Munim, K. & Islam, A. (2020). A review on the mobile applications developed for COVID-19: An exploratory analysis. *IEEE Access*, 8, 145601-145610.
- ISO. (2010). DIN EN 9241 210, 2011-01, Ergonomics of human-system interaction - Part 210: *Human-centred design for interactive systems*, Berlin:Beuth.
- Laugwitz, B., Held, T., & Schrepp, M. (2008, November). Construction and evaluation of a user experience questionnaire. In *Symposium of the Austrian HCI and usability engineering group* (pp. 63-76). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Lukita, K., Galinium, M., & Purnama, J. (2018, March). User Experience Analysis of an E-Commerce Website Using User Experience Questionnaire (UEQ) Framework. In *Prosiding Seminar Nasional Pakar* (pp. 347-355).
- Martin, R. (2018). *Clean architecture: a craftsman’s guide to software structure and design*. Prentice Hall.
- Ming, L., Untong, N., Aliudin, N., Osili, N., Kifli, N., Tan, C., ... & Goh, H. (2020). Mobile health apps on COVID-19 launched in the early days of the pandemic: content analysis and review. *JMIR mHealth and uHealth*, 8(9), e19796.
- PNUD. (2020). COVID-19: la pandemia, la humanidad necesita liderazgo y solidaridad para vencer a COVID-19. *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo*. Url: [https://www.cr.undp.org/content/costarica/es/home/corona\\_virus.html](https://www.cr.undp.org/content/costarica/es/home/corona_virus.html).

- Kondylakis, H., Katehakis, D., Kouroubali, A., Logotheidis, F., Triantafyllidis, A., Kalamaras, I., ... & Tzouvaras, D. (2020). COVID-19 Mobile Apps: A Systematic Review of the Literature. *Journal of medical Internet research*, 22(12), e23170.
- Ramírez, L. (2021). Equipos PRIME de la CCSS trasladaron exitosamente 968 pacientes con COVID-19. CCSS. Url: <https://www.ccss.sa.cr/equipos-prime-de-la-ccss-trasladaron-exitosamente-968-pacientes-con-covid19>.
- Rauschenberger, M., Schrepp, M., Pérez Cota, M., Olschner, S. & Thomaschewski, J. (2013). Efficient measurement of the user experience of interactive products. How to use the user experience questionnaire (UEQ). Example: Spanish language version.
- Sharma, T. & Bashir, M. (2020). Use of apps in the COVID-19 response and the loss of privacy protection. *Nature Medicine*, 26(8), 1165-1167.
- Schrepp, M., Hinderks, A. & Thomaschewski, J. (2014). Applying the user experience questionnaire (UEQ) in different evaluation scenarios. In *International Conference of Design, User Experience, and Usability* (pp. 383-392). Springer.
- Schrepp, M., Hinderks, A. & Thomaschewski, J. (2017). Construction of a Benchmark for the User Experience Questionnaire (UEQ). *IJIMAI*, 4(4), 40-44.
- Whitelaw, S., Mamas, M., Topol, E. & Van Spall, H. (2020). Applications of digital technology in COVID-19 pandemic planning and response. *The Lancet Health*.

# El mercadeo relacional como apoyo en los modelos organizacionales para construir reputación corporativa en las universidades

Ledy Gómez-Bayona<sup>1</sup>, Gustavo Moreno-López<sup>2</sup>, Jaime Alberto Orozco-Toro<sup>3</sup>,  
Juan Pablo Arrubla-Zapata<sup>4</sup>, Jorge Urbe Piedrahita<sup>5</sup>

ledy.gomez@usbmed.edu.co; rectoria@iumafis.edu.co; jaime.orozco@upb.edu.co;  
jarrubla@udemedellin.edu.co; jorge.uribe@salazaryherrera.edu.co

<sup>1</sup>Universidad de San Buenaventura, Cra 56c # 51-110, código postal:050010, Medellín-Antioquia, Colombia.

<sup>2</sup>Institución Universitaria Marco Fidel Suárez, ClI 48 # 50-30, código postal:051053, Medellín-Antioquia, Colombia

<sup>3</sup>Universidad Pontificia Bolivariana, circular 1 – 70-01. Código postal: 050004, Medellín, Colombia.

<sup>4</sup>Universidad de Medellín, Cr 87 # 30-65, código postal:050010, Medellín-Antioquia, Colombia

<sup>5</sup>Institución Universitaria Salazar y Herrera, Bulevar Libertadores de América 52-49, código postal 05002

**Pages: 227-240**

**Resumen:** El mercadeo relacional tiene importancia en la gestión de los modelos administrativos de las universidades, pues promueve relaciones perdurables y de mutuo beneficio entre la comunidad académica. El objetivo de este artículo es identificar de qué manera la relación de confianza, satisfacción y lealtad desde el profesor, aporta a la gestión de los modelos organizacionales en las universidades para construir reputación corporativa. La contrastación empírica del modelo propuesto fue realizada mediante metodología cuantitativa, con encuestas y bajo sistemas de ecuaciones estructurales. Existe una relación entre confianza, satisfacción y lealtad como ejes estratégicos del mercadeo relacional para generar reputación corporativa. Se concluye que, aunque las universidades han venido avanzando en el diseño e implementación de planes de mercadeo, es necesario hacerlo con enfoque en las relaciones con los grupos de interés y, específicamente, los profesores.

**Palabras-clave:** Profesor, Marketing, Marketing Relacional, Modelos Organizacionales, Universidades.

***Relationship marketing as support in organizational models to improve reputation in universities***

**Abstract:** Relational marketing is important for the management of university administrative models, as it promotes long-lasting and mutually beneficial relationships among the academic community. The objective of this article is to identify how the relationship of trust, satisfaction and loyalty of the professor

contributes to the management of organizational models in universities to improve corporate reputation. The quantitative methodology was applied, with surveys and under systems of structural equations. There is a relationship between trust, satisfaction and loyalty as strategic axes of relationship marketing to improve corporate reputation. It is concluded that, although universities have defined the importance of designing and implementing marketing plans, it is necessary to do so with a focus on relationships with stakeholders, specifically, professors.

**Keywords:** Marketing, Organizational Models, Professor, Relationship Marketing, Universities.

## 1. Introducción

Comprender la manera en la que se gestiona el mercadeo en las universidades es un reto para los directivos. Los cambios en la economía, la política, la cultura y el comportamiento de los individuos, hacen que los directivos planeen maneras de comunicarse con los grupos de interés (Oplatka y Hemsley-Brown, 2012; Arar, Turan, Barakat y Oplatka, 2017; Oplatka, 2017; Khoshtaria, Datuashvili y Matin, 2020). Aspectos como la competitividad hacen que el número de instituciones y programas aumente y se generen metodologías de enseñanza-aprendizaje (Mogaji y Yoon, 2019), y que los usuarios cuenten con estrategias de valor para hacer de la formación una verdadera experiencia (Oplatka y Hemsley-Brown, 2007; Arar, Haj, Abramovitz y Oplatka, 2016; Oplatka, 2018; Oplatka y Lapidot, 2018; Cownie, 2019). Los directivos buscan identificar y clasificar a los grupos internos y externos, para plantear acciones por el futuro y la proyección de sus instituciones (Oplatka y Hemsley-Brown, 2007). La comercialización de los servicios académicos proyecta a la universidad (Akareem y Hossain, 2016), brinda una buena comunicación integrada de mercadeo que articule las fortalezas académicas (Kureshi y Thomas, 2020) y beneficia la marca universitaria (Boix, Boluda y López, 2019). Hay teorías y conceptos de mercadeo que pueden replicarse en el sector educativo (Hemsley-Brown y Oplatka, 2006; Hemsley-Brown y Oplatka, 2010), y también enfoques que abordan la gestión en las universidades: la comercialización para utilidades (Bennett y Ali-Choudhury, 2009), el diseño de un portafolio para captar usuarios (Harrison-Walker, 2010; Oplatka, 2017), la universidad como empresa en la economía del conocimiento (Quijano, 2017), la proyección social para generar alternativas de sostenibilidad con la comunidad (García-Sanchis, Gil-Saura y Berenguer-Contrí, 2015), la identidad de marca universitaria (De Sousa, Kanyimba, Barnard y Van der Merwe, 2016; Hashim, Mohd y Ya'kob, 2020), la motivación del talento humano como generador de valor para el mercadeo (Amoli y Aghashahi, 2016), y el fortalecimiento del liderazgo educativo para proyectar la universidad (James, Crawford y Oplatka, 2019). Estos terminan siendo efectivos con una adecuada gestión de relaciones para satisfacer los grupos de interés (Ogunnaike, Tairat y Emmanuel, 2014). Es necesario mencionar que pasar del mercadeo transaccional al relacional es importante en el sector educativo para implementar investigaciones de las variables relacionales con diferentes grupos universitarios, tales como: los graduados (Schlesinger, 2012; Schlesinger, Cervera y Calderón, 2014; Ehigie y Taylor, 2009) los estudiantes (Schlesinger; Cervera y Iniesta, 2015; Schlesinger, Cervera y Pérez-Cabañero, 2017; Hennig-Thurau, Langer y Hansen, 2001); y las empresas (Frasquet, Calderón y Cervera, 2012; Martín y Villanueva, 2018). Lo anterior describe la importancia que tienen las investigaciones para generar confianza, satisfacción y lealtad.

Esto permite plantear la pregunta de investigación: ¿De qué manera la relación de confianza, satisfacción y lealtad desde el profesor aportan a la construcción de reputación corporativa en las universidades? Se recolecta información con un cuestionario aplicado a los profesores de tiempo completo de las facultades de administración o afines de siete universidades acreditadas de Medellín-Colombia, es decir, aquellas que evidencian ante el Consejo Nacional de Acreditación – CNA, altos estándares de calidad y, por ende, el Ministerio de Educación Nacional les otorga este reconocimiento. Estas universidades son: Universidad CES, Universidad Nacional, Universidad Eafit, Universidad de San Buenaventura, Universidad Pontificia Bolivariana, Universidad de Antioquia y Universidad de Medellín. Se espera que los datos permitan contrastar el modelo teórico propuesto y el aporte a la gestión de los modelos organizacionales en las universidades.

## 2. Marco referencial

Existen análisis de constructos como la confianza, la satisfacción y la lealtad en los entornos empresariales. En el sector educativo, se han verificado desde el estudiante y los graduados, pero no desde los profesores. (Schlesinger, Cervera y Iniesta, 2015; Schlesinger, Taulet, Bonillo y Fernández, 2014). Teniendo en cuenta la pregunta planteada, se presenta como resultado el siguiente modelo teórico cuyo objetivo es conocer de qué manera las principales características del mercadeo relacional, que son confianza, satisfacción y lealtad; se relacionan con la gestión de los modelos organizacionales para lograr una adecuada reputación corporativa. La exploración teórica permitió formular las siguientes hipótesis:

H1. Las universidades vienen modernizando sus modelos de gestión y esto influye positivamente en el mercadeo institucional.

H2. El mercadeo institucional cuenta con planes y estrategias que involucran los grupos de interés y esto incide positivamente en el profesor como eje estratégico.

H3. Las universidades consideran que la permanencia del talento humano es clave para su proyección y esto favorece al profesor.

H4. Las acciones que realiza la universidad hacen que el profesor perciba confianza.

H5. La confianza del profesor influye positivamente en la satisfacción y lealtad.

H6. La satisfacción del profesor influye positivamente en la lealtad.

H7. La relación de confianza, satisfacción y lealtad influyen directamente en la reputación corporativa.

## 3. Metodología

Para validar el modelo teórico, se seleccionaron de la plataforma del Consejo Nacional de Acreditación – CNA a las universidades, en éstas se identificaron, con los directivos, a los 367 profesores de tiempo completo de las facultades de administración o afines, y de ellos, se escogieron a partir de un tipo de muestreo no probabilístico, denominado muestreo por conveniencia (Etikan, Musa y Alkassim, 2016), a 231 profesores. El cuestionario hacía referencia a los factores de interés del estudio con sus ítems, los

cuales se seleccionaron luego de una revisión de literatura. En total fueron considerados seis dimensiones, incluido el sociodemográfico. Cada ítem estaba en escala de likert en el que 1 es totalmente en desacuerdo, 2: en desacuerdo, 3: indeciso, 4: de acuerdo y 5: totalmente de acuerdo (Deshpande, 1996), esta escala también es usada con temas similares (Schlesinger, Cervera y Calderón, 2014; Schlesinger, Cervera y Iniesta, 2015; Trullas, Simo, Fusalba, Fito y Sallan, 2018). El cuestionario identifica de qué manera la relación de confianza, satisfacción y lealtad desde el profesor aporta a la construcción de reputación corporativa en las universidades. En éste, se identifican seis apartados, tales como: aspectos sociodemográficos del encuestado, seis preguntas técnicas que responden al componente de la universidad y el mercadeo institucional, luego 10 preguntas de aspectos de mercadeo relacional y confianza, 13 preguntas de la variable satisfacción, 10 preguntas del componente lealtad y nueve preguntas de la reputación corporativa en la universidad. Para garantizar la confiabilidad del proceso se aplicó una prueba piloto dirigida a un grupo de 11 expertos, con un cuestionario con ítems que responden a los factores del mercadeo relacional, la reputación corporativa y el papel que desempeña el profesor en estos. Para la aplicación del instrumento se usaron los formularios de *Google forms*. Los datos obtenidos se analizaron tomando como base las técnicas estadísticas relacionadas con los aspectos de confiabilidad, validez de escala y sistema de ecuaciones estructurales - SEM teniendo en cuenta a (Fornell y Larcker, 1981; Ruiz, Pardo y San Martín, 2010; Anderson y Gerbing, 1988; Jöreskog, 1993). Herramientas que también se usan en estudios sobre mercadeo relacional (Schlesinger, Cervera y Calderón, 2014; Schlesinger, Cervera y Iniesta, 2015; Trullas, Simo, Fusalba, Fito y Sallan, 2018); estos fueron analizados con el *software* estadístico R versión 3.5.1 (*Team* 2013), haciendo uso de los paquetes *Lavaan*, *Sem*, *Semplot*.

#### 4. Análisis de los resultados

Éste se caracteriza por la (1) Descripción de las variables sociodemográficas, (2) confiabilidad y validez de la escala de medida del instrumento de recolección de datos, (3) validación de la relación conjunta de los factores de interés a partir de las ecuaciones de modelos estructurales. La muestra corresponde a 231 profesores de siete universidades acreditadas (Cinco privadas y dos públicas). En cuanto al nivel educativo el 55.84% son magisteres, el 25.54% doctores, el 10.82% especialistas, el 4.76% posdoctores y el 3.03% profesionales. En el rango de edad: el 35.49% está entre 40 y 49 años, el 32.03% entre 30 y 39 años, el 27.27% entre 50 y más y el 5.19% entre 20 y 29 años. Así mismo, el 42.85% son casados, el 37.66% son solteros, el 12.12% están en unión libre y el 7.35% son divorciados. En la tabla 1 se encuentra el total de registro por universidad, clasificadas de la U1 a la U7. Se incluye el género por universidad, encontrando similitud de respuestas entre hombres y mujeres. El tiempo de vinculación superior a un año es representativo y denota algunas estrategias de retención para los profesores.

Universidad	Registros	%	Género F / M	Vinculación mayor 1 año
U1	9	3.89%	6 / 3	88.88%
U2	62	26.83%	34/28	100%
U3	82	35.49%	34/48	97.59%
U4	16	6.92%	11/5	100%

Universidad	Registros	%	Género F / M	Vinculación mayor 1 año
U5	35	15.15%	14/21	97.14%
U6	7	3.03%	3/4	66.66%
U7	20	8.65%	7/13	100%
TOTAL	231	100%	109/122	-

Table 1 – Caracterización sociodemográfica de IES que conformaron la muestra.  
Fuente: Elaboración propia.

Los valores de las medidas asociadas a confiabilidad y validez de escala se presentan en la tabla 2. Se aprecia el coeficiente Alfa de Cronbach, confiabilidad compuesta y el índice de varianza extraída o promedio de varianza extraída (IVE) obtenido en los factores y de los que satisfacen los supuestos de confiabilidad y unidimensionalidad de la escala. Se examinaron las correlaciones de los ítems por cada factor y se aprecia que tenían valores de correlación altamente positivos, mayor o igual a 0.7, (Bagozzi y Yi, 1988; Bentler, 2009). Se establece que los valores reportados en la tabla 2 son superiores al valor mínimo recomendado en la literatura (DiStefano, 2002), para la validez de contenido del instrumento.

Factor	Coefficiente Alfa de Cronbach	Confiabilidad compuesta	Índice de varianza extraída
Mercadeo institucional	0.869	0.927	0.532
Mercadeo relacional	0.957	0.953	0.474
Confianza	0.922	-	-
Satisfacción	0.913	-	-
Lealtad	0.863	-	-
Reputación corporativa	0.690	0.946	0.279

Table 2 – Medidas de confiabilidad y fiabilidad de la escala. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1. Validación del modelo de ecuaciones estructurales

El modelo teórico desagregado en las hipótesis se validó con la técnica de ecuaciones estructurales. Se observó la interacción de los factores y su relevancia en el modelo, estableciendo las relaciones encontradas y, por lo tanto, confirma a partir del análisis de los datos muestrales las relaciones presentadas en el modelo teórico (Ruiz, Pardo y San Martín, 2010). Las principales medidas de bondad de ajuste se exhiben en la tabla 3. Dado la sensibilidad que tiene el contraste de hipótesis vía la estadística ji-cuadrado de acuerdo al tamaño de la muestra, se utiliza como medida remedial para la evaluación del

ajuste del modelo la relación  $\frac{x^2}{df} = 3.6066$  y para el mercadeo institucional  $\frac{x^2}{df} = 1.7747$ ,

la cual es denominada medida de bondad de ajuste absoluto y determina el grado en que el modelo general predice la matriz de correlaciones. Para obtener bondad de ajuste adecuada al modelo, los valores de la relación anterior deben tomar un valor menor o

igual a 5. La medida *Root Mean Square Error of Approximation* - RMSEA evalúa el ajuste absoluto de un modelo y para esta investigación es aceptable (Anderson y Gerbing, 1988). Como medidas de bondad de ajuste incremental que miden la reducción proporcional del estadístico ji-cuadrado en términos de comparar los modelos independiente y teórico respectivamente.

Factor	$\chi^2$	df	p-value	cfi	rmsea	ifi
Mercadeo institucional	7.099	4	0.131	0.995	0.058	0.995
Mercadeo relacional	1543.653	428	0.000	0.778	0.106	0.780

Table 3 – Medidas de bondad de ajuste para el modelo de ecuaciones estructurales.  
Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 3, se observa la pertinencia de las hipótesis: Según la H1, las universidades vienen modernizando sus modelos de gestión, lo que influye positivamente en el mercadeo institucional, encontrando que los directivos y líderes de procesos académicos dinamizan y articulan sus estructuras de gestión con las necesidades de los sujetos, con esto el mercadeo se incorpora en los planes estratégicos. Los profesores lo perciben significativo y esta hipótesis fue aceptada. En cuanto a la H2, el mercadeo institucional cuenta con estrategias que involucran a los grupos de interés y esto incide positivamente en el profesor como eje estratégico. Dentro de las universidades se han planteado estrategias a largo y corto plazo para incorporar los grupos de interés en beneficio de las estrategias de mercadeo institucional, pero los profesores han estado excluidos en estas estrategias. La hipótesis fue rechazada, pues la función no solo es compartir el conocimiento, también es necesario generar proyectos, proyección, investigación y tejido humano con los estudiantes, los compañeros y las redes académicas. Al verificar la H3, las universidades consideran que la permanencia del talento humano es clave para su proyección y esto favorece al profesor. Se observó en los resultados que la mayoría de las universidades (85,714%) cuentan con profesores con antigüedad superior a un año (95,238%), siendo esto un indicador importante que favorece la lealtad de los profesores en los modelos de gestión. Las H1, H2 y H3 presentan su significancia

estadística y pertinencia a partir de la relación  $\frac{\chi^2}{df}$ . Según la H4, las acciones que realiza la universidad hacen que el profesor confíe. El 75.75% del total de profesores, consideró la universidad como una organización sincera y honrada y la hipótesis fue aceptada. En la H5, la confianza del profesor influye positivamente en la satisfacción y la lealtad. Se ha evidenciado que la confianza es la base de todo proceso organizacional (Schlesinger, Cervera y Calderón, 2014) por esto conduce a que un sujeto se sienta satisfecho y en el caso particular de este estudio, el 81.81% está satisfecho en la universidad, aunque no necesariamente al tener confianza se logre tener lealtad. Para la H6, la satisfacción del profesor influye positivamente en la lealtad y la hipótesis fue aceptada, demostrando que es necesario contar con altos niveles de satisfacción para una lealtad perdurable. En la H7, la relación de confianza, satisfacción y lealtad influyen directamente en la reputación corporativa. Según la validación del modelo, las dimensiones y los factores son de importancia para las estrategias de mercadeo relacional y el beneficio de la

reputación corporativa. Pero en este estudio es débil el factor de reputación corporativa, ya que cuenta con bajos indicadores que demuestren la comprensión del factor versus los del mercadeo relacional y mercadeo institucional. Finalmente, para comprender cuál es el valor desde las medidas de confiabilidad Alpha de Cronbach, Omega, Omega 2, Omega 3 e IVE, con el que los factores corresponden al modelo, se consolida en la tabla 4 los factores para comprender la transparencia de los datos. Se visibiliza que los factores de mercadeo institucional y relacional son representativos y confiables para el modelo. Si bien es cierto el de reputación corporativa es un factor débil y no cumple con las indicaciones de (Cronbach, 1951; Cerny y Kaiser, 1977), de que sea superior a 0.70, se aproxima en la escala con un indicador de 0.690. Este nivel de respuesta se debe a que los profesores probablemente no comprenden cómo construir reputación corporativa desde las funciones sustantivas, o no interpretan el concepto y la importancia de éste en la gestión profesoral.

Medida de confiabilidad	Mercadeo Institucional	Confianza	Satisfacción	Lealtad	Reputación corporativa
Alpha de Cronbach	0.754	0.921	0.912	0.862	0.690
Omega	0.771	0.922	0.916	0.873	0.615
Omega 2	0.771	0.922	0.916	0.873	0.615
Omega 3	0.784	0.923	0.919	0.866	0.417
IVE	0.532	0.705	0.614	0.551	0.262

Table 4 – Contraste de medidas de confiabilidad con factores del modelo.  
Fuente: Elaboración propia.

Se utilizó el sistema de modelado de ecuaciones estructurales para examinar el impacto de las posibles relaciones entre dimensiones, factores, constructos y variables de interés, con lo que se puedan confirmar las hipótesis. La ventaja de usar el modelado estructural está en poder establecer la relación de dependencia entre las variables, integrando una serie de ecuaciones que tienen asociado un error de medida y las relaciones se pueden fundar de manera múltiple entre las variables (Jöreskog, 1993). En la tabla 5 se evidencian la carga estand, la carga estand/z-valor y el contraste para cada hipótesis, los \*\*\* clasificados en la carga estand/z-valor es resultado desde el software que evidencia la aceptación o no.

Hipótesis	Relación estructural	Carga estand.	Carga estand./z-valor	Contraste
H1	Universidad - Mercadeo Institucional	1.249	(0.107)***	Aceptada
H2	Mercadeo Institucional - profesor	0.293	(0.166)	Rechazada
H3	Universidad - profesor	1.479	(0.273)***	Aceptada
H4	Profesor - Mercadeo relacional	0.229	(0.043)***	Aceptada

Hipótesis	Relación estructural	Carga estand.	Carga estand. /z-valor	Contraste
H5	Confianza -satisfacción	0.586	(0.096)***	Aceptada
	Confianza - lealtad	0.046	(1.000)	Rechazada
H6	Satisfacción a Lealtad	1.070	(0.160)***	Aceptada
H7	Confianza, satisfacción y Lealtad-Reputación	0.797	(0.2013)***	Aceptada

Table 5 – Modelo de ecuaciones estructurales: análisis de relaciones causales y contraste de hipótesis. Fuente: Elaboración propia.

Luego de la validación del modelo planteado, de las siete hipótesis, se aceptan la H1, H3, H4, H5.1, H6, H7. Y no se aceptan la H2, H5.2. Los profesores perciben que las universidades están transformando la gestión a partir de estrategias que generen valor, al mismo tiempo consideran que la confianza, la satisfacción y la lealtad son valiosos en cualquier proceso administrativo y académico, sin embargo, al verificar la manera en la que se involucran a la planeación estratégica de mercadeo, poco se identifican o apoyan el proceso. Se identificó entre las hipótesis, la manera en que se asocian algunos factores, encontrando que la covarianza en la regresión mercadeo relacional a reputación corporativa es 0.314 (0.057)\*\*\*, aspecto que es satisfactorio y aceptado. Y en cuanto el profesor y su asociación con la reputación corporativa el resultado fue de 0.118 (0.030)\*\*\*, resultado que también es importante para el modelo, desde la relación de sus variables.

## 5. Discusión y conclusiones

Esta investigación se enfocó un modelo teórico de mercadeo relacional que articula al profesor como eje principal en la gestión de los modelos organizacionales en las universidades para proyectar una mejor reputación corporativa. Los resultados confirman investigaciones anteriores en cuanto a la importancia del mercadeo como estrategia de gestión (Arar, Turan, Barakat y Oplatka, 2017); de la misma manera se confirma que el enfoque del mercadeo relacional es necesario para generar confianza, satisfacción y lealtad (James y Oplatka, 2018; Schlesinger, Cervera y Iniesta, 2015; Trullas, Simo, Fusalba, Fito y Sallan, 2018); y que todas estas acciones aportan en la comprensión y consolidación de la reputación corporativa. Los sistemas de gestión en los modelos organizacionales de las estructuras educativas, han permitido que se avance en la comprensión de los requerimientos de los sujetos (Ogunnaike, Tairat y Emmanuel, 2014); para responder a sus exigencias y ser competitivos en los requerimientos (Espinar, 2018), se han identificado las falencias del pasado y se ha reformulado la manera de hacer mercadeo en las organizaciones educativas, aspectos como la globalización han hecho que los modelos académicos sean cercanos a las necesidades de los individuos que están conectados a culturas y nuevas maneras de aprendizaje (Oplatka, 2018). Existen entonces herramientas de mercadeo que facilitan la gestión, una de ellas es la orientación al mercado. Desde los modelos de gestión

educativa, se beneficia la proyección y los resultados de los directivos, ya que al incorporarlo dentro de la estructura funcional de las organizaciones académicas, se construye una cultura de mercadeo (Oplatka y Hemsley, 2007), permeando los procesos administrativos y académicos para lograr mejores resultados en aspectos como la calidad del servicio, la comunicación estratégica y la identificación de necesidades de la sociedad para que sean abordados por la universidad. Esta investigación concluye que las universidades han mejorado sus modelos organizacionales con el área de mercadeo y el diseño de planes que respondan a las necesidades del entorno, pero poco involucran al profesor en estos. Los profesores perciben confianza y satisfacción en la universidad y esto repercute en la lealtad para permanecer en sus lugares de trabajo. Así mismo, se evidencia que la relación de las principales características del mercadeo relacional, logran un enfoque de mercadeo basado en las relaciones, apoyando aspectos que benefician la reputación corporativa. Finalmente, en el componente de reputación corporativa hay poco conocimiento y comprensión en cómo se potencia desde la docencia, es así que se hace importante la comunicación desde las directivas con los profesores, y la articulación con los planes de mercadeo para promover la identidad universitaria y a la vez para que ellos se motiven a investigar y profundizar de manera analítica (Oliver, 1999; Hamid, 2016). Se concluye que el profesor necesita motivos en las universidades para interactuar en el aula de manera asertiva, así como lo mencionan (Akpaveva, Ivanova, Luchina, Minaeva y Zhestkova, 2016). Poco se ha explorado la importancia que trae para la gestión académica la confianza, la satisfacción y la lealtad de los profesores. Es necesario que las universidades tengan mayor compromiso con las estrategias de reclutamiento y retención de profesores (Bulger, Jones, Taliaferro y Wayda, 2015), ya que ellos, como creadores de relacionamiento, se adapta a la universidad y a los estudiantes (Wilkinson, Weiss y Grainger, 2013). Las siete hipótesis contrastadas, demuestran la importancia que tiene la relación de las dimensiones de mercadeo institucional, relacional y reputación corporativa en la gestión de los directivos, aportando a la manera en la que se pueden diseñar estrategias con enfoque relacional, involucrando al profesor y generando una adecuada reputación corporativa. James y Oplatka (2018), además Oplatka y Hemsley (2007), mencionan que cuando los directivos de las universidades se adaptan a los requerimientos del medio, facilitan el mercadeo institucional, ya que van en sintonía con la articulación de los grupos internos y externos para generar identidad e imagen. Se han vuelto frecuentes las investigaciones sobre la satisfacción laboral de los profesores para conocer las estrategias de enseñanza en el aula, la capacidad de investigación y la reputación corporativa (Poole, 2017), además del equilibrio entre el trabajo y la vida personal (Arif y Llyas, 2013). Se tiene en cuenta la satisfacción en la remuneración (Harakal'ova y Harakal'ova, 2015), la conformidad en los títulos académicos (Wei y Junyan, 2015) y la infraestructura, para comprometerlos a trabajar en equipo y tener resultados de calidad (Li, Gallarza y Fayos, 2016; Martín y Villanueva, 2018), apoyándolos tecnológicamente para mantenerlos conectados con los estudiantes y la comunidad académica (Brahimi y Sarirete, 2015). Finalmente se concluye que los modelos de gestión en las universidades se han adaptado a las necesidades de los estudiantes, docentes y comunidad en general y para ello comprenden la importancia del mercadeo relacional para generar valor.

## Referencias

- Akpayeva, A. B., Ivanova, N. V., Luchina, T. I., Minaeva, E. V., & Zhestkova, E. A. (2016). Specifics of educational activity anti-motivation in future teachers subject to the training period. *International Review of Management and Marketing*, 6(3S), 265-269.
- Akareem, H. S., & Hossain, S. S. (2016). Determinants of education quality: what makes students' perception different? *Open Review of Educational Research*, 3(1), 52-67. doi.org/10.1080/23265507.2016.1155167.
- Anderson, J. C., & Gerbing, D. W. (1988). Structural equation modeling in practice: A review and recommended two-step approach. *Psychological bulletin*, 103(3), 411.
- Arar, K., Haj, I., Abramovitz, R., & Oplatka, I. (2016). Ethical leadership in education and its relation to ethical decision-making. *Journal of Educational Administration*. doi.org/10.1108/JEA-11-2015-0101.
- Arar, K., Turan, S., Barakat, M., & Oplatka, I. (2017). The characteristics of educational leadership in the Middle East: A comparative analysis of three nation-states. *The Wiley international handbook of educational leadership*, 355-374.
- Amoli, S. J., & Aghashahi, F. (2016). An investigation on strategic management success factors in an educational complex. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 230, 447-454. doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.09.056.
- Arif, S., & Ilyas, M. (2013). Quality of work-life model for teachers of private universities in Pakistan. *Quality Assurance in Education*. doi.org/10.1108/QAE-Feb-2012-0006.
- Bagozzi, R. P., & Yi, Y. (1988). On the evaluation of structural equation models. *Journal of the academy of marketing science*, 16(1), 74-94.
- Brahimi, T., & Sarirete, A. (2015). Learning outside the classroom through MOOCs. *Computers in Human Behavior*, 51, 604-609. doi.org/10.1016/j.chb.2015.03.013.
- Bennett, R., & Ali-Choudhury, R. (2009). Prospective students' perceptions of university brands: An empirical study. *Journal of Marketing for Higher Education*, 19(1), 85-107. doi.org/10.1080/08841240902905445.
- Bentler, P. M. (2009). Alpha, dimension-free, and model-based internal consistency reliability. *Psychometrika*, 74(1), 137. DOI: 10.1007/S11336-008-9100-1.
- Boix, J. C., Boluda, I. K., & López, N. V. (2019). ¿Por qué las instituciones de educación superior deben apostar por la marca? *Revista de Investigación Educativa*, 37(1), 111-127. DOI: https://doi.org/10.6018/rie.37.1.291191.
- Bulger, S., Jones, E. M., Taliaferro, A. R., & Wayda, V. (2015). If you build it, they will come (or not): Going the distance in teacher candidate recruitment. *Quest*, 67(1), 73-92. doi.org/10.1080/00336297.2014.984731.
- Cerny, B. A., & Kaiser, H. F. (1977). A study of a measure of sampling adequacy for factor-analytic correlation matrices. *Multivariate behavioral research*, 12(1), 43-47. doi.org/10.1207/s15327906mbr1201\_3.

- Cownie, F. (2019). What drives students' affective commitment towards their university? *Journal of Further and Higher Education*, 43(5), 674-691. doi.org/10.1080/0309877X.2017.1394988.
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *psychometrika*, 16(3), 297-334.
- DiStefano, C. (2002). The impact of categorization with confirmatory factor analysis. *Structural equation modeling*, 9(3), 327-346. doi.org/10.1207/S15328007SEMO903\_2.
- De Sousa, L., Kanyimba, A. T., Barnard, Z., & Van der Merwe, D. (2016). Innovative management for organizational sustainability in higher education. *International Journal of Sustainability in Higher Education* doi.org/10.1108/IJSHE-08-2014-0120.
- Deshpande, S. P. (1996). The impact of ethical climate types on facets of job satisfaction: An empirical investigation. *Journal of Business Ethics*, 15(6), 655-660.
- Dimiyati, M., & Subagio, N. A. (2018). Customer trust as mediator in the creation of customer relationship intention. *Management & Marketing*, 13(1), 710-729. doi.org/10.2478/mmcks-2018-0001.
- Etikan, I., Musa, S. A., & Alkassim, R. S. (2016). Comparison of convenience sampling and purposive sampling. *American journal of theoretical and applied statistics*, 5(1), 1-4. DOI: 10.11648/j.ajtas.20160501.11.
- Ehigie, B. O., & Taylor, M. (2009). Managing students' loyalty to school after graduation through relationship marketing. *The TQM journal*. doi.org/10.1108/17542730910983416.
- Espinar, S. R. (2018). La Universidad: una visión desde "fuera" orientada al futuro. *Revista de Investigación Educativa*, 36(1), 15-38. DOI: https://doi.org/10.6018/rie.36.1.309041.
- Frasquet, M., Calderón, H., & Cervera, A. (2012). University–industry collaboration from a relationship marketing perspective: An empirical analysis in a Spanish University. *Higher Education*, 64(1), 85-98.
- Frasquet, M., Calderón, H., & Cervera, A. (2012). University–industry collaboration from a relationship marketing perspective: An empirical analysis in a Spanish University. *Higher Education*, 64(1), 85-98.
- Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of marketing research*, 18(1), 39-50. doi.org/10.1177/002224378101800104.
- García-Sanchis, M., Gil-Saura, I., & Berenguer-Contrí, G. (2015). Dimensionalidad del servicio universitario: una aproximación desde un enfoque de marketing. *Revista iberoamericana de educación superior*, 6(15), 26-49. doi.org/10.1016/S2007-2872(15)30002-0.

- Hashim, S., Mohd Yasin, N., & Ya'kob, S. A. (2020). What constitutes student–university brand relationship? Malaysian students' perspective. *Journal of Marketing for Higher Education*, 1-23. doi.org/10.1080/08841241.2020.1713278.
- Harakal'ova, D., & Harakal'ova, L. (2015). Employment of university teachers in Slovak Republic. *Актуальні проблеми економіки*, (9), 344-351.
- Hamid, S. A. (2016). Positive and Negative Perceptions on School Marketing: A Case Study of three types of School in England. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 6(11), 224-232. DOI: 10.6007/IJARBS/v6-i11/2387.
- Harrison-Walker, L. J. (2010). Customer prioritization in higher education: targeting 'right' students for long-term profitability. *Journal of Marketing for Higher Education*, 20(2), 191-208. doi.org/10.1080/08841241.2010.526355.
- Hennig-Thurau, T., Langer, M. F., & Hansen, U. (2001). Modeling and managing student loyalty: An approach based on the concept of relationship quality. *Journal of service research*, 3(4), 331-344. doi.org/10.1177/109467050134006.
- Hemsley-Brown, J., & Oplatka, I. (2010). Market orientation in universities. *International journal of educational management*. doi.org/10.1108/09513541011031565.
- Hemsley-Brown, J., & Oplatka, I. (2006). Universities in a competitive global marketplace. *International Journal of public sector management*. doi.org/10.1108/09513550610669176.
- James, C., Crawford, M., & Oplatka, I. (2019). An affective paradigm for educational leadership theory and practice: connecting affect, actions, power and influence. *International Journal of Leadership in Education*, 22(5), 617-628. doi.org/10.1080/13603124.2018.1481536.
- Jöreskog, K. G. (1993). *Testing structural equation models*. Sage focus editions, 154, 294-294.
- Kaiser, H. F. (1974). An index of factorial simplicity. *Psychometrika*, 39(1), 31-36.
- Kureshi, S., & Thomas, S. (2020). Testing the influence of message framing, donation magnitude, and product category in a cause-related marketing context. *Journal of Marketing Communications*, 26(3), 268-289. doi.org/10.1080/13527266.2018.1528475.
- Khoshtaria, T., Datuashvili, D., & Matin, A. (2020). The impact of brand equity dimensions on university reputation: an empirical study of Georgian higher education. *Journal of Marketing for Higher Education*, 1-17. doi.org/10.1080/08841241.2020.1725955.
- Li, D., Gallarza, M. G., & Fayos Gardó, T. (2016). The value trade-off in Higher Education service: A qualitative intercultural approach to students' perceptions. *Intangible Capital*, 12(4), 855-880.

- Martín, I. L., & Villanueva, P. G. (2018). La tutoría universitaria como espacio de relación personal. Un estudio de caso múltiple. *Revista de Investigación Educativa*, 36(2), 381-399. DOI: <https://doi.org/10.6018/rie.36.2.291161>.
- Mogaji, E., & Yoon, H. (2019). Thematic analysis of marketing messages in UK universities' prospectuses. *International Journal of Educational Management*. (Experiencia del estudiante) [doi.org/10.1108/IJEM-05-2018-0149](https://doi.org/10.1108/IJEM-05-2018-0149).
- Oplatka, I., & Hemsley-Brown, J. (2012). The research on school marketing: current issues and future directions—an updated version. *The management and leadership of educational marketing: Research, practice and applications*, 3-35. [doi.org/10.1108/S1479-3660\(2012\)0000015003](https://doi.org/10.1108/S1479-3660(2012)0000015003)
- Oplatka, I., & Hemsley-Brown, J. (2007). The incorporation of market orientation in the school culture. *International Journal of Educational Management*. [doi.org/10.1108/09513540710749519](https://doi.org/10.1108/09513540710749519)
- Oplatka, I. (2017). Principal workload. *Journal of Educational Administration*. [doi.org/10.1108/JEA-06-2016-0071](https://doi.org/10.1108/JEA-06-2016-0071).
- Oplatka, I., & Lapidot, A. (2018). Novice principals' perceptions of their mentoring process in early career stage: the key role of mentor-protégé relations. *Journal of Educational Administration and History*, 50(3), 204-222. [doi.org/10.1080/00220620.2017.1420044](https://doi.org/10.1080/00220620.2017.1420044)
- Oplatka, I. (2018). Understanding Emotion in Educational and Service Organizations through Semi-Structured Interviews: Some Conceptual and Practical Insights. *The Qualitative Report*, 23(6), 1347-1363.
- Oliver, R. L. (1999). Whence consumer loyalty? *Journal of marketing*, 63(4\_suppl1), 33-44. [doi.org/10.1177/00222429990634s105](https://doi.org/10.1177/00222429990634s105)
- Ogunnaike, O., Tairat, B., & Emmanuel, J. (2014). Customer relationship management approach and student satisfaction in higher education marketing. *Journal of Competitiveness*, 6(3), 49-62.
- Poole, S. M. (2017). Developing relationships with school customers: the role of market orientation. *International Journal of Educational Management*. [doi.org/10.1108/IJEM-08-2016-0171](https://doi.org/10.1108/IJEM-08-2016-0171).
- Quijano, L. G. (2017). La universidad: ¿empresa o utopía? *Revista Colombiana de Educación*, (72), 221-241. [doi: https://doi.org/10.17227/01203916.4650](https://doi.org/10.17227/01203916.4650).
- Ruiz, M. A., Pardo, A., & San Martín, R. (2010). Modelos de ecuaciones estructurales. *Papeles del psicólogo*, 31(1), 34-45.
- Schlesinger, W., Cervera, A., & Pérez-Cabañero, C. (2017). Sticking with your university: the importance of satisfaction, trust, image, and shared values. *Studies in Higher Education*, 42(12), 2178-2194. [doi.org/10.1080/03075079.2015.1136613](https://doi.org/10.1080/03075079.2015.1136613).

- Schlesinger, W., Cervera, A., & Calderón, H. (2014). El papel de la confianza, la imagen y los valores compartidos en la creación de valor y lealtad: aplicación a la relación egresado-universidad. *Revista Española de Investigación de Marketing ESIC*, 18(2), 126-139. doi.org/10.1016/j.reimke.2014.06.001.
- Schlesinger, W., Cervera, A., & Iniesta, M. Á. (2015). Key elements in building relationships in the higher education services context. *Journal of Promotion Management*, 21(4), 475-491. doi.org/10.1080/10496491.2015.1051403.
- Schlesinger, W. (2012). La identificación egresado-universidad: un modelo desde un enfoque de marketing relacional. *Revista de ciencias sociales*, 18(1).
- Schlesinger, M. W., Taulet, A. C., Bonillo, M. Á. I., & Fernández, R. S. (2014). Un enfoque de marketing de relaciones a la educación como un servicio: aplicación a la Universidad de Valencia. *Innovar. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales*, 24(53), 113-125.
- Team, R. C. (2013). R: A language and environment for statistical computing.
- Ting, S. C. (2011). The effect of internal marketing on organizational commitment: job involvement and job satisfaction as mediators. *Educational Administration Quarterly*, 47(2), 353-382. doi.org/10.1177/0013161X10387589
- Trullas, I., Simo, P., Fusalba, O. R., Fito, A., & Sallan, J. M. (2018). Student-perceived organizational support and perceived employability in the marketing of higher education. *Journal of Marketing for Higher Education*, 28(2), 266-281. doi.org/10.1080/08841241.2018.1488334
- Wei, W., & Junyan, L. (2015). A Study on Teachers' Occupational Belief in Local Universities and Colleges: Based on the Survey of a College in Xiamen. *Chinese Education & Society*, 48(4), 312-325. doi.org/10.1080/10611932.2015.1119540
- Wilkinson, L., Weiss, P. E., & Grainger, R. (2013, July). MyCI: Crossing the Border of student and communication instructor relationships. In *IEEE International Professional Communication 2013 Conference* (pp. 1-5). IEEE. DOI: 10.1109/IPCC.2013.6623900

# Innovación en la gestión universitaria: reto para la educación superior

Enrique Melamed-Varela<sup>1</sup>, Enohemit Olivero-Vega<sup>2</sup>, Remberto De la Hoz-Reyes<sup>3</sup>, Ana Beatriz Blanco-Ariza<sup>4</sup>

**emelamed@unisimonbolivar.edu.co; eolivero@unisimonbolivar.edu.co;  
rjdelahoz@unisimonbolivar.edu.co; ablanco1@unisimonbolivar.edu.co**

<sup>1</sup> Universidad Simón Bolívar, Facultad de Administración y Negocios, Barranquilla, Colombia.

<sup>2</sup> Universidad Simón Bolívar, Facultad de Administración y Negocios, Barranquilla, Colombia.

<sup>3</sup> Universidad Simón Bolívar, Facultad de Ingenierías, Barranquilla, Colombia.

<sup>4</sup> Universidad Simón Bolívar, Facultad de Administración y Negocios, Barranquilla, Colombia.

**Pages: 241-254**

**Resumen:** Este artículo tiene como objetivo analizar las condiciones de innovación que implica la gestión universitaria, para argumentar consideraciones claves para su fomento en la educación superior. Como estrategia metodológica se argumenta el paradigma interpretativo mediante una construcción colectiva con participantes de universidades colombianas, discutiendo la narrativa de: innovación y gestión universitaria. Como hallazgo del trabajo realizado con los participantes, se identificó la pertinencia de la estructura y procesos en su proyecto educativo institucional, perfilándose una oportunidad de innovación como medida para la transformación educativa. La innovación universitaria representa un eje temático en el fundamento de su gestión organizacional, presentándose la necesidad de continuar identificando formas de impulso de la innovación en educación superior, articulando tecnología, dinamismo y la interactividad en la formación universitaria y la calidad de la educación superior.

**Palabras-clave:** innovación; universidad; gestión de la educación; organizaciones educativas.

## *Innovation on university management. Challenges to higher education*

**Abstract:** This article aims to analyze the conditions of innovation involved in university management, to argue key considerations for its promotion in higher education. As a methodological strategy the interpretive paradigm is argued through a collective construction with participants from Colombian universities, discussing the narrative of innovation and university management. As a finding of the work done with the participants, the relevance of the structure and processes in its institutional educational project was identified, with an opportunity for innovation as a measure for educational transformation. University innovation represents a thematic axis on the basis of its organizational management, presenting the need to

continue to identify forms of impetus of innovation in higher education, articulating technology, dynamism and interactivity in university training and the quality of superior education.

**Keywords:** innovation; university; education management; educative organizations.

## 1. Introducción

La época contemporánea y las nuevas formas de las organizaciones implican mayor vinculación de la labor misional de las universidades con los resultados generados en proyectos de ciencia, tecnología e innovación en las diferentes disciplinas y áreas del conocimiento, de tal forma que desde esta relación se impulse la calidad académica en el proceso de formación profesional y se fortalezcan los resultados de la generación de nuevo conocimiento y desarrollo tecnológico, a la par que se promueva su apropiación social y la cualificación del capital humano en los territorios.

En el desempeño de las actividades académicas en las universidades, la política de estado de la educación superior es determinante en las decisiones estratégicas de las directivas institucionales, sobresaliendo el caso colombiano por presentar dependencia, regulación y cambios sistemáticos en la directriz del gobierno con finalidades de garantía, sostenibilidad y permanencia del servicio educativo, pero presentando igualmente efectos sobre la autonomía, orientación a la innovación y fomento de las capacidades colectivas en las organizaciones educativas (Rama, 2015).

De esta manera se argumenta la pertinencia de realizar un despliegue técnico de la actividad innovadora desde la óptica de la gestión universitaria, de tal forma que permita dimensionar reflexiones desde su conocimiento técnico y aplicado en las actividades académicas y científicas liderados desde los distintos escenarios que integran las universidades; confrontando aspectos y factores de la gestión académico-administrativa y sus implicaciones determinantes en el servicio educativo superior e identificando las oportunidades de mejoramiento desde su actividad misional, en coherencia con un principio de fortalecimiento de la calidad institucional (Uribe, 2013).

Es por ello por lo que se plantea la pregunta ¿qué consideraciones se han presentado respecto a la innovación universitaria en universidades latinoamericanas?, del cual se determina la necesidad de analizar las condiciones de innovación que implica la gestión de organizaciones universitarias, con la finalidad de generar argumentos de las consideraciones claves en la construcción y fomento de la universidad innovadora que responda a los retos de un mundo mayormente interconectado y dinámico.

En la estructura de esta investigación se analizan en primera instancia las teorías y referentes que fundamentan la gestión de organizaciones educativas y el reto que ha implicado la innovación universitaria para el contexto latinoamericano, que en palabras de Brunner (2014) implica la redefinición de las bases de organización, administración y gestión de los factores, características y funciones que implica la educación; marco de referencia que ha permitido organizar una construcción colectiva con participantes de distintas universidades para indagar consideraciones y reflexiones de los aspectos inherentes a la práctica innovadora en dichas instituciones; hallazgos que han identificado la pertinencia de la innovación en las universidades en los escenarios contemporáneos

de la educación superior, fortaleciendo continuamente la calidad del sistema educativo y su articulación con los demás agentes de los ecosistemas de innovación.

## **2. Marco teórico**

### **2.1. Gestión de organizaciones educativas**

El liderazgo de los estudios sociales desde las instituciones ha permitido conformar un paradigma de pensamiento que expone y despliega los diversos comportamientos políticos y el desempeño de la gobernanza y sus modalidades en las administraciones gubernamentales (De la Hoz, 2016), este institucionalismo también es incidente en la forma de gerencia de las universidades, a lo que Issa (2017) argumenta la pertinencia de idealizar cambios estructurales desde sus capacidades internas, de tal forma que se dimensione su contribución en el desarrollo económico y el mejoramiento de las condiciones de vida de su entorno inmediato. En el compendio de los estudios institucionales, De Vries & Ibarra (2004) argumentan que las universidades han sido catalogadas como instituciones excepcionales de las cuales los estudios disponibles se registran desde su concepción como institución moderna cerca de la década de los 60; aun cuando hay diversidad de especificidades en las universidades que implican distintos enfoques de análisis desde la teoría de las organizaciones, lo que genera ligeras diferencias de las empresas tradicionales y de los organismos estatales.

Sin desconocer la naturaleza de las universidades como instituciones de educación, se hace relevante en primera instancia profundizar en la gestión de organizaciones educativas, por ello se debe tener en cuenta el carácter de las instituciones en las economías emergentes en las condiciones de la globalización (Bonal & Verger, 2016), en este sentido es sobresaliente que las universidades como parte de la sociedad civil generan y apropian el servicio educativo de nivel superior, interactuando con un complejo de actores que participan en las distintas dinámicas de mercado generadas en el sistema y no se encuentran exentas de las tensiones que se manifiestan a raíz de dicha interactividad (Fuentes, 2015).

A partir del principio de fundamentar el crecimiento y desarrollo económico en el conocimiento, Lee, Ham & Choi (2016) argumentan la relevancia de su producción, apropiación y aplicación, así como de la información en la cual se sustenta, de la misma, las economías basadas en el conocimiento están caracterizadas por: 1) socializar e impulsar la actividad innovadora y los grados en el cambio tecnológico paulatinamente, 2) soportar de forma eficiente el sistema nacional de innovación y 3) contar con un ambiente de negocios que dinamiza la innovación vinculada con el sistema nacional de innovación, así como el acceso a la información en las comunidades internacionales. En este sentido se afirma que en las universidades como parte de sus funciones misionales debería ser en su esencia innovadora, no obstante Brunner (2014) expone que en contextos como el latinoamericano prevalece un pensamiento conservador en la gestión organizacional que limita el desarrollo de la universidad como agente innovador.

Sin embargo, aun cuando hay limitaciones en cuanto a una cultura tradicionalista arraigada en la forma organizacional de diversas universidades en Latinoamérica, debe abogarse por esfuerzos que permitan la transformación de paradigmas en dichas

instituciones de educación superior (De Vries & Ibarra, 2004; Brunner, 2014). Actuando como factores clave en su gestión la creatividad y el conocimiento de acuerdo con Ollarves (2006) gracias a su aporte en el complejo procedimiento de administrar los sistemas de innovación al interior de las organizaciones educativas, expresándose desde las redes de intercambio y transferencia de conocimiento, la construcción colectiva de nuevas metodologías y la productividad del capital intelectual en escenarios emergentes.

La organización y gestión administrativa en las universidades de acuerdo con Alonso, Michelena & Alfonso (2013) es dependiente y particular según el carácter institucional de las organizaciones educativas y su filosofía estratégica de gestión, pero fundamentalmente como medio de garantizar su calidad en el sistema, asumen un enfoque basado en procesos desagregados en las categorías: estratégicos, misionales y de apoyo, representando su actividad principal los procesos académicos, de tal manera que por medio de su ejercicio se articulen recursos y resultados en función del cumplimiento de las necesidades y expectativas sociales.

## **2.2. Innovación universitaria**

El cambio, las estrategias y las decisiones orientadas al mejoramiento forman parte un proceso de innovación en la gestión de organizaciones que implica dar respuesta a una problemática que persiste y limita las capacidades (Christensen, 2013), desde esta idea Brunner (2014) hace sobresaliente el reto para las universidades de posicionarse como instituciones de educación innovadoras que generen y transfieran conocimiento, liderando nuevas formas de gestión educativa que permitan fortalecer su calidad académica (Pedró, 2015).

En este orden de ideas, la discusión de la temática de innovación universitaria se posiciona como determinante en el futuro de las instituciones universitarias, especialmente en contextos como el latinoamericano donde aún se requiere incrementar la productividad académica y científica, generar y transferir conocimientos a los actores sociales, fomentar una cultura emprendedora e innovadora, avanzar en equidad, calidad y pertinencia de sus programas académicos y confrontar el reto de la internacionalización (Brunner, 2014), dichas pautas implican la transformación del rol de las universidades como parte del contexto social y hace sobresaliente su continuo círculo de mejoramiento.

Hablar de innovación universitaria implica dimensionar la metáfora organizacional de la universidad innovadora, propuesta en la que Christensen & Eyring (2011) exponen dos frentes, en primera instancia las decisiones de las administraciones gubernamentales, cuyas consecuencias se reflejan en crecimientos económicos paulatinos para las comunidades, los significativos costos de las matrículas en las universidades y el nivel de endeudamiento de los hogares, estos hechos limitan el acceso al servicio de educación superior y aluden el pensamiento de universidad tradicional; argumentando la importancia en la academia de reinventar formas estructurales de su gestión como parte de su identidad institucional.

El segundo frente argumentado por Christensen & Eyring (2011) se relaciona con la disruptividad en la educación superior, entiendo dicho concepto cuando un producto o servicio se caracteriza por ser asequible, accesible, ampliamente utilizado y que transforma su concepción tradicional; en el sector educativo la inclusión de las ha representado

el punto de partida para el surgimiento del aprendizaje mediado (e-learning), el cual además de crear nuevas oportunidades de cualificación para los estudiantes en distintos territorios, presenta la ventaja de ser más flexible y optimizar los costos implicados en la actividad.

A partir de este conjunto de ideas, Santos-Rego (2016) expone la pertinencia de la mediación en las relaciones educativas y como mediante la inclusión tecnológica se logra la metáfora de la universidad como organización inteligente que aprende y mejora continuamente la calidad de su servicio educativo, este planteamiento corresponde con Christensen & Eyring (2011) al determinar que las universidades tradicionales confrontan la amenaza de las fluctuaciones de costos y crisis económicas que deriven en deserción estudiantil, aludiendo que se presenta un dilema disyuntivo: aferrarse a un modelo de escasos cambios en 150 años o asumir nuevas innovaciones en aprendizaje gracias a las nuevas tecnologías de la información.

Por otra parte, también es necesario mencionar el componente pedagógico que implica dimensionar la innovación universitaria, a lo que Rangel (2015) expone que el desarrollo de competencias es parte fundamental de la actividad principal de las organizaciones universitarias y si bien, hay una evolución de los paradigmas educativos y epistemológicos de la academia por la interconectividad del mundo, el rol de la innovación universitaria además de integrar nuevas tecnologías y formas estructurales (Christensen & Eyring, 2011), también debe abogar por la pertinencia de los contenidos curriculares por disciplina, especializar perfiles profesionales, desarrollar capacidades distintivas de la oferta educativa y velar por la universalización de los saberes científicos desde el ejercicio universitario (Rangel, 2015).

Mientras que García, Hinojosa & Gutiérrez (2017), argumentan que los procesos de innovación en las organizaciones universitarias no solo responden a una demanda de la política de estado de las comunidades internacionales, pues también apelan a fortificar la eficiencia de los procesos de enseñanza-aprendizaje de forma vinculante con las comunidades que exigen mayor capacidad de análisis y respuesta a problemáticas contextuales emergentes.

### **3. Materiales y métodos**

#### **3.1. Diseño metodológico**

La investigación se ha propuesto como analítica, donde se asume una posición de reflexión sistemática de los componentes temáticos de estudio, en la búsqueda de una comprensión e interpretación profunda de la problemática de investigación (Ruíz, 2012); este fundamento se ha complementado con el enfoque de investigación cualitativa como modalidad de investigación que permite el análisis las subjetividades de la realidad social (Ramos, 2015); propiciando un avance en el estudio de la realidad sin incurrir en el control empírico (Ruíz, 2012).

Como soporte epistemológico se ha determinado el paradigma interpretativo (Ricoy, 2006; Ramos, 2015), concentrando su desarrollo en la generación de un marco de referencia de la innovación universitaria como un concepto pertinente y relevante para las comunidades académicas y su contextualización a partir de factores de

análisis, desglosando la complejidad en la gestión institucional de las universidades y la participación de actores en el proceso. Mientras que el método hermenéutico para el análisis de discurso permite una comprensión profunda de la narrativa recuperada mediante un ejercicio de interpretación y contextualización (Cárcamo, 2005), implicando de igual forma, un despliegue analítico de contenido, léxico y discurso desde una óptica constructivista que permita una interpretación y comprensión del problema de investigación (Martínez, 2002).

### 3.2. Variables de investigación

Deconstruir la problemática de estudio en variables ha implicado el despliegue de los aspectos en coherencia con el enfoque cualitativo de investigación, dichas variables no implican relaciones de incidencia o afectación, pues se presentan con la finalidad de comprender su estructura técnica y desarrollar su análisis particular según el contexto del estudio. A partir de lo anterior la tabla 1 presenta el despliegue de las variables que conforman el marco del estudio que ha sido propuesto.

VARIABLE PRINCIPAL	SUB-VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL
Gestión institucional	Direccionamiento estratégico	Forma por la cual en la organización se agrupan y dirigen los recursos en función de las necesidades y expectativas sociales con la finalidad de generar valor en la gestión de la institución (Zartha, Orozco, Vergara & Martínez, 2011).
	Procesos académicos	Constituye el principio de posicionar al estudiantado en el centro de su actividad principal, buscando impulsar su conocimiento, habilidades y destrezas como parte de su actividad formativa (Acuerdo 03, 2014)
	Proyecto educativo	Representa la estrategia institucional por la cual se desarrollan y cumplen las disposiciones educativas determinadas por la legislación vigente, tomando como referencia las situaciones y variantes de su entorno (Ministerio de Educación Nacional, s.f.).
Innovación universitaria	Uso de tecnologías de la información y comunicaciones	Mecanismos para el fomento de las herramientas digitales que garanticen flexibilidad en la enseñanza y el aprendizaje de calidad en la oferta educativa (Altamirano & Lera, 2017).
	Estructura académico-administrativa	Definición de roles e interacciones que conforman la operación de la organización con el propósito de dar cumplimiento a su función y a los objetivos programados (Quintero, Corrales, Martínez & Aréchiga, 2010).
	Metodologías emergentes	Desarrollo de nuevas modalidades que plantean pedagogías más allá de las aulas, generando entornos de aprendizaje de mayor dinamismo e interactividad (Aduviri, 2013).
	Colaboración con el sistema de innovación	Capacidad de articulación de los agentes de los sistemas de innovación, en función de impulsar la fluidez del conocimiento y el desarrollo de plataformas estratégicas de recursos y capacidades que fortalezcan la productividad de las instituciones (Quintero, 2010).

Fuente: elaboración propia (2019)

Tabla 1 – Matriz de definición de variables

### 3.3. Herramientas y estrategias

El universo que ha sido planteado en la delimitación y alcance del estudio corresponde a las siete universidades domiciliadas en la ciudad de Barranquilla, Colombia registradas ante el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior ([SNIES], 2018); instituciones de educación superior que representan una gran plataforma de actores entre profesores y directivos, los cuales se posicionan como los miembros de la comunidad académica de mayor vinculación con la gestión institucional y de fomento de la innovación universitaria. A partir de este principio se fundamenta la necesidad de limitar las unidades de análisis y conforme al enfoque cualitativo de investigación, recurrir a una técnica de muestreo no probabilístico, consolidando un total de 45 participantes adscritos a las universidades.

Como fuentes primarias del estudio se han desarrollado entrevistas a los actores participantes de las universidades, soportados también en una estrategia de observación y contextualización de los escenarios institucionales propios de cada organización educativa, lo que ha permitido la identificación de la heterogeneidad y especialización que cada institución presenta, lo que también es acorde a otros aspectos como la trayectoria, capacidad económica, modelo pedagógico, entre otros. Este aspecto en el desarrollo de la entrevista no ha incidido con su desarrollo, pero representa una consideración como determinante y limitación en la narrativa de los entrevistados.

Dado el carácter cualitativo de la información recopilada en el trabajo de campo, se ha requerido la sistematización y organización del discurso de los participantes en el código de lenguaje escrito que facilite realizar triangulaciones y clasificación de las categorías conforme a la operacionalización de las variables; por ello como herramienta de soporte se ha recurrido al software de procesamiento de datos cualitativos NVivo versión 12.0 para Windows, que ha sido el apoyo en la labor de la codificación de las narrativas recuperadas y facilitador en el filtro e identificación y análisis de ideas y categorías vinculantes.

### 3.4. Procedimiento

A partir de la narrativa que se ha recuperado en las entrevistas realizadas con los participantes, se ha cohesionado un análisis de información primaria que ha permitido identificar el desglose conceptual y técnico de los participantes, para lo cual se ha liderado en primera instancia la triangulación de la información con el fin de recuperar los aspectos de mayor pertinencia en las actividades académicas y administrativas de las instituciones, así como su vinculación con los fundamentos de la teoría de la innovación universitaria; se ha sistematizado la narrativa de las entrevistas por medio del software NVivo versión 12.0 para Windows, con el fin de codificar y agrupar las ideas y categorías respecto a las variables del estudio. Finalmente se ha analizado el discurso que permite decantar los principales aspectos de la narrativa de los participantes e interpretar su significación cualitativa para la investigación; de esta forma se han consolidado las ideas y categorías vinculadas a la innovación universitaria en los argumentos de los participantes de las instituciones de educación superior.

## 4. Resultados y discusiones

### 4.1. Innovación en la gestión universitaria: análisis de discurso

En la sistematización de la narrativa del trabajo de campo se ha recurrido a las herramientas que ofrece el software NVivo 12.0, que ha permitido agrupar la narrativa lingüística que han argumentado los distintos informantes de la investigación; su consolidación en un único registro digital en el programa constituye la unidad hermenéutica que ha sido objeto de procesamiento, basados en la codificación y agrupamiento por nodos y conjuntos equivalentes, en coherencia con la definición operacional de las variables y subvariables que han constituido la realidad de la investigación.

A partir de la comprensión estructural que organiza los diferentes datos y dimensiones del análisis del discurso de los participantes, se procede con la profundización semántica de la narrativa argumentativa de cada entrevistado, con el fin de identificar sus categorías y unidades vinculadas a las expresiones de los participantes (Romero, Alarcón & García, 2018), se presentan en la figura 1 los resultados generales del análisis de frecuencia de palabras que se ha realizado mediante la herramienta del software NVivo 12.0, para ello se han tenido en cuenta el total de las entrevistas y se ha recuperado el top 10 de los términos más recurrentes en el discurso de los participantes.



Figura 1 – Principales 10 términos en la narrativa de la unidad hermenéutica

Fuente: elaboración propia (2019)

En este tipo de análisis se debe recordar que gráficamente el mayor tamaño de la expresión constituye mayor frecuencia en el acervo lingüístico de los participantes, desde este sentido se identifica la relación en gran medida de la innovación en las universidades con los procesos de investigación y desarrollo en la generación de conocimiento y novedades como respuesta a las necesidades sociales, involucrando a la universidad como actor e institución social y reafirmando su tercera misión (Etzkowitz & Viale, 2010) en el avance y desarrollo de los contextos desde su misión principal de transferencia y fortalecimiento del conocimiento según los distintos campos disciplinares.

Este marco de referencia ofrece una primera óptica de verificación cualitativa de la temática de innovación universitaria en el discurso de los participantes del trabajo de campo liderado en la investigación; en la gestión institucional co-existe en el discurso de los participantes la relación entre la administración de la universidad como organización y el liderazgo de procesos internos vinculados a la docencia, la investigación y la dinámica de las tecnologías en el sistema interno; mientras en la innovación universitaria, se relacionan la tecnología y procesos como parte de este punto de vista, interpretando la pertinencia que se vincula a su misión de fomento en las universidades; sin embargo, se reafirma la óptica de Christensen (2013) dimensionando la actividad innovadora más allá de la tecnología.

Comprender las principales ideas léxicas en el discurso argumental de los participantes permite constituir un punto de referencia que permite identificar adicional a las variables temáticas del estudio, las categorías que enmarcan la perspectiva de los actores institucionales manifestada en las entrevistas del trabajo de campo, por ello en la figura 2 se presentan los resultados de la codificación según la definición operacional de las sub-variables del estudio y en las cuales se han agrupado ideas, expresiones o argumentos relacionados con cada factor de análisis, representando de esta forma los aspectos más frecuentes en la narrativa consolidada de la unidad hermenéutica.

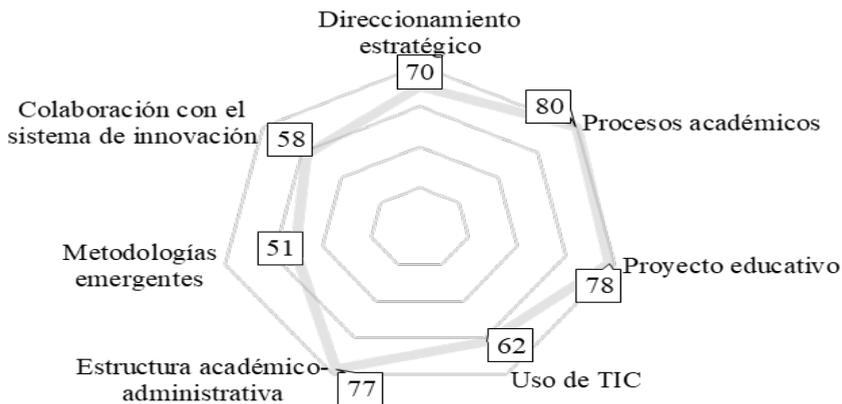


Figura 2 – Codificación consolidada en la unidad hermenéutica de la investigación  
Fuente: elaboración propia (2019)

Esta agrupación originada en la codificación de entrevistas respecto las sub-variables de la investigación permite interpretar en el discurso de los informantes, la representatividad y transversalidad de la innovación desde la gestión institucional en función de los procesos académicos y el proyecto educativo, ello permite fundamentar la idea de transversalidad de la innovación en las universidades desde su forma de organización interna y lineamientos promotores de cambio y dinamización en las diferentes funciones sustantivas que regulan el marco de la educación superior, de la misma forma que se vislumbra una apropiación de las distintas definiciones operacionales del estudio en el marco de las unidades participantes del estudio.

Los distintos aspectos evaluados en la sistematización de la narrativa han permitido identificar la apropiación del concepto de innovación universitaria desde la gestión institucional de las universidades y su relación con el aspecto tecnológico, los procesos administrativos y la forma de estructuración de las funciones académicas y científicas, guardando relación con el marco de referencia que reviste la gestión de organizaciones educativas y el estado del arte de la innovación educativa en las universidades, reafirmando que la innovación en las universidades puede ser vislumbrada desde la perspectiva de la gestión como desde una óptica educativa y pedagógica.

#### **4.2. Discusión**

Acoplar la profundización los aspectos de los entrevistados y la literatura ha permitido identificar que el concepto de innovación universitaria aún se encuentra en maduración de su narrativa, pues si bien coexisten diversas evidencias de su trabajo en las ciencias, aún se requiere un mayor trabajo aplicado que permita superar el arraigo de las culturas de tradición que se expresa en instituciones de educación superior del contexto latinoamericano, requiriendo desde las universidades confrontar el reto de posicionarse como instituciones innovadoras y dinamizadoras del conocimiento (Brunner, 2000; Brunner, 2014).

Esta idea referente adquiere mayor fortaleza al proponer Etzkowitz & Viale (2010) la idea de la universidad innovadora y emprendedora como resultado de una teórica cuarta revolución académica en la línea histórica de la construcción de la forma científica en las organizaciones educativas, desde dicho argumento se recupera la pertinencia de la innovación como articulador de la tercera misión de las universidades (Etzkowitz, 2004), fundamento relacionado con su relación con el sector externo y la modalidad por la cual se gestan soluciones aplicadas que confronten las problemáticas emergentes de sus contextos de incidencia y para lo cual se requiere un trabajo sinérgico y sincronizado de la docencia, la investigación, la extensión y proyección social.

Como alternativa estratégica de respuesta a la consolidación de la innovación como parte de las universidades, se requiere una construcción colectiva de una cultura innovadora desde el sistema nacional de ciencia y tecnología, desde esta idea Mazzucato (2015) expone la importancia de la política de estado desde un enfoque emprendedor que permita el desarrollo de la investigación, desarrollo e innovación en el sector académico y privado que como consecuencia genere mayor apropiación tecnológica del conocimiento científico desde el sistema nacional de innovación; este argumento recupera la pertinencia teórica que adquiere la tecnología y su relación con el emprendimiento y la innovación.

Desde este sentido Christensen (2013) contribuye recuperando un argumento fundamental en la gestión tecnológica aplicada a las organizaciones de forma genérica, la cual desvincula a la inversión y transferencia de tecnología como estrategia de innovación, puesto que dicha incorporación en sí misma no lo representa, ya que coexiste el conocimiento y la cualificación en función del mayor aprovechamiento de dicha tecnología, que de forma íntegra conlleva a un mayor grado de apropiación de la innovación como proceso; esta medida se extrapola a la universidad dimensionada desde el punto de vista organizacional y conserva la dinámica al expresarse la necesidad de incluir tecnología al aula como mecanismo de interactividad con cambios generacionales cada vez más vinculados al componente digital (Prensky, 2010).

En el orden de ideas de la tecnología, es un factor vinculante a la innovación, sin embargo se afirma que no constituye todo el espectro de aspectos que implica desarrollar este proceso en las organizaciones, ejemplo de ello, emerge con ello un detalle en la valoración de las universidades en Colombia por parte de Sapiens Research (2017), el cual en su metodología sólo vislumbra producción en materia tecnológica y demás factores científicos conexos, sin contemplar de alguna forma en su evaluación las innovaciones sociales aplicadas para la resolución de problemáticas contextuales específicas de forma novedosa (Villa & Melo, 2015), perspectivas que las universidades han de liderar como parte de su tercera misión relacionada con la transformación de la realidad social.

## 5. Conclusiones y limitaciones

Como reflexión final a partir de los hallazgos de investigación se ha vislumbrado la realidad de estudio de forma temática y aplicada; desde estas perspectivas se ha determinado la maduración de la línea temática de innovación en las universidades, así como su modalidad de interpretación en la planeación institucional de las universidades y el discurso argumentativo de sus participantes en la gestión de la innovación; este conjunto de elementos han permitido dimensionar en la consideración de la relación de la universidad con el sector externo y la asunción de un enfoque transformativo que incida en los resultados académicos y científicos de la misión universitaria en el cumplimiento de las necesidades y expectativas sociales de su entorno de incidencia, siendo la innovación universitaria parte de dicho pensamiento transformador.

Es sobresaliente que la heterogeneidad de los modelos pedagógicos que sustentan de forma epistemológica la gobernanza de las universidades se ubica como limitante de la narrativa de los participantes, por lo que se constituye como un factor que diversifica la información propiciada en el trabajo de campo de la investigación; de la misma forma como oportunidad de futuras investigaciones se requiere dimensionar la óptica del estudiante como agente participante de la innovación en la gestión de la universidad, así como de los procesos académicos que permiten fortalecer la calidad educativa de las instituciones de educación superior.

A partir de ello, ha destacado la coyuntura de la política ciencia, tecnología e innovación de Colombia, que se ha fundamentado en un enfoque de innovación transformativa alineado a los objetivos del desarrollo sostenible definidos como horizonte de las naciones unidas; situación que exhorta a los actores de las universidades como instituciones sociales a la construcción colectiva de una plataforma de planes, programas y proyectos que articulen y respondan al enfoque transformativo establecido por la política del estado y que permea directamente en los integrantes del sistema nacional de innovación.

Como conclusión final del estudio se ha desglosado el rol de la innovación en las universidades como parte esencial en la consolidación de la metáfora organizacional de la universidad innovadora y emprendedora que es líder en los procesos de dinamización en las diversas áreas disciplinares, de tal forma que desde su rol de institución se contribuya en el logro de una educación superior de alta calidad y abandere los principios de una formación integral, interactiva e inclusiva que responda a las problemáticas sociales actuales y emergentes en los diferentes contextos mundiales, apoyándose en la tecnología y el talento de las personas para la construcción del desarrollo social de los territorios y de una economía basada en el conocimiento.

## Referencias

- Acuerdo 03. “Por el cual se aprueban los lineamientos para la acreditación institucional”. *Consejo Nacional de Educación Superior*, Bogotá D.C., Colombia, 16 de diciembre de 2014.
- Aduviri, R. (2013). *Educación expandida, personalizada e invertida*. España: Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y Formación del Profesorado.
- Alonso, A., Michelena, E. & Alfonso, D. (2013). Dirección por procesos en la universidad. *Ingeniería Industrial*, 34(1), 87-95.
- Altamirano, S. & Lera, J. (2017). Futuro de las TICS para una educación incluyente: En: *II Congreso sobre Desigualdad Social, Económica y Educativa en el Siglo XXI*.
- Bonal, X., & Verger, A. (2016). Privatización educativa y globalización: una realidad poliédrica. *RASE: Revista de la Asociación de Sociología de la Educación*, 9(2), 175-180.
- Brunner, J. J. (2000). *Globalización y el futuro de la educación: tendencias, desafíos, estrategias*. Seminario Prospectiva de la Educación en la Región de América Latina y el Caribe. Santiago de Chile, Chile: UNESCO.
- Brunner, J. J. (2014). Transformación de lo público y el reto de la innovación universitaria. *Bordón. Revista de Pedagogía*, 66(1), 45-60.
- Cárcamo, H. (2005). Hermenéutica y análisis cualitativo. *Cinta de Moebio. Revista de Epistemología de Ciencias Sociales*, (23), 204-216.
- Christensen, C. & Eyring, H. (2011). *The innovative university: changing the DNA of higher education from inside out*. San Francisco, USA: Jossey-Bass.
- Christensen, C. (2013). *The innovator's dilemma: when new technologies cause great firms to fail*. Boston, USA: Harvard Business Review Press.
- De la Hoz, R. (2016). Institucionalismo nuevo y el estudio de las políticas públicas. *Revista Justicia*, 21(30), 107-121. <http://dx.doi.org/10.17081/just.21.30.1353>
- De Vries, W. & Ibarra, E. (2004). La gestión de la universidad. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 9(22), 575-584.
- Etzkowitz, H. (2004). *The triple helix and the rise of the entrepreneurial university*. In: Grandin, K., Wormbs, N. & Widmalm, S. (eds.). *The Science-Industry Nexus: History, Policy, Implications*. (Vol. 123). Nobel Foundation Symposium on Science.
- Etzkowitz, H., & Viale, R. (2010). Polyvalent knowledge and the entrepreneurial university: A third academic revolution?. *Critical Sociology*, 36(4), 595-609. <http://doi.org/10.1177/0896920510365921>
- Fuentes, H. I. (2015). El éthos universitario como estructura de la sociedad civil. *Tesis doctoral*, Universidad de Valencia, España.

- García, M., Hinojosa, E. F. & Gutiérrez, E. (2017). Construcción de aprendizajes académicos y ciudadanos más allá del aula: innovación universitaria en la formación inicial de maestros y maestras. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 22(74), 889-921.
- Issa, S. (2017). Dimensiones del Desarrollo Endógeno en la Gerencia de las Universidades. *Desarrollo Gerencial*, 9(2), 174-188. <http://doi.org/10.17081/dege.9.2.2625>
- Lee, J., Ham, J. & Choi, B. (2016). Effect of government data openness on a knowledge-based economy. *Procedia, Computer Science*, 91, 158-167. <http://doi.org/10.1016/j.procs.2016.07.053>
- Martín, S. (2016). Historiografía lingüística y análisis del discurso: las relaciones necesarias. *Revista Argentina de Historiografía Lingüística*, 1(1), 50-66.
- Martínez, M. (2002). Hermenéutica y análisis del discurso como método de investigación social. *Paradigma*, 23(1), 1-13.
- Mazzucato, M. (2015). *The entrepreneurial state: Debunking public vs. private sector myths*. London, UK: Anthem Press.
- Ministerio de Educación Nacional (s.f.). *Proyecto Educativo Institucional - PEI*. Recuperado desde: <https://www.mineduacion.gov.co/1621/article-79361.html>
- Ollarves, Y. (2006). Claves para la gestión de organizaciones educativas innovadoras. *Laurus, Revista de Educación*, 12(22), 191-207.
- Pedró, F. (2015). Las políticas de investigación e innovación en educación: una perspectiva supranacional. *Bordón. Revista de pedagogía*, 67(1), 39-56. <http://doi.org/10.13042/Bordon.2015.67103>
- Prensky, M. R. (2010). *Teaching digital natives: Partnering for real learning*. Thousand Oaks, USA: Corwin Press.
- Quintero, J. E., Corrales, V. A., Martínez, R., & Aréchiga, G. (2010). El cambio conducido en la universidad: la percepción de los académicos. *Revista de la Educación Superior*, 39(155), 27-42.
- Quintero, L. (2010). Aportes teóricos para el estudio de un sistema de innovación. *INNOVAR. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales*, 20 (38), 57-76.
- Rama, C. A. (2015). Nuevas formas de regionalización de la educación superior en América Latina: la universidad en red. *Revista Gestão Universitária na América Latina-GUAL*, 8(2), 302-328.
- Ramos, C. A. (2015). Los paradigmas de la investigación científica. *Avances en Psicología*, 23(1), 9-17.
- Rangel, H. (2015). Metodologías para la innovación curricular universitaria basada en el desarrollo de competencias. *Perfiles Educativos*, 37(147), 228-234.
- Ricoy, C. (2006). Contribución sobre los paradigmas de investigación. *Educação. Revista do Centro de Educação*, 31(1), 11-22.

- Rodríguez, C. E. (2018). Investigación e Innovación. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 10(2), 17-19.
- Romero-Pérez, I., Alarcón-Vásquez, Y., & García-Jiménez, R. (2018). Lexicometría: enfoque aplicado a la redefinición de conceptos e identificación de unidades temáticas. *Biblios*, (71), 68-80.
- Ruíz, J. I. (2012). *Teoría y práctica de la investigación cualitativa* (Vol. 29). Bilbao, España: Universidad de Deusto.
- Santos-Rego, M. A. (2016). *Sociedad del conocimiento. Aprendizaje e Innovación en la universidad*. Madrid, España: Biblioteca Nueva.
- Sapiens Research (2017). *Metodología del Ranking DTI-Sapiens*. Disponible en: <http://www.srg.com.co/dti-temp/metodologia/>
- Uribe Uran, A. (2013). Los factores que conforman el modelo de acreditación por alta calidad de programas académicos en Colombia, revisión desde el enfoque de la percepción. *Desarrollo Gerencial*, 5(2), 21-54.
- Villa, L. & Melo, J. (2015). *Panorama actual de la innovación social en Colombia*. Bogotá, Colombia: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Zartha, J. W., Orozco, G. L., Vergara, J. I. & Martínez, D. (2011). Diagnóstico de estrategia de innovación en grupos de investigación. *Journal of Technology Management & Innovation*, 6(3), 196-207. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-27242011000300015>

# La visualización de datos académicos: Una revisión del estado actual en el contexto universitario

Renato Mauricio Toasa G<sup>1,3</sup>, Giraldo León Rodríguez<sup>2,3,1</sup>

rtoasa@uisrael.edu.ec; gleon@ecotec.edu.ec

<sup>1</sup> Universidad Tecnológica Israel, Quito, Ecuador.

<sup>2</sup> Universidad Ecotec, Guayaquil, Ecuador

<sup>3</sup> Universidad Internacional Iberoamericana, Campeche México

**Pages:** 255-267

**Resumen:** La visualización de datos juega un papel importante en las Instituciones de Educación Superior (IES), permite convertir los datos en imágenes y darle un contexto a la información, para poder ser entendida y tomar decisiones correctas en corto tiempo. Existen varias investigaciones de visualización de datos para grandes empresas, pero referente a las IES sólo hay estudios que mencionan como se utiliza ya modelos preestablecidos y no uno que se adapte de forma ideal. Este trabajo realiza una revisión sistemática de literatura sobre visualización de datos en las IES, se utilizan 5 pasos clave para identificar la situación actual del tema, en trabajos relacionados, además se muestra un caso de estudio con una IES Ecuatoriana. Se puede afirmar que existe gran necesidad de investigar sobre la visualización de datos en las IES, para lograr que estas puedan relacionarse y desarrollen decisiones adecuadas beneficiando a las IES.

**Palabras-clave:** Datos, visualización, IES, modelo, decisiones.

**Academic data visualization: A review of the current status in the university context.**

**Abstract:** Data visualization plays an important role in Higher Education Institutions (HEI), it allows to convert data into images and give a context to the information, to be understood and make the right decisions in a short time. There are several research on data visualization for large companies but regarding HEIs there are only studies that mention how it is used in preset models and not one that is ideally suited. This paper performs a systematic literature review on data visualization in HEIs, 5 key steps are used to identify the current situation of the subject, in related works, and a case study with an Ecuadorian HEI is also shown. It can be affirmed that there is a great need for research on data visualization in HEIs, so that they can relate and develop appropriate decisions benefiting HEIs.

**Keywords:** Data, visualization, IES, model, decisions.

## 1. Introducción

En los últimos años, las distintas empresas e instituciones han generado grandes cantidades de datos a través de distintos sistemas informáticos, y las Instituciones de Educación Superior (IES), no son la excepción, los datos están siempre presentes, en esencia, todo lo que se realiza o se expresa es considerado como el punto de partida para generar un dato; los mismos que deben ser interpretados de manera adecuada para lograr una mejor toma de decisiones en cualquier ámbito. Uno de los retos más importantes de la educación superior hoy es la mejora de la gestión universitaria y de cada uno de los procesos que la componen. El uso de las tecnologías de la información y las tecnologías emergentes resuelve estos grandes retos.

Las IES de Latinoamérica y el mundo a través de los años han generado miles de datos de distinto tipo: académico, administrativo, gestión, entre otros, los mismos que no han tenido una gestión correcta que beneficie en la toma de decisiones. El contexto ecuatoriano no es la excepción, la mayoría de IES no automatiza la gestión de información. *Acosta, Becerra, y Jaramillo (2017)*, mencionan que: “Uno de los retos más desafiantes de la educación superior en la actualidad es el perfeccionamiento de la gestión universitaria y de cada uno de los procesos que la integran”.

Los datos deben ser presentados y visualizados de tal manera que su análisis e interpretación permita a la IES una toma de decisiones correcta para la gestión académica, cuando se hace referencia al término visualización, los datos, la información y el conocimiento son tres términos que se utilizan ampliamente, a menudo en un contexto relacionado. En muchos casos, los mismos se utilizan para indicar diferentes niveles de abstracción, comprensión o veracidad y la literatura demuestra que las técnicas de visualización de datos trabajan directamente con estos términos (Chen et al. 2009).

Uno de los principales motivos por las que las IES se están enfocando en la visualización de los datos, es porque la misma está estrechamente relacionada con otros conceptos importantes, como la ciencia de datos, la minería de datos y el big data, que son técnicas que están creciendo en importancia y atención a nivel mundial (Provost y Fawcett 2013). Actualmente las IES utilizan la minería de datos y la visualización de datos para generar indicadores que serán de apoyo en los procesos académicos que forman parte de la Planeación Estratégica, la cual es un proceso participativo, sistemático, crítico y autocrítico, integral y reflexivo que permite formular objetivos y estrategias en diferentes horizontes de tiempo, responde a las demandas del entorno y de la propia institución, y cuyos resultados requieren de seguimiento y evaluación (Rivero y López 2012).

En este contexto el presente trabajo pretende realizar una revisión del estado actual en aspectos de visualización de datos, y su impacto en el proceso de toma de decisiones académicas en las IES. Adicionalmente se analizará cómo se desarrolla el proceso de visualización de datos en la Universidad Tecnológica Israel de Ecuador - (UISRAEL) en la actualidad.

El documento está organizado de la siguiente manera: en la siguiente sección se describe la Revisión de la Literatura. En la sección III se detalla en profundidad el caso de estudio para esta investigación, en la siguiente sección IV se presenta la discusión y su impacto, finalmente las conclusiones y trabajo futuro se presentan en la sección V.

## 2. Revisión de Literatura

Actualmente el tema de visualización tiene un importante rigor científico y necesita ser fundamentada a través de trabajos relacionados en la temática de estudio, la revisión de literatura identifica y organiza los conceptos de trabajos relevantes (Rowley y Slack 2004), siendo estos el punto inicial para empezar con la investigación propuesta

En este trabajo, para la revisión de literatura se utiliza lo propuesto por *Khalid S. Khan et al. (2003)*, que consta de una revisión sistemática de 5 pasos que se listan a continuación:

- Identificar preguntas para la revisión: De acuerdo con la revisión sistemática se plantea las preguntas: ¿Qué se sabe y cómo se ha explicado? ¿Son concluyentes los resultados? ¿Qué queda por estudiar?
- Identificar trabajos relevantes: A través del idioma (Inglés, español ), año de publicación, base de datos indexada.
- Evaluar la calidad de los estudios a través de su impacto y veracidad: Citaciones, base de datos científica, autor.
- Resumir la evidencia
- Interpretar los resultados

Los documentos encontrados fueron seleccionados por su relevancia e importancia para los propósitos de esta investigación, los párrafos siguientes muestran los trabajos relevantes encontrados:

Valero Sancho, Catalá Domínguez, y Marín Ochoa (2014) afirman que: “Durante las últimas dos décadas se han sucedido importantes transformaciones en los campos de la visualización, infografía, organización de información, psicología cognitiva, lingüística y otros campos de la ciencia antes no relacionados. La aparición del ordenador y especialmente de Internet y la web, han transformado el escenario”.

Dürsteler (2002) afirma que “La visualización de datos es un recurso muy utilizado en instituciones públicas y privadas que se valen de representaciones visuales para facilitar importantes conocimientos a un conjunto de datos heterogéneos. Para esto, algunos modelos han ido empleándose en diversos ámbitos con nombres diversos como mappings, treemaps, impactopias, jardines, sparklines, ciudades digitales”.

Al hablar de visualización de datos es importante mencionar el diseño de la información para poder comprender la importancia que tiene la información en esta era digital. En este sentido Karen Schriver (2013) afirma que: “El diseño de la información es el arte y la ciencia de integrar la escritura y el diseño, para que la gente pueda utilizar el contenido de manera que se ajuste a sus objetivos personales. El diseño de la información implica la creación de artefactos de comunicación mediante la conformación del lenguaje verbal y el lenguaje visual”.

Por otro lado, Hullman et al., (2011), mencionan que: “Una opinión común de InfoVis es que las visualizaciones deben presentar los datos tan claramente como sea posible, absteniéndose de utilizar distracciones visuales e información irrelevante, recomendando utilizar formatos gráficos que reducen el procesamiento cognitivo del usuario”. Se dice que al optimizar la eficiencia cognitiva de la representación externa una persona también optimiza la capacidad de la visualización para apoyar la comunicación rápida y precisa de información, así como para actuar como una ayuda de memoria externa.

Para validar esta teoría, se tienen los valiosos estudios sobre visualización de datos, entre los que se encuentra el de Tufte y Graves-Morris (1983) quien es uno de los autores de trabajos relevantes sobre visualización, inicialmente en 1983 escribe el libro “The visual display of quantitative information”, donde describen la estética y la técnica en el diseño gráfico de datos, esto para el eficiente diseño de gráficos de información abstracta y cuantitativa,

Por otro lado este mismo autor en 1998 lanza el libro “Visual Explanations: Images and Quantities, Evidence and Narrative” (Tufte et al. 1998), donde se define como representar números a través de imágenes y cómo mostrar datos estadísticos; trata también sobre imágenes, la representación del mecanismo y el movimiento, el proceso y la dinámica de la visualización, las conclusiones y las decisiones que pueden ser mejoradas con la visualización de datos.

La temática de la visualización de datos no es nueva, ya que la humanidad ha representado por años de forma visual su cultura (De Monte 2013), , desarrollan una investigación historiográfica conformando un catálogo interactivo, donde se organizan los hitos significativos en el desarrollo de la visualización a lo largo del tiempo, desde la creación de diagramas, mapas, gráficos, entre otros. Actualmente el tema de visualización de datos tiene un importante rigor científico lo que queda evidenciado en varios trabajos publicados en estos últimos años en diferentes bases de datos de alto impacto. Entre ellos se encuentra el de Fernando et al., (2020) que proponen un nuevo middleware modular de código abierto llamado Open Visualization Environment (OVE) que utiliza tecnologías web para proporcionar un ecosistema para visualizar datos mediante navegadores web. Por otro lado Desimoni & Po, (2020), realizan una comparación y descripción de varias herramientas de visualización en función de su usabilidad y características.

También existen técnicas de visualización de datos, que desempeñan un papel muy importante en las organizaciones y permiten, mediante el uso de imágenes y gráficos, mostrar datos para hacerlos más comprensibles, atractivos, manejables y útiles. Bajaj & Wiley, (1998) afirman que “Con el tamaño cada vez mayor de los datos típicos en 2D y 3D, los métodos computacionales eficientes se están volviendo cada vez más cruciales” esto en diferentes aspectos como en la toma de decisiones.

En lo referente a herramientas de visualización y tableros de datos o dashboards, se identifica que estos se utilizan hoy en día de manera generalizada para el seguimiento y el análisis de los procesos comerciales. Numerosas empresas como IBM , SAP, Tableau Software o TIBCO Spotfire, por nombrar algunos proveedores conocidos, ofrecen soluciones completas de Inteligencia de negocios (BI) o de visualización de la información (Nobelstraße 2012). Los tableros de datos pueden proporcionar un medio único y poderoso para presentar información, pero rara vez están a la altura de su potencial. La mayoría de los tableros de control no se comunican de manera eficiente y efectiva, no por una tecnología inadecuada, sino por implementaciones mal diseñadas (Brath y Peters 2004).

En cuanto a datos académicos, Sablón et al., (2019), realizan un trabajo para gestión de la información y toma de decisiones en organizaciones educativas, donde identifican que los datos, la información y el conocimiento son los factores principales en la toma de decisiones, afirman que el proceso de conversión del dato en información,

así como el conocimiento es relevante para la toma de decisiones y la gestión en las organizaciones educativas.

Prada et al. (2018), afirman que la visualización permite la búsqueda activa de patrones para facilitar la obtención de conocimientos a partir de datos dinámicos, descubrir patrones que han pasado desapercibido, así también mencionan que: “las técnicas de visualización de información ya se han utilizado para analizar datos multidimensionales extraídos de entornos educativos online, incluyendo información sobre el rendimiento en exámenes y tareas, colaboración, patrones de comportamiento de los usuarios, acceso a recursos, interacción tutor-alumno, etc”.

En las IES, se utiliza la visualización de datos para crear patrones que permitan la toma de decisiones, Peña, Bravo, y Illescas-Peña (2019) desarrollan un trabajo, que genera una visualización de una trayectoria educativa, basada en el uso de coordenadas paralelas. Esta técnica consiste en explorar y comprender conjuntos de datos complejos de alta dimensión. Entre las diversas técnicas desarrolladas, las coordenadas paralelas (CP) se han adoptado ampliamente para la visualización de conjuntos de datos de alta dimensión y multivariados (Tory, Potts, y Möller 2005). Esta técnica muestra cada tupla de dato multidimensional como una polilínea que intercepta los ejes en la posición que corresponde al valor de los datos para la dimensión correspondiente, finalmente mencionan que “El aporte que ofrece la visualización de datos a las autoridades universitarias es totalmente importante, ya que proporciona información relevante de manera clara para la toma de decisiones.”

Falcón de la Cruz, (2020), implementa un datamart para la gestión de indicadores de deserción universitaria en la Universidad Científica del Sur, en Perú. Para la visualización de datos utilizan la Herramienta Power BI, que permite generar reportes dinámicos que se adaptan fácilmente a las necesidades del usuario final, además, permite realizar cambios visuales en corto tiempo, menciona que el Datamart cumple con la necesidad para la correcta toma de decisiones en el proceso de satisfacción docente - administrativa de la universidad.

En Ecuador, Estupiñán Estupiñán, (2018) en su tesis de pregrado desarrolla una plataforma web para la visualización de datos estudiantiles, para esto utiliza la herramienta D3.js, que es una biblioteca de JavaScript orientada a manipular datos y construir infinidad de gráficos según las necesidades del negocio, Los prototipos de visualización de datos realizados en este estudio, permiten caracterizar y explicar los datos de manera más clara, atractiva e intuitiva ante el usuario, permitiéndole realizar una adecuada toma de decisiones.

En la Universidad Católica del Ecuador, sede Ibarra, Guerra y Arciniegas (2019), desarrollan un sistema de gestión académica utilizando el software tableau y la visualización, para analizar la evolución de los estudiantes, El sistema de gestión académica propuesto, el sistema permite planificar y programar los cursos de las asignaturas que se van eliminando progresivamente, así como tomar previsiones sobre aquellas que no se han cerrado todavía pero que son consideradas difíciles, por los patrones estudiantiles obtenidos, permitiendo una toma de decisiones que contribuyan a elevar el número de egresados y a evitar el rezago y abandono de los alumnos.

El Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CAACES), desarrolla procesos de evaluación para acreditar las IES de Ecuador, y para esto Ortiz y Hallo, (2019) proponen el desarrollo de un data mart para obtener información oportuna para su rápida comprensión y gestión, evitando la dispersión de los datos requeridos para el proceso de acreditación universitaria, Para la visualización de datos se utilizan: informes de datos, y b) cuadros de mando. El uso de cuadros de mando permite visualizar el estado actual de los indicadores de acreditación de la universidad en tiempo real, de esta manera mejorando el análisis de los indicadores de acreditación universitaria.

La literatura descrita en párrafos anteriores valida la importancia de utilizar modelos de visualización de datos para la toma de decisiones académicas en IES. Lo que permitirá generar nuevo conocimiento al momento de gestionar la información académica y mejorar el proceso de toma de decisiones.

### 3. Caso de Estudio: Universidad Tecnológica Israel UISRAEL

La Universidad Tecnológica Israel, utiliza un sistema informático denominado Sistema Integrado de Sistema Integrado de Gestión Estratégica (SIGE) (Baldeon Egas, Gaibor Saltos, y Toasa 2019), que es un sistema web genérico (ver Figura 1), que fue desarrollado a partir de 2017 con una visión enfocada en las tres funciones sustantivas y de apoyo que es la Gestión/Administración de la educación superior.



Figura 1 – Página de inicio SIGE

SIGE se desarrolla a través de plataformas de software propias de Microsoft y DevExpress, herramientas que se caracterizan por la versatilidad, eficacia y seguridad de sus productos.

Las características esenciales del SIGE se centran en la integralidad de los procesos y/o funciones sustantivas en un único sistema integrado, y la generación de información relacionada es fiable y organizada conceptualmente para la toma de decisiones.

### 3.1. Visualización y gestión de los datos

Las variables importantes para el correcto funcionamiento del SIGE son: satisfacción del usuario: beneficios brindados, optimización del tiempo, eficiencia, fiabilidad e interactividad.

El SIGE, trabaja con datos de acuerdo con las necesidades del personal y estos pueden ser de tipo cualitativa o cuantitativa, dependiendo del módulo que almacena dicha información

Para la visualización de datos se utilizan gráficos y reportes generados por el software DevExpress, que es una herramienta de generación de informes y una biblioteca de componentes libres de derechos para el Framework .NET. lamentablemente no se sigue un modelo adecuado para la visualización. Por lo que muchas veces estos gráficos si bien se presentan de forma adecuada, son difíciles de entender y por ende la toma de decisiones puede tardar más de lo esperado.

En este sentido se identifica que la UISRAEL necesita implementar un modelo de visualización de datos que se adapte a la información académica que se almacena en cada periodo académico y permita a las autoridades académicas una correcta y oportuna toma de decisiones.

## 4. Discusión

En todo el mundo, los investigadores y profesionales utilizan cada vez más las técnicas de visualización de datos para comprender y mejorar el proceso de toma de decisiones académicas, al realizar esta revisión se recopiló, inicialmente 150 estudios mediante la consulta de los motores de búsqueda y las bibliotecas digitales empleadas (Tabla 1).

Tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión identificados al principio del proceso de revisión sistemática de literatura, se seleccionó 22 estudios como principales de esta revisión (Tabla 2), mientras que los demás no se adaptaban correctamente con las fases revisión propuesta en esta investigación. Los resultados de esta revisión indican que se necesitan más estudios para apoyar la visualización de datos académicos, especialmente en las IES.

Library / Publisher	Selected
<i>IEEE Xplore</i>	70
<i>ACM Digital Library</i>	30
<i>SpringerLink</i>	30
<i>ScienceDirect</i>	20
<b>Total</b>	150

Tabla 1 – Resultados de la búsqueda

#	Título	Autores
1	Data visualization as a research support service in academic libraries: An investigation of world-class universities	(Zakaria 2021)
2	ReviewerNet: A visualization platform for the selection of academic reviewers	(Salinas et al. 2020)
3	Multi-model visualization based on integration of data models in semantic network environment	(Parfenova et al. 2018)
4	Academic Management Through the Visualization of Information	(Guerra y Arciniegas 2019)
5	Artistic data visualization: Beyond visual analytics	(Viégas y Wattenberg 2007)
6	La visualización de datos institucionales	(Luis y Sancho 2014)
7	Data visualization techniques for real-time information—A custom and dynamic dashboard for analyzing surveys' results	(Toasa et al. 2018)
8	Empirical evaluation of Linked Data visualization tools	(Desimoni y Po 2020)
9	Data visualization literacy: Definitions, conceptual frameworks, exercises, and assessments	(Börner, Bueckle, y Ginda 2019)
10	A Semantic Dashboard Description Language for a Process-oriented Dashboard Design Methodology	(Nobelstraße 2012)
11	What do technical communicators need to know about information design?	(Karen Schriver 2013)
12	Gestión de la información y toma de decisiones en organizaciones educativas	(Sablón et al. 2019)
13	Data visualization literacy: Definitions, conceptual frameworks, exercises, and assessments	(Börner et al. 2019)
14	A survey on information visualization: recent advances and challenges	(Liu et al. 2014)
15	Open Visualization Environment (OVE): A web framework for scalable rendering of data visualizations	(Fernando et al. 2020)
16	Dashboard Platforms	(Alexander Chiang 2010)
17	“A Survey on Information Visualization for Network and Service Management”	(Tavares et al. 2015)
18	Exploring incomplete data using visualization techniques	(Templ, Alfons, y Filzmoser 2012)
19	Information visualization in data mining and knowledge discovery	(Fayyad, Wierse, y Grinstein 2002)
20	DynVIX - Dynamic Visualization Infrastructure	(Oliveira y Filipe 2017)
21	Data visualization as a research support service in academic libraries: An investigation of world-class universities	(Zakaria 2021)
22	Multi-model visualization based on integration of data models in semantic network environment	(Parfenova et al. 2018)

Tabla 2 – Resultados de la revisión sistemática de literatura

La literatura encontrada demuestra que existen varios trabajos de alto impacto referente a la visualización de datos, pero con enfoque orientado en el ámbito empresarial, debido a que las empresas tienen un gran capital económico y pueden comprar las mejores herramientas de visualización de datos que permitan representar la información, lo que no sucede con las IES, ya que el capital económico depende mucho del estado o de inversionistas privados, lo que ocasiona una poca o nula inversión en herramientas de visualización, siendo una de las principales limitantes en este campo de estudio.

Durante la revisión de literatura se identificaron muy pocas discusiones explícitas sobre la visualización de datos, muchos de los artículos que se analizaron parecen asumir que proporcionar una simple representación gráfica, visualmente atractiva interesante resolverá automáticamente la tarea del usuario, pero en base a la experiencia de los autores se afirma no es así, ya que la visualización de datos es más que imágenes bonitas, ya que debe aportar conocimiento de los datos que son representados.

También se identifica una falta de enfoques sistemáticos para la visualización de datos; cada artículo propone su propio método de acuerdo al tipo de información que va a ser representada, como Parfenova et al. (2018), que analiza “distintos modelos de datos con fines de representarlos visualmente, mediante un conjunto de elementos visuales con atributos propios, dependiendo de la información con la que se trabaje”. Además Post, Nielson, y Bonneau (2002), “identifican términos importantes que van de la mano con la visualización de datos así como: Algoritmos de visualización, volumen de visualización, técnicas y modelos de visualización de datos, Exploración de datos interactiva”.

Las investigaciones que miran al futuro en este tipo de tecnología de visualización de datos giran en torno a nuevos espacios tridimensionales inmersivos como los que ya se están proponiendo: Realidad Virtual, realidad aumentada, realidad mixta (McMillan, Flood, y Glaeser 2017). Es decir, todas estas nuevas tecnologías en conjunto con la visualización de datos, big data, machine learning y usabilidad para que el entorno inmersivo sea lo más fácil e interpretable posible.

Para finalizar este análisis, es importante mencionar que “La visualización es más que un método informático, es un proceso de transformación de la información en una forma visual que permite al espectador observar, navegar, dar sentido y comprender la información”(Infovis s. f.). Es necesario recordar que las posibilidades que ofrece la visualización de datos son enormes. Es una herramienta poderosa donde el proceso perceptivo afecta directamente al proceso cognitivo. La interacción sensorial tendrá una consecuencia directa en todo el proceso de transmisión del conocimiento.

## 5. Conclusiones

Los resultados de esta revisión de literatura demuestran aspectos muy positivos sobre la visualización de datos, ya que se logró identificar que la visualización de datos en las IES es un campo amplio y aún libre por explorar e investigar y va a depender mucho de las nuevas investigaciones que se vayan desarrollando a nivel mundial para encontrar modelos y técnicas adecuadas de visualización de datos, orientadas específicamente en las IES.

Actualmente las IES en Ecuador y más específicamente UISRAEL, realiza el proceso de visualización de datos de una manera rudimentaria, no totalmente automatizada, con herramientas de desarrollo de software comunes, sin considerar ninguna técnica de visualización de datos adecuada para representar gráficamente su información, porque se identifica que es necesario adaptar un modelo de visualización de datos enfocado en IES.

Este trabajo permite identificar el estado actual de la visualización de datos en las IES del Ecuador, y sirve como punto de partida para proponer el desarrollo de un modelo de visualización que se adapte a los datos con los que trabajan las IES, permitiendo una representación adecuada y oportuna, donde las autoridades Universitarias puedan tomar las decisiones correctas, partiendo de una visualización de datos óptima.

## Referencias

- Acosta, Luis A., Francisco A. Becerra, y Diego Jaramillo. 2017. «Sistema de Información Estratégica para la Gestión Universitaria en la Universidad de Otavalo (Ecuador)». *Formación Universitaria* 10(2):103-12. doi: 10.4067/S0718-50062017000200011.
- Alexander Chiang. 2010. «Dashboard Platforms». *Business Intelligence Journal* 15(2):51.
- Bajaj, Chandrajit, y C. Fl John Wiley. 1998. «Data Visualization Techniques».
- Baldeon Egas, Paul Francisco, Miguel Alfredo Gaibor Saltos, y Renato Toasa. 2019. «Integrated Strategic Management System». *2019 14th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* 1-6. doi: 10.23919/CISTI.2019.8760801.
- Börner, Katy, Andreas Bueckle, y Michael Ginda. 2019. «Data visualization literacy: Definitions, conceptual frameworks, exercises, and assessments». *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 116(6):1857-64. doi: 10.1073/pnas.1807180116.
- Brath, Richard, y Michael Peters. 2004. «Dashboard design: Why design is important». *DM Direct* 85.
- Chen, Min, Robert S. Laramée, David Ebert, Hans Hagen, Robert van Liere, Kwan Liu Ma, William Ribarsky, Gerik Scheuermann, y Deborah Silver. 2009. «Data, Information, and Knowledge in Visualization». *IEEE Computer Graphics and Applications* 29(1):12-19. doi: 10.1109/MCG.2009.6.
- Desimoni, Federico, y Laura Po. 2020. «Empirical evaluation of Linked Data visualization tools». *Future Generation Computer Systems* 112:258-82. doi: 10.1016/j.future.2020.05.038.
- Dürsteler, Juan C. 2002. «Visualización de Información».
- Estupiñán Estupiñán, Wendy Paola. 2018. «Aplicación de gráficos interactivos y dinámicos con la herramienta d3.js para la visualización de datos estudiantiles en la PUCE Esmeraldas». Ecuador-PUCESE-Escuela de Sistemas y Computación.

- Falcón de la Cruz, Anne Jahzeel. 2020. «Implementación de un datamart para la gestión de indicadores de deserción universitaria relacionados a la calidad docente administrativa de la modalidad CPE de la Universidad Científica del Sur». *Repositorio Institucional – UCS*.
- Fayyad, Usama M., Andreas Wierse, y Georges G. Grinstein. 2002. *Information visualization in data mining and knowledge discovery*. Morgan Kaufmann.
- Fernando, Senaka, James Scott-Brown, Ovidiu Şerban, David Birch, David Akroyd, Miguel Molina-Solana, Thomas Heinis, y Yike Guo. 2020. «Open Visualization Environment (OVE): A web framework for scalable rendering of data visualizations». *Future Generation Computer Systems* 112:785-99. doi: 10.1016/j.future.2020.06.011.
- Guerra, Laura, y Stalin Arciniegas. 2019. «Academic Management Through the Visualization of Information». *2019 14th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* 1-5. doi: 10.23919 / CISTI.2019.8760770.
- Hullman, Jessica, Eytan Adar, y Priti Shah. 2011. «Benefitting InfoVis with visual difficulties». *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 17(12):2213-22. doi: 10.1109/TVCG.2011.175.
- Infovis. s. f. «Infovis: Inicio». Recuperado 18 de agosto de 2021 (<https://www.infovis.org/>).
- Karen Schriver. 2013. «What do technical communicators need to know about information design?» Pp. 386-427 en *Solving problems in technical communication*. University of Chicago Press.
- Khan, Khalid S., Regina Kunz, Jos Kleijnen, y Gerd Antes. 2003. «Five steps to conducting a systematic review». *Journal of the Royal Society of Medicine* 96(3):118-21. doi: 10.1258/jrsm.96.3.118.
- Liu, Shixia, Weiwei Cui, Yingcai Wu, y Mengchen Liu. 2014. «A survey on information visualization: recent advances and challenges». *Visual Computer* 30(12):1373-93. doi: 10.1007/s00371-013-0892-3.
- Luis, José, y Valero Sancho. 2014. «La visualización de datos institucionales». *Ámbitos. Revista Internacional de Comunicación* (25). doi: 10.12795/Ambitos.2014.i25.06.
- McMillan, Kiki, Kathie Flood, y Russ Glaeser. 2017. «Virtual reality, augmented reality, mixed reality, and the marine conservation movement». *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 27:162-68. doi: 10.1002/AQC.2820.
- De Monte, Andrea. 2013. «Interticios en el aprendizaje de la arquitectura. La visualización de datos como instrumento en el proceso proyectual». *De Monte, Andrea (2013) Interticios en el aprendizaje de la arquitectura. La visualización de datos como instrumento en el proceso proyectual. Universidad Católica de Córdoba [Tesis de Maestría]*. .
- Nobelstraße, Fraunhofer IAO. 2012. «A Semantic Dashboard Description Language for a Process-oriented Dashboard Design Methodology».

- Oliveira, Gilberto Marcelino De, y Micael Guiomar Filipe. 2017. «DynVIX - Dynamic Visualization Infrastructure».
- Ortiz, Leonardo, y Maria Hallo. 2019. «Analytical Data Mart for the Monitoring of University Accreditation Indicators». *2019 IEEE World Conference on Engineering Education (EDUNINE)* 1-6. doi: 10.1109 / EDUNINE.2019.8875826.
- Parfenova, I. A., L. Yu Ismailova, S. V. Kosikov, y V. E. Wolfengagen. 2018. «Multi-model visualization based on integration of data models in semantic network environment». *Procedia Computer Science* 145:406-11. doi: 10.1016/J.PROCS.2018.11.092.
- Peña, M., F. Bravo, y L. Illescas-Peña. 2019. «Análítica del Aprendizaje, visualización de trayectoria académica». Pp. 11-20 en *CEUR Workshop Proceedings*. Vol. 2425.
- Post, Frits H., Gregory M. Nielson, y Georges-Pierre Bonneau. 2002. «Data Visualization: the State of the Art». *Proceedings of the 4th Dagstuhl Seminar on Scientific Visualization* 49.
- Prada, Miguel, Manuel Dominguez, Antonio Morán, Ramon Vilanova, José Vicario, Maria Joao Pereira, Paulo Alves, Michal Podpora, Marian Barbu, Aldo Torrebruno, y others. 2018. «Data mining tool for academic data exploitation: Graphical data analysis and visualization».
- Provost, Foster, y Tom Fawcett. 2013. «Data Science and its Relationship to Big Data and Data-Driven Decision Making». *Big Data* 1(1):51-59. doi: 10.1089/big.2013.1508.
- Rivero, José Luis Almuñías, y Judith Galarza López. 2012. «El proceso de planificación estratégica en las universidades: desencuentros y retos para el mejoramiento de su calidad». *Revista Gestão Universitária na América Latina - GUAL* 5(2):72-97. doi: 10.5007/1983-4535.2012v5n2p72.
- Rowley, Jennifer, y Frances Slack. 2004. «Conducting a Literature Review». *Management research news* 27(6):1-32. doi: 10.1089/tmj.1.1995.1.343.
- Sablón, Barzaga, Oscar Santiago, Vélez Pincay, Hugo Jesús Juan, Nevárez Barberán, José Víctor Hugo, Arroyo Cobeña, y María Verónica. 2019. «Gestión de la información y toma de decisiones en organizaciones educativas». *Revista de Ciencias Sociales (RCS)* XXV(2):120-30.
- Salinas, Mario, Daniela Giorgi, Federico Ponchio, y Paolo Cignoni. 2020. «ReviewerNet: A visualization platform for the selection of academic reviewers». *Computers & Graphics* 89:77-87. doi: 10.1016/J.CAG.2020.04.006.
- Tavares, Vinicius, Carla Maria, Dal Sasso, Rockenbach Tarouco, Liane Margarida, Zambenedetti Granville, Vinicius Tavares, Carla Maria, Dal Sasso, Liane Margarida, Zambenedetti Granville, y Lisandro A. Survey. 2015. «“A Survey on Information Visualization for Network and Service Management”». *IEEE Communications Surveys & Tutorials*.
- Templ, Matthias, Andreas Alfons, y Peter Filzmoser. 2012. «Exploring incomplete data using visualization techniques». *Adv. Data Anal. Classif.* 6(1):29-47. doi: 10.1007/s11634-011-0102-y.

- Toasa, Renato, Marisa Maximiano, Catarina Reis, y David Guevara. 2018. «Data visualization techniques for real-time information — A custom and dynamic dashboard for analyzing surveys' results». *2018 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* 1-7. doi: 10.23919/CISTI.2018.8398641.
- Tory, Melanie, Simeon Potts, y Torsten Möller. 2005. «A parallel coordinates style interface for exploratory volume visualization». *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 11(1):71-80. doi: 10.1109/TVCG.2005.2.
- Tufte, Edward R., y Peter Graves-Morris. 1983. *The Visual Display of Quantitative Information*. CT: Graphics press.
- Tufte, Edward R., Susan R. Mckay, Wolfgang Christian, y James R. Matey. 1998. *Visual Explanations: Images and Quantities, Evidence and Narrative*. Vol. 12.
- Valero Sancho, José Luis, Jordi Catalá Domínguez, y Beatriz Elena Marín Ochoa. 2014. «Aproximación a una taxonomía de la visualización de datos». *Revista Latina de Comunicación Social, ISSN-e 1138-5820, N.º. 69, 4, 2014, 22 págs.* (69):24-22.
- Viégas, Fernanda B., y Martin Wattenberg. 2007. «Artistic data visualization: Beyond visual analytics». Pp. 182-91 en *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*. Vol. 4564 LNCS. Springer Verlag.
- Zakaria, Mahmoud Sherif. 2021. «Data visualization as a research support service in academic libraries: An investigation of world-class universities». *The Journal of Academic Librarianship* 47(5):102397. doi: 10.1016/J.ACALIB.2021.102397.

# Fatores influenciadores do sucesso da implementação de sistemas CzRM - uma revisão de literatura

Jorge Manuel Pereira Duque<sup>1</sup>, Vítor Manuel de Jesus Filipe<sup>2</sup>,  
José Joaquim Magalhães Moreira<sup>3</sup>

**p40471@islaia.pt; vfilipe@utad.pt; jose.moreira@islaia.pt**

<sup>1</sup> ISLA – Instituto Politécnico de Gestão e Tecnologia, Rua Diogo Macedo, n.º 192, 4400-107, Vila Nova de Gaia, Portugal

<sup>2</sup> UTAD – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Quinta dos Prados, 5000-801, Vila Real, Portugal

<sup>3</sup> ISLA – Instituto Politécnico de Gestão e Tecnologia, Rua Diogo Macedo, n.º 192, 4400-107, Vila Nova de Gaia, Portugal

**Pages: 268-284**

**Resumo:** A gestão do relacionamento com o cliente é fundamental para as organizações. As instituições públicas, nomeadamente os municípios, não constituem uma exceção a este facto. Dado que o processo de implementação de um sistema CRM não é isento de riscos, é importante conhecer os fatores que influenciam o seu sucesso. A partir de estudos realizados foi possível constatar que existe uma lacuna na literatura, no que respeita aos fatores influenciadores do sucesso da adoção de sistemas CRM em instituições públicas (CzRM). A finalidade do presente artigo é apresentar o resultado de uma revisão da literatura realizada para identificar e descrever os fatores influenciadores do sucesso da implementação de sistemas CzRM.

**Palavras Chave:** gestão do relacionamento com o cidadão, gestão do relacionamento com o cliente, CRM, CzRM, municípios.

## ***Factors influencing the success of the implementation of CzRM systems - a literature review***

**Abstract:** Customer relationship management is critical for organizations. Public institutions, in particular municipalities, are no exception to this. Since the process of implementing a CRM system is not risk-free, it is important to know the factors that influence its success. From studies conducted, it was possible to verify that there is a gap in the literature regarding the influential factors of the successful adoption of CRM systems in public institutions (CzRM). Also, through interviews conducted in some municipalities and CRM suppliers, it was possible to identify the relevant factors for the adoption of CRM systems. The purpose of this article is to present the influence factors of the success of the implementation of CzRM systems.

**Keywords:** management of the relationship with the citizen, customer relationship management, CRM, CzRM, municipalities.

## 1. Introdução

Vivemos hoje na Era da informação digital e da sua ubiquidade, podendo tal levar a pressupor que a informação está virtualmente acessível a todos, a qualquer hora e em qualquer lugar. A realidade nos Municípios é diferente, reconhecem dificuldades na gestão da informação, aos mais diversos níveis de atuação. Para Arsic et al (2018) e Siu (2016), os municípios devem implementar sistemas Customer Relationship Management (CRM), para a sustentabilidade de longo prazo do relacionamento e para uma relação positiva entre a implementação do sistema de CRM e o desempenho da organização.

Os sistemas CRM permitem aos municípios criar uma visão única e agregada dos cidadãos, estruturando todas as informações e interações trocadas num único local e acessível em qualquer dispositivo.

Para o cidadão é possível obter a mesma informação através de qualquer canal de comunicação com o município e este conhecer melhor o cidadão, obter uma visão completa dos seus hábitos, suportando o processo de decisão (Duque et al, 2011, 2013; Barreto et al, 2018, pp. 158-167; Erkmén, 2018; Wu et al, 2018; Del Mar et al, 2018, pp. 265-276). Neste sentido, o CRM contribui para mudar a abordagem de auto-referência dos municípios para uma estratégia centrada nos cidadãos (Al-Khoury, 2012, pp. 126-150; Fila, Schwarczová & Mura, 2015, pp. 117-129; La Falce et al, 2015, pp. 43-62; Zamanian et al, 2011, pp. 8909-8917).

Na gestão de relacionamento com os cidadãos pelos municípios, adaptam-se os conceitos e a estruturação do CRM da iniciativa privada para o ambiente público municipal como Citizen Relationship Management (CzRM), para melhorar a eficácia da prestação de serviços aos cidadãos e incentivar à cidadania (Demo & Pessôa, 2015, pp. 677-697; Hartmann, 2019, pp. 59-77; Wulansari & Subriadi, 2017, pp. 22-28). O acrónimo de CRM para a administração pública também é encontrado na literatura como CzRM (Schellong, 2006, pp. 490-490). Ou seja, os municípios procuram criar valor para os cidadãos promovendo a gestão de relacionamento e interações com os cidadãos numa base contínua (Al-Raisi & Al-Khoury, 2010; Schellong, 2008).

O cidadão é um cliente dos serviços públicos, sendo mais exigente e multifacetado na relação com os municípios. Neste sentido, os sistemas CzRM constituem uma prioridade para os municípios, permitindo a melhoria da informação e dos serviços ao cidadão, reduzir custos operacionais e tempos de resposta, que os cidadãos sejam pró-ativos (Demo & Pessôa, 2015, pp. 677-697; Kavanagh, 2007; Shaikh & Khan, 2014, pp. 2234-2239), e também a integração de serviços, pessoas, práticas, processos e tecnologias, com o propósito do desenvolvimento social (Kavanagh, 2007).

O processo de implementação de um sistema CzRM não está isento de riscos, devido à sua complexidade, sendo importante compreender os fatores influenciadores do seu sucesso. Neste artigo apresenta-se o resultado de uma revisão de literatura realizada com vista a identificar e descrever os fatores influenciadores do sucesso da implementação de CRM em municípios.

O artigo encontra-se estruturado da seguinte forma: a próxima secção apresenta alguns conceitos fundamentais de CzRM; a terceira secção apresenta a metodologia seguida no estudo; a quarta secção apresenta os principais fatores influenciadores do sucesso da

implementação de CzRM; finalmente, na última secção, são apresentadas as conclusões e considerações finais.

## 2. CzRM

O CzRM, adapta os conceitos e a estruturação do CRM da iniciativa privada para o ambiente público municipal e, é apontado como o CRM aplicado ao cidadão. Na verdade, existe uma semelhança semântica, um enfoque na gestão do relacionamento e o recurso às mesmas tecnologias. Mas também existem diferenças: a gestão do relacionamento com o cidadão é mais complexa.

A implementação do sistema CzRM, exige condições assentes em políticas e estratégias bem definidas, e o apoio do Executivo Municipal (Siriporananon & Visuthismajarn, 2018, pp. 1-8). A estratégia organizacional bem definida, conduz a uma prestação de um serviço de qualidade e que atenda na medida do possível aos pedidos e solicitações dos cidadãos (Lau et al, 2017, pp. 20-26).

Segundo Kumar & Reinartz (2018, pp. 3-38), o CzRM é o processo estratégico de atender os cidadãos com um nível superior de qualidade e moldar as interações com esses cidadãos. O objetivo final é aumentar o valor atual e futuro dos cidadãos para a organização. Também, para Lee & Kim (2018, pp. 873-895), ter uma cidadania ativa permite ter mais contributos e a participação dos cidadãos.

O CzRM é uma ferramenta de suporte ao atendimento e ao cidadão, para melhorar a qualidade da prestação do serviço e permitir gerar informação de gestão de suporte aos órgãos de decisão, bem como aos vários serviços do Município (figura 1).

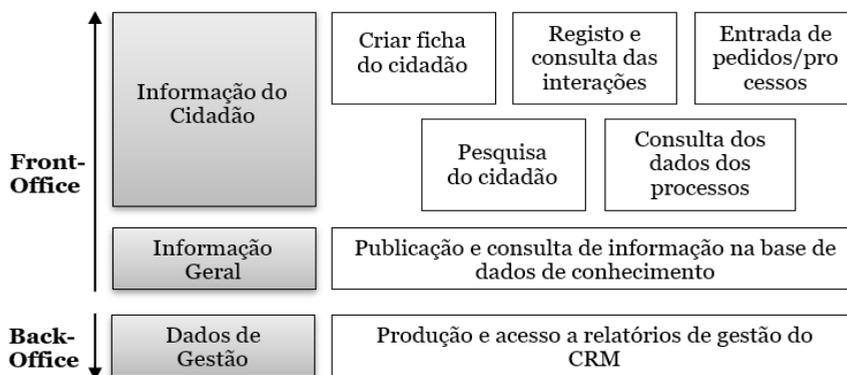


Figura 1 – Funcionalidades do CzRM

O CzRM é uma ferramenta para ser utilizada pelos vários serviços de atendimento, telefónico, presencial e de back-office. Podem ser nomeados interlocutores por área de negócio e tipologia de processo para agilizar o relacionamento com o back-office (figura 2).

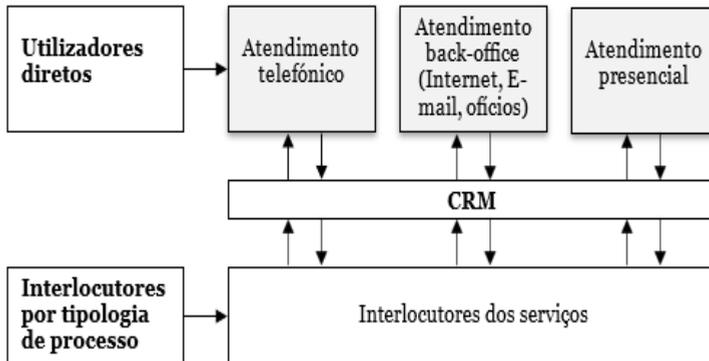


Figura 2 – Modelo de gestão do CRM

## Funcionalidades do CzRM

### Front-Office

<b>Área funcional</b>	Registo de entradas de processos; criação da ficha do cidadão; registo de interações; tramitação dos processos através da gestão documental.
<b>Informação transversal</b>	Consulta da informação dos cidadãos; consulta do estado dos processos; procedimentos da tramitação e interação.
<b>Informação disponível ao cidadão</b>	Informação disponível nas bases de dados do conhecimento.

### Back-Office

<b>Dados de gestão</b>	Disponibilidade de relatórios/dashboards de gestão do CRM
<b>Processos</b>	Processo de tramitação dos processos.

## 3. Metodologia

Com o objetivo de identificar os fatores de sucesso relativos à adoção de sistemas CRM em municípios foi realizada uma revisão sistemática da literatura dos últimos vinte anos.

A restrição a este período, deve-se principalmente a fatores como a forte dependência do suporte tecnológico e a lacuna na literatura, no que respeita aos fatores influenciadores do sucesso da adoção de sistemas CRM em instituições públicas.

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do trabalho foi realizada por fases. Na primeira fase procedeu-se à seleção das bases de dados para a realização da pesquisa, incluindo a Web of Knowledge, Scopus, ScienceDirect, ResearchGate e Google Scholar, dado reunirem um conjunto abrangente de referências da área. Foram também definidas as expressões de pesquisa a utilizar. Na segunda fase foram realizadas diversas pesquisas, com as seguintes expressões e respetivas traduções em inglês (em combinação): “CRM”; “CzRM”; “gestão do relacionamento com o cliente”; “gestão do relacionamento com o cidadão”; “município”; “fatores de sucesso CRM”.

Da pesquisa realizada, resultou um total de 82 publicações, as quais foram compiladas e analisadas inicialmente tendo por referência o título, o resumo e as palavras-chave. Quando não foi possível identificar a pertinência da publicação para o estudo apenas através da leitura inicial, procedeu-se à leitura integral, resultando num total de 37 artigos para análise detalhada. Finalmente, a partir da leitura integral desses artigos, identificaram-se os fatores influenciadores do sucesso da adoção de sistemas CzRM, os quais foram de seguida analisados e apresentados.

Os periódicos científicos com mais de um artigo identificados no decorrer da revisão da literatura são: International Journal of Electronic Governance; Decision Support Systems; Government Information Quarterly; Industrial Marketing Management; Information & Management; Springer; IEEE ACCESS; Revista Científica Hermes; Routledge, Taylor and Francis Group; Information Technology & People; United Nations; Information and Software Technology; International Journal of Research in Marketing; Journal of Computer Information Systems; Journal of Database Marketing; Journal of Marketing; Journal of Operations Management; Public Management Review; The Journal of Systems and Software.

#### 4. Fatores de Sucesso da Adoção de CzRM

A adoção de um sistema CzRM pelos municípios é um empreendimento complexo que pressupõe o redesenho dos processos e um modelo de relacionamento que gere o valor a longo prazo para o cidadão.

Pretende-se com o CzRM fazer uso da informação recolhida junto dos cidadãos, para aumentar a qualidade e eficiência do serviço de atendimento, poder estabelecer laços de cooperação entre a organização, os cidadãos e outras partes interessadas. Estes são projetos que regra geral implicam a reestruturação de processos internos, de serviços de atendimento, de tratamento e unificação da informação, desburocratização dos processos, criação de uma visão única do cliente, e uma prestação de serviços com qualidade. Neste sentido, o conhecimento dos fatores que influenciam o sucesso torna-se *per si* também um fator crítico de sucesso. Diversos autores têm contribuído com as suas visões para o estudo dos processos de implementação de CzRM em municípios ou organismos públicos.

A Tabela 1 resulta de uma revisão e sistematização da literatura existente na área, apresentando os fatores influenciadores do sucesso da implementação do CzRM.

Fatores influenciadores do sucesso na implementação de CzRM	Referências	Nº de Ref(s)
Assegurar pré-requisitos estratégicos para adoção do CRM	(Yakobi et al, 2019); (Keramati et al, 2011); (Santos et al, 2020); (Carvalho et al, 2021, pp. 32-44); (Naranjo-Zolotov et al, 2018); (Lee & Kim, 2019, pp. 1026-1047); (Stone & Can, 2020); (Orenga-Rogla & Chalmeta, 2016); (Chiguvi, Madondo & Dube, 2019); (Pérez et al, 2020); (Schellong, 2008); (Mocca, 2021, pp. 108-119); (Mohamed et al, 2013, pp. 108-119); (Salsabila et al, 2021); (Jalal, 2021); (Azizah & Izaak, 2020)	16

Fatores influenciadores do sucesso na implementação de CzRM	Referências	Nº de Ref(s)
Assegurar pré-requisitos técnicos para adoção do CRM	(Keramati et al, 2011); (Alabri et al, 2020); (Bahrami et al, 2012, pp. 59-64); (Carvalho et al, 2021, pp. 32-44); (Naranjo-Zolotov et al, 2018); (Lee & Kim, 2019, pp. 1026-1047); (Stone & Can, 2020); (Orenga-Rogla & Chalmeta, 2016); (Hartmann et al, 2017, pp. 337-353); (Wu, 2017); (Schellong, 2008); (Farmania et al, 2021); (Mohamed et al, 2013, pp. 108-119); (Salsabila et al 2021); (Azizah & Izaak, 2020)	15
Assegurar o apoio do Executivo Municipal	(Yakobi et al, 2019); (Keramati et al, 2011); (Alabri et al, 2020); (Santos et al, 2020); (Bahrami et al, 2012, pp. 59-64); (Carvalho et al, 2021, pp. 32-44); (Naranjo-Zolotov et al, 2018); (Lee & Kim, 2019, pp. 1026-1047); (Stone & Can, 2020); (Orenga-Rogla & Chalmeta, 2016); (Chiguvi, Madondo & Dube, 2019); (Schellong, 2008); (Farmania et al, 2021); (Mocca, 2021, pp. 108-119); (Castelo, 2021, pp. 32-44); (Mohamed et al, 2013, pp. 108-119); (Salsabila et al, 2021); (Jalal, 2021); (Azizah & Izaak, 2020); (Balasingham, 2021); (Ratnatunga, 2020, pp. 219-228)	21
Reunir uma equipa de projeto interna forte	(Keramati et al, 2011); (Naranjo-Zolotov et al, 2018); (Lee & Kim, 2019, pp. 1026-1047); (Stone & Can, 2020); (Orenga-Rogla & Chalmeta, 2016); (Chiguvi, Madondo & Dube, 2019)	6
Implementar uma comunicação eficiente com os colaboradores/ utilizadores	(Keramati et al, 2011); (Demo & Pessôa, 2015, pp. 677-697); (Reginaldo & Napoleão, 2020, pp. 184-207); (Lee & Kim, 2018, pp. 873-895); (Naranjo-Zolotov et al, 2018); (Lee & Kim, 2019, pp. 1026-1047); (Stone & Can, 2020); (Orenga-Rogla & Chalmeta, 2016); (Chiguvi, Madondo, Dube, 2019); (Hartmann et al, 2017, pp. 337-353); (Wu, 2017); (Schellong, 2008); (Mocca, 2021, pp. 108-119); (Salsabila et al, 2021)	14
Definir e caracterizar o âmbito do projeto	(Alabri et al, 2020); (Santos et al, 2020); (Lee & Kim, 2018, pp. 873-895); (Carvalho et al, 2021, pp. 32-44); (Naranjo-Zolotov et al, 2018); (Chiguvi, Madondo, Dube 2019); (Mocca, 2021, pp. 108-119); (Salsabila et al, 2021)	8
Reunir um conhecimento abrangente da realidade do Município	(Alabri et al, 2020); (Santos et al, 2020); (Naranjo-Zolotov et al, 2018); (Stone & Can, 2020); (Chiguvi, Madondo, Dube 2019); (Schellong, 2008); (Mocca, 2021, pp. 108-119); (Mohamed et al, 2013, pp. 108-119); (Jalal, 2021); (El-Bakry et al, 2014); (Ratnatunga, 2020, pp. 219-228)	11

<b>Fatores influenciadores do sucesso na implementação de CzRM</b>	<b>Referências</b>	<b>Nº de Ref(s)</b>
Implementar um processo de seleção adequada de fornecedores para a implementação	(Stone & Can, 2020); (Pérez et al, 2020); (Mocca, 2021, pp. 108-119)	3
Repensar os processos do Município	(Alabri et al, 2020); (Santos et al, 2020); (Carvalho et al, 2021, pp. 32-44); (Naranjo-Zolotov et al, 2018); (Orenga-Rogla, Chalmeta, 2016); (Schellong, 2008); (Azizah & Izaak, 2020)	7
Seleção de soluções rigorosa	(Yakobi et al, 2020); (Lee & Kim, 2018, pp. 873-895); (Carvalho et al, 2021, pp. 32-44); (Lee & Kim, 2019, pp. 1026-1047); (Castelo, 2021, pp. 32-44)	5
Assegurar a capacidade do fornecedor na prestação de serviços e suporte pós-venta	(Stone & Can, 2020); (Orenga-Rogla & Chalmeta, 2016); (Farmania et al, 2021); (Castelo, 2021, pp. 32-44)	4
Gerir a resistência à mudança e envolver os utilizadores no processo de mudança	(Yakobi et al, 2019); (Orenga-Rogla & Chalmeta, 2016); (Schellong, 2008); (Mocca, 2021, pp. 108-119)	4
Assegurar interoperabilidade entre os sistemas existentes no Município	(Alabri et al, 2020); (Yakobi et al, 2020); (Lee & Kim, 2018, pp. 873-895); (Stone & Can, 2020); (Orenga-Rogla & Chalmeta, 2016); (Schellong, 2008); (Farmania et al, 2021); (Mocca, 2021, pp. 108-119); (Castelo, 2021, pp. 32-44); (Salsabila et al, 2021); (Jalal, 2021)	11
Garantir a facilidade de uso	(Bahrami et al, 2012, pp. 59-64); (Lee & Kim, 2018, pp. 873-895); (Carvalho et al, 2021, pp. 32-44); (Lee & Kim, 2019, pp. 1026-1047); (Stone & Can, 2020); (Orenga-Rogla & Chalmeta, 2016)	6
Assegurar a formação adequada dos utilizadores	(Bahrami et al, 2012, pp.59-64); (Lee & Kim, 2018, pp. 873-895); (Stone & Can, 2020); (Orenga-Rogla & Chalmeta, 2016)	4
Gerir de forma adequada o projeto	(Alabri et al, 2020); (Carvalho et al, 2021, pp. 32-44); (Naranjo-Zolotov et al, 2018); (Lee & Kim, 2018, pp. 873-895); (Orenga-Rogla & Chalmeta, 2016)	5
Obter melhoria dos processos internos	(Yakobi et al, 2019); (Alabri et al, 2020); (Yakobi et al, 2020); (Lee & Kim, 2018, pp. 873-895); (Naranjo-Zolotov et al, 2018); (Lee & Kim, 2019, pp. 1026-1047); (Stone & Can, 2020); (Orenga-Rogla & Chalmeta, 2016); (Schellong, 2008); (Mocca, 2021, pp. 108-119); (Castelo, 2021, pp. 32-44); (Balasingham, 2021); (Ratnatunga, 2020, pp. 219-228)	13

Fatores influenciadores do sucesso na implementação de CzRM	Referências	Nº de Ref(s)
Monitorizar as entidades, processos e atividades	(Carvalho et al, 2021, pp. 32-44); (Naranjo-Zolotov et al, 2018); (Lee & Kim, 2018, pp. 873-895); (Stone & Can, 2020); (Orenga-Rogla & Chalmeta, 2016); (Mocca, 2021, pp. 108-119); (Mohamed et al, 2013, pp. 108-119); (Salsabila et al, 2021); (Balasingham, 2021); (Munandar et al, 2020)	10
Conhecer, comunicar e interagir com os cidadãos	(Yakobi et al, 2019); (Keramati et al, 2011); (Alabri et al, 2020); (Demo & Pessôa, 2015, pp. 677-697); (Bahrami et al, 2012, pp. 59-64); (Lee & Kim, 2018, pp. 873-895); (Stone & Can, 2020); (Carvalho et al, 2021, pp. 32-44); (Naranjo-Zolotov et al, 2018); (Lee & Kim, 2019, pp. 1026-1047); (Orenga-Rogla & Chalmeta, 2016); (Chiguvu, Madondo, Dube, 2019); (Schellong, 2008); (Farmania et al, 2021); (Mocca, 2021, pp. 108-119); (Castelo, 2021, pp. 32-44); (Salsabila et al, 2021); (Jalal, 2021); (Balasingham, 2021); (Munandar et al, 2020)	20
Garantir transparência, conveniência e disponibilidade da informação na prestação de serviços	(Yakobi et al, 2019); (Keramati et al, 2011); (Demo & Pessôa, 2015, pp. 677-697); (Reginaldo & Napoleão, 2020, pp. 184-207); (Lee & Kim, 2018, pp. 873-895); (Carvalho et al, 2021, pp. 32-44); (Naranjo-Zolotov et al, 2018); (Lee & Kim, 2019, pp. 1026-1047); (Orenga-Rogla & Chalmeta, 2016); (Hartmann et al, 2017, pp. 337-353); (Wu, 2017); (Schellong, 2008); (Farmania et al, 2021); (Mocca, 2021, pp. 108-119); (Castelo, 2021, pp. 32-44); (Salsabila et al, 2021)	16
Aumentar a produtividade e competitividade do Município	(Yakobi et al, 2019); (Keramati et al, 2011); (Alabri et al, 2020); (Yakobi et al, 2020); (Reginaldo & Napoleão, 2020, pp. 184-207); (Lee & Kim, 2018, pp. 873-895); (Naranjo-Zolotov et al, 2018); (Lee & Kim, 2019, pp. 1026-1047); (Orenga-Rogla & Chalmeta, 2016); (Schellong, 2008); (Farmania et al, 2021); (Castelo, 2021, pp. 32-44); (Salsabila et al, 2021); (Balasingham, 2021); (Ratnatunga, 2020, pp. 219-228)	15

Fatores influenciadores do sucesso na implementação de CzRM	Referências	Nº de Ref(s)
Melhorar continuamente o serviço prestado aos cidadãos	(Yakobi et al, 2019); (Keramati et al, 2011); (Alabri et al, 2020); (Yakobi et al, 2020); (Demo & Pessôa, 2015, pp. 677-697); (Reginaldo & Napoleão, 2020, pp. 184-207); (Bahrami et al, 2012, pp. 59-64); (Lee & Kim, 2018, pp. 873-895); (Carvalho et al, 2021, pp. 32-44); (Naranjo-Zolotov et al, 2018); (Lee & Kim, 2019, pp. 1026-1047); (Orenga-Rogla & Chalmeta, 2016); (Schellong, 2008); (Farmania et al, 2021); (Mocca, 2021, pp. 108-119); (Castelo, 2021, pp. 32-44); (Mohamed et al, 2013, pp. 108-119); (Salsabila et al, 2021); (Jalal, 2021); (Azizah & Izaak, 2020); (Balasingham, 2021); (El-Bakry et al, 2014); (Ratnatunga, 2020, pp. 219-228)	23

Tabela 1 – Fatores influenciadores do sucesso de CzRM

Os fatores identificados são descritos de seguida.

### **Assegurar pré-requisitos estratégicos para adoção do CRM**

Os pré-requisitos estratégicos servem para conhecer bem os sistemas e o ambiente da organização e a predisposição para a mudança, criar valor para o cidadão e para a organização, a transparência no tratamento dos processos, e permitir caraterizar os processos de interação das pessoas e integração da gestão documental.

### **Assegurar pré-requisitos técnicos para adoção do CRM**

Os pré-requisitos técnicos servem para preparar o Município e os cidadãos para o tratamento da informação em suporte digital, e integrar a informação no CRM com os vários sistemas da organização. O sistema CRM, deve ser projetado e concebido à medida do Município.

### **Assegurar o apoio do Executivo Municipal**

A envolvimento da Presidência do Município credibiliza o projeto e responsabiliza os utilizadores. Esta, deve estar informada do projeto, comunicar atempadamente a implementação do novo sistema CRM, a sua importância, o que se pretende obter e assegurar a participação e envolvimento dos colaboradores.

### **Reunir uma equipa de projeto interna forte**

A equipa de projeto deve ser multidisciplinar e responsável pelo levantamento dos requisitos, a comunicar com as pessoas e no apoio à consultoria, para que a adoção do sistema CRM seja um sucesso. Definir as propostas a realizar pelo fornecedor de sistemas CRM e proceder ao acompanhamento de adoção do sistema CRM.

## **Implementar uma comunicação eficiente com os colaboradores/utilizadores**

A organização deve preparar a mudança, comunicando aos colaboradores o novo sistema, o que se pretende com a implementação e entrada em funcionamento do novo sistema CRM. Não utilizar linguagem demasiado técnica e evitar a relutância à mudança. Ou seja, envolver os utilizadores, comprometê-los e responsabilizá-los, para antecipar e evitar os problemas.

## **Definir e caracterizar o âmbito do projeto**

A organização deve identificar e caracterizar os requisitos no âmbito do projeto. Identificar as funcionalidades, os processos e procedimentos por setor de atividade e contribuir com a melhor informação para o CRM, para aproximar o Município e os cidadãos com uma prestação de serviço com qualidade. A organização, deve perceber o que é possível atingir com a implementação do sistema CRM.

## **Reunir um conhecimento abrangente da realidade do Município**

Os envolvidos no processo devem conhecer o ambiente e a realidade dos municípios. O levantamento das necessidades, definição do âmbito e requisitos, deve ser efetuado por técnicos municipais que conhecem a realidade do Município e posteriormente transmitidos ao fornecedor de sistemas CRM, para implementação.

## **Implementar um processo de seleção adequada de fornecedores para a implementação**

A seleção do fornecedor para a implementação do sistema CRM, deverá ser efetuada de acordo com a sua experiência na implementação do mesmo tipo de projetos e do conhecimento que tem deste género de organizações, bem como o sucesso alcançado na implementação de outros projetos.

## **Repensar os processos do Município**

O sistema CRM serve de base à reestruturação que se venha a efetuar na organização. Os municípios devem realizar um trabalho de levantamento dos requisitos, identificar os processos e procedimentos, a interação entre as pessoas e o nível de conhecimento, a interoperabilidade entre os sistemas tecnológicos, bem como a qualidade do relacionamento com os cidadãos.

## **Seleção de soluções rigorosa**

O Município deve liderar todo o processo de implementação do sistema CRM. Este, deve ser de fácil manuseamento e adaptado aos municípios. O fornecedor, deve ter experiência, preparar as pessoas para o atendimento aos cidadãos e demonstrar ao Município o que é capaz de obter com a implementação do sistema CRM.

## **Assegurar a capacidade do fornecedor na prestação de serviços e suporte pós-venda**

O Município deve avaliar o contributo do fornecedor para fomentar uma cultura de mudança, o conhecimento e preparação dos utilizadores face ao projeto implementado, assegurar o acompanhamento contínuo do projeto, a manutenção técnica e aspetos relacionados com a infraestrutura.

## **Gerir a resistência à mudança e envolver os utilizadores no processo de mudança**

A dimensão, estrutura, cultura organizacional e impactos da mudança no Município devem estar associados à adoção do CRM. Procurar controlar a reação e apreensão das pessoas quanto à adoção de um novo sistema. Envolver as pessoas para controlar a resistência à mudança e as mesmas perceberem da importância da transformação e da associação à desmaterialização dos processos no Município.

## **Assegurar interoperabilidade entre os sistemas existentes no Município**

A interoperabilidade entre os sistemas existentes no Município permite obter, organizar e disponibilizar de forma controlada e orientada a informação com qualidade aos cidadãos, bem como uma maior celeridade no tratamento dos processos e eliminar a redundância e a dispersão da informação.

## **Garantir a facilidade de uso**

A facilidade de uso é fundamental para a adequação dos utilizadores e, facilitar a interação com os sistemas. As interfaces dos sistemas aplicativos sejam intuitivas e de fácil habituação para os utilizadores.

## **Assegurar a formação adequada dos utilizadores**

Os utilizadores devem entender os sistemas CRM no sentido de aumentar o grau de qualidade e produtividade da organização. O programa de acompanhamento para os utilizadores deve ser contemplado para facilitar a habituação ao novo sistema e para minimizar o impacto na produtividade. A informação produzida no CRM deve ser uniforme e tipificada, para informar os cidadãos de forma equitativa.

## **Gerir de forma adequada o projeto**

A adoção do sistema CRM conduz à implementação de mecanismos de apoio à gestão operacional. Deve ser feito um investimento no desenvolvimento e implementação de projetos tecnológicos e na formação dos utilizadores. A gestão adequada de um projeto, implica perceber os custos com a resolução de problemas operacionais, técnicos e no suporte às tecnologias e aos utilizadores, para ter informação disponível com qualidade e atempada aos cidadãos.

## **Obter melhoria dos processos internos**

A melhoria dos processos internos é um dos maiores desafios da organização e pode ser conseguida com a implementação do sistema CRM. É necessário um trabalho em equipa, para que a informação tenha um sentido comum, para integrar e partilhar pelos vários departamentos da organização. A implementação da estratégia de CRM é um projeto corporativo, que envolve todos os departamentos da organização.

## **Monitorizar as entidades, processos e atividades**

Monitorizar as entidades, processos e atividades, é dar cumprimento aos compromissos estabelecidos no plano estratégico. A monitorização permite apurar os desvios e a sua causa, identificar os constrangimentos futuros, definir as medidas corretivas e preventivas, ajustar metas, aumentar a responsabilização, realizar uma gestão eficaz,

melhorar o nível de informação a prestar aos superiores hierárquicos, aos cidadãos e às empresas.

### **Conhecer, comunicar e interagir com os cidadãos**

A conveniência do serviço ao cidadão está em disponibilizar múltiplos canais de comunicação. Os pedidos dos munícipes devem ser referenciados para os departamentos correspondentes do Município, para permitir aos cidadãos o acompanhamento, o estado e a tramitação dos processos, bem como melhorar a qualidade do serviço prestado, a gestão da proximidade com os cidadãos, o nível de conveniência, transparência e velocidade da prestação dos serviços.

### **Garantir transparência, conveniência e disponibilidade da informação na prestação de serviços**

A adoção do sistema CRM conduz a uma maior transparência no tratamento dos processos. Ou seja, os cidadãos acompanham o estado dos processos a partir de qualquer local e hora, independentemente do canal utilizado para comunicar. O CRM permite uma maior transparência no tratamento dos processos, desaparece a discriminação, pode ocorrer uma uniformização dos procedimentos dos municípios perante os munícipes e uma mudança de mentalidades.

### **Aumentar a produtividade e competitividade do Município**

O sistema CRM envolve os colaboradores e ao utilizador é permitido que acompanhe cada uma das fases dos processos. É possível o cumprimento de prazos, a celeridade no tratamento dos processos, uma avaliação do utilizador, aumentar a produtividade na administração pública e disponibilizar a informação através de meios multicanal, para uma maior competitividade e captação de novos munícipes.

### **Melhorar continuamente o serviço prestado aos cidadãos**

O sistema CRM permite que o Município seja capaz de gerar informação de qualidade e que sirva os interesses dos cidadãos. Conhecer melhor os seus cidadãos, efetuar um atendimento personalizado e informar os mesmos uniformemente, independentemente de quem atende. Aos municípios é permitido terem um espírito de competição, para captarem investimento, considerando a importância da celeridade no tratamento dos processos.

## **5. Discussão e conclusão**

Após a caracterização de cada um dos fatores influenciadores do sucesso da adoção de sistemas CRM em municípios, algumas ilações e resultados podem ser considerados.

Para a implementação de sistemas CRM em municípios, verifica-se que os fatores de sucesso mais focados são: assegurar pré-requisitos estratégicos para adoção do CRM; assegurar pré-requisitos técnicos para adoção do CRM; assegurar o apoio do Executivo Municipal; implementar uma comunicação eficiente com os colaboradores/ utilizadores; reunir um conhecimento abrangente da realidade do Município; assegurar interoperabilidade entre os sistemas existentes no Município; obter melhoria dos processos internos; monitorizar as entidades, processos e atividades; conhecer, comunicar

e interagir com os cidadãos; garantir transparência, conveniência e disponibilidade da informação na prestação de serviços; aumentar a produtividade e competitividade do Município; melhorar continuamente o serviço prestado aos cidadãos. Estes fatores são importantes e contribuem decisivamente para a melhoria dos processos internos da organização, para criar um ambiente favorável à interação entre a organização e o cidadão, ao nível da transparência e disponibilidade da informação, criação de valor, bem como da prestação de serviços.

Os fatores como reunir uma equipa de projeto interna forte, definir e caracterizar o âmbito do projeto, repensar os processos do Município, seleção de soluções rigorosa, garantir a facilidade de uso e gerir de forma adequada o projeto, são importantes na medida em que um projeto necessita de um líder e de uma equipa competente que identifique e avalie bem os requisitos, assim como acompanhe a evolução da execução dos trabalhos.

Os fatores como implementar um processo de seleção adequada de fornecedores para a implementação, assegurar a capacidade do fornecedor na prestação de serviços e suporte pós-venda, gerir a resistência à mudança e envolver os utilizadores no processo de mudança e assegurar a formação adequada dos utilizadores, são relevantes, na medida em que estão envolvidos nas fases do planeamento, execução, monitorização e manutenção do sistema CRM e podem contribuir de forma positiva no contexto da gestão da mudança e para o sucesso do projeto.

Em suma, os municípios devem considerar com rigor estes fatores na implementação dos sistemas CRM, dado que são fortes influenciadores do sucesso do empreendimento, permitindo criar valor para a organização e para o cidadão.

## Referências

- Alabri, S. D., Kamaruddin, S., Gilal, A. R., Jaafar, J., Aziz, I. A. (2020). The Moderation Influence of Power Distance on the Relationship Between Technological Factors and the Successful Implementation of Citizen Relationship Management in the Public Sector. *IEEE Access, Multidisciplinary, Rapid Review, Open Access Journal*. Digital Object Identifier 10.1109/ACCESS.2020.3010126.
- Al-Khouri, A. M. (2012). e-Government Strategies: The Case of the United Arab Emirates. *European Journal of ePractice*, 17, (pp. 126-150).
- Al-Raisi, A. N., & Al-Khouri, A. M. (2010). Public Value and ROI in the Government Sector. *Advances in Management*, 3(2).
- Arsic, S. M., Koviljka, B., Aleksandra, N., Dragana, R., e Miloš, A. (2018). Family Business Owner as a Central Figure in Customer Relationship Management. *Sustainability* 11(1): 77. DOI:10.3390/su11010077.
- Azizah, N., & Izaak, W. (2020). 2020 Citizen Relationship Management - CnRM. April 2020. DOI: 10.37200/IJPR/V24I8/PR280144

- Bahrami, M., Ghorbani, M., Arabzad, M. (2012). Information Technology (IT) as An Improvement Tool For Customer Relationship Management (CRM). International Conference on Leadership, Technology and Innovation Management. Procedia - Social and Behavioral Sciences 41 (2012), (pp. 59-64). DOI: 10.1016/j.sbspro.2012.04.008.
- Balasingham, R. (2021). Analysis of ERP, BPR and CRM. July 2021. <https://www.researchgate.net/publication/353014450>
- Barreto, T. B. O., Plácido, R. P., Carolina, F. G. S. (2018). The Multicriteria Model Support to Decision in the Evaluation of Service Quality in Customer Service. In Software Engineering and Algorithms in Intelligent Systems. Edited by Silhavy Radek. Cham: Springer International Publishing, (pp. 158-167). ISBN 978-3-319-91186-1.
- Castelo, S. (2021). The Virtuous Circle of Omnichannel CRM. May 2021. DOI: 10.20944/preprints202105.0359.v1.
- Carvalho, D., Demo, G., Medeiros, J., Scussel F. (2021). Citizen Relationship Management (CiRM): the past, present, and future of an emerging concept. Cadernos EBAPE.BR, 19(1), (pp. 32-44), 2021. DOI: 10.1590/1679-395120200057x.
- Chiguvi, D., Madondo, E., Dube, Z. (2019). The Importance of Customer Relationship Management in the Local Government Authorities in Zimbabwe. Applied Economics and Finance. 6(6), November 2019. ISSN 2332-7294 E-ISSN 2332-7308. Published by Redfame Publishing. URL: <https://doi.org/10.11114/aef.v6i6.4051>.
- Del Mar, G., M. Sáez-Martín, A. García-Tabuyo, M., Caba-Pérez, C. (2018). “Exploring dialogic strategies in social media for fostering citizens’ interactions with Latin American local governments”. Public Relations Review, 44(2), (pp. 265-276). <https://doi.org/10.1016/j.pubrev.2018.03.003>.
- Demo, G., & Pessôa, R. (2015). CzRM na administração pública: desenvolvimento e validação de uma escala de relacionamento com o cidadão. Rev. Adm. Pública, Rio de Janeiro, 49 (3), (pp. 677-697). DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0034-7612131226>.
- Duque, J., Varajão, J., Filipe, V., Dominguez, C. (2013). Implementation of CRM Systems in Portuguese Municipalities. Local Government Studies, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/03003930.2012.755464>.
- Duque, J., Varajão, J., Filipe, V. (2011). Implementação de sistemas CRM em municípios Portugueses. iGOV-DOC #12 – manuais de referência da administração pública.
- EL-Bakry, H. M., El-Ksasy, M. S., Mastorakis, N. (2016). Applying Data Mining Techniques for Customer Relationship Management: A Survey. January 2014. <https://www.researchgate.net/publication/308747927>.
- Erkmen, E. (2018). Managing Your Brand for Employees: Understanding the Role of Organizational Processes in Cultivating Employee Brand Equity. Administrative Sciences 8(3): 52. DOI:10.3390/admsci8030052.

- Farmania, A., Elsyah, R. D., Tuori, M. A. (2021). Transformation of CRM Activities into e-CRM: The Generating e-Loyalty and Open Innovation. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*. MDPI. <https://doi.org/10.3390/joitmc7020109>.
- Fila, M., Schwarczová, L., Mura, L. (2015). Citizen Satisfaction survey as a tool of citizen relationship management of local government in Slovakia. *Serbian Journal of Management*, 10 (1), (pp. 117-129). DOI:10.5937/sjm10-7147.
- Hartmann, S. (2019). Citizen Relationship Management for Civic Participation: How Smart Cities use 311 to Involve Citizens. In *E-Participation in Smart Cities: Technologies and Models of Governance for Citizen Engagement*, (pp. 59-77). DOI:10.1007/978-3-319-89474-4\_4.
- Hartmann, S., Stock, W. G., Mainka, A. (2017). Citizen Relationship Management in Local Governments: The Potential of 311 for Public Service Delivery. April 2017, (pp. 337-353). DOI: 10.1007/978-3-319-54142-6\_18.
- Jalal, A. N. (2021). Transforming traditional CRM into social CRM: An empirical investigation in Iraqi healthcare industry. May 2021. DOI: 10.1016/j.heliyon.2021.e06913.
- Kavanagh, S. C. (2007). *Revolutionizing constituent relationships: The promise of CRM systems for the public sector*. Chicago, IL: Government Finance Officers Association.
- Keramati, A., Afshari-Mofrad, M., Saremi, M. S. (2011). Citizen Relationship Management Critical Success Factors: an empirical study of Municipality of Tehran. *International Journal of Electronic Governance*, 4 (4). DOI: 10.1504/IJEG.2011.046007.
- Kumar, V., & Reinartz, W. (2018). *Customer Relationship Management. Concept, Strategy, and Tools*. Springer, (pp. 3-38). ISBN: 978-3-662-55381-7.
- La Falce, J. L., De Muylder, C. F., Pressot I. M., Toivanen, M. A. L. (2015). Qualidade no serviço público: Um estudo de caso em uma fundação pública em Minas Gerais. *Amazônia, Organizações e Sustentabilidade*, 3(2), (pp. 43-62). DOI: <http://dx.doi.org/10.17800/2238-8893/aos.v3n2p43-62>
- Lau, P. Y. Y., Tong, J. L. Y. T., Lien, B. Y., Hsu, Y., Chong, C. L. (2017). Ethical work climate, employee commitment and proactive customer service performance: Test of the mediating effects of organizational politics, *Journal of Retailing and Consumer Services*, vol. 35, (pp. 20-26).
- Lee, J., Kim, S. (2019). Citizen Participation, Process, and Transparency in Local Government: An Exploratory Study. Article in *Policy Studies Journal*. November 2019, (pp. 1026-1047). DOI: 10.1111/psj.12236.
- Lee, J., & Kim, S. (2018). Citizens e-participation on agenda setting in local governance: Do individual social capital and e-participation management matter?. *Public Management Review*, 20(6), (pp. 873-895). DOI: 10.1080/14719037.2017.1340507.
- Mocca, E. (2021). The municipal gaze on the EU: European municipalism as ideology, *Journal of Political Ideologies*, DOI: 10.1080/13569317.2021.1947571.

- Mohamed, N., Razi, M. J. M., Karim, N. S. A. (2013). A Knowledge Management Approach to Citizen Relationship Management in E-Government Context. January 2013. *International Journal of eBusiness and eGovernment Studies*, 5(1), (pp. 108-119).
- Munandar, T. A., Santos, H. B., Hidayanto, A. N. (2020). Citizen Readiness for Adopting Electronic Citizen Relationship Management (e-CiRM): A Qualitative Exploration. January 2020. <http://dx.doi.org/10.4108/eai.11-7-2019.2298052>.
- Naranjo-Zolotov, M., Oliveira, T., Casteleyn, S. (2018). Citizens intention to use and recommend e-participation: Drawing upon UTAUT and citizen empowerment, *Information Technology & People*, <https://doi.org/10.1108/ITP-08-2017-0257>.
- Orenga-Rogla S., & Chalmeta, R. (2016). Social customer relationship management: taking advantage of Web 2.0 and Big Data technologies. *SpringerPlus* (2016) 5:1462. DOI 10.1186/s40064-016-3128-y.
- Pérez, L. M., Oltra-Badenes, R., Gutiérrez, J. V. O. (2020). A Bibliometric Diagnosis and Analysis about Smart Cities. *Sustainability*. MDPI. August 2020, 12(16), 6357, <https://doi.org/10.3390/su12166357>.
- Ratnatunga, J. (2020). The Social CRM. July 2020, (pp. 219-228). <https://www.researchgate.net/publication/344557329>.
- Reginaldo, P. S., & Napoleão, V. G. (2020). O efeito da implementação dos sistemas ERP e CRM na satisfação dos clientes. *Revista Científica Hermes*, vol. 27, 2020, Maio-Setembro, (pp. 184-207). Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=477665801002>.
- Salsabila, L., Purnomo, E. P., Nurmandi, A. (2021). Citizens Relationship Management (CRM) in Jakarta: Does its work or not?. Vol. 2, Issue 3, December 2020. <https://doi.org/10.37950/ijd.v2i3.64>.
- Santos, C. A. M., Welter, M., Corrêa, L. M., Alves, J. B. M. (2020). Knowledge For Business And Social Development. *Visão Sistêmica na Gestão do Relacionamento com o Cidadão (CiRM)*. CIKI – X Congresso internacional de conocimiento e innovación. Ciudad del Saber, Panamá, 19 y 20 noviembre 2020.
- Schellong, A. (2008). *Citizen Relationship Management: A study of CRM in government*. Frankfurt: Peter Lang Publishing Group.
- Schellong, A. (2006). *Citizen Relationship Management: understanding, challenges and impact*. In: international conference on digital government research, New York: ACM Press, (pp. 490-490).
- Shaikh, R., & Khan, M. R. (2014). Citizen Relationship Management: A Decisive Parameter of G2C e-Governance Web Portals of Maharashtra India. *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*, 2(8), (pp. 2234-2239).
- Siriporananon, S., & Visuthismajarn, P. (2018). Key success factors of disaster management policy: A case study of the Asian cities climate change resilience network in Hat Yaicity, Thailand, *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 39(2), (pp. 1-8). DOI:10.1016/j.kjss.2018.01.005.

- Siu, N. Y. M. (2016). Customer Relationship Management and Recent Developments. *Administrative Sciences. Adm. Sci.* 2016, 6(3), 7. <https://doi.org/10.3390/admsci6030007>.
- Stone, J. A., & Can, S. H. (2020). Factors Influencing Tweet Purposes and Citizen Engagement with Municipal Twitter Accounts. DOI: 10.1108/OIR-05-2020-0175.
- Zamanian, M., Khaji, M. R., Emamian, S. M. S. (2011). The value chain of citizen Relationship management (CzRM): A framework for improvement. *African Journal of Business Management*, 5(22), (pp. 8909-8917). DOI: 10.5897/AJBM11.383.
- Yakobi, K., Berg, B. W. V., Scholtz, B. (2020). A Conceptual Model of the Challenges of Social Media Big Data for Citizen e-Participation: A Systematic Review. April 2020. DOI: 10.1007/978-3-030-45002-1\_21.
- Yakobi, K., Berg, B. W. V., Scholtz, B. (2019). Benefits and Applications of Social Media Analytics for Citizen Relationship Management. Conference Paper. November 2019. DOI: 10.34190/ECDG.19.026.
- Wu, J., Wang, Y., Zang, R., Cai, J. (2018). An Approach to Discovering Product/Service Improvement Priorities: Using Dynamic Importance-Performance Analysis. *Sustainability* 2018, 10(10), 3564. <https://doi.org/10.3390/su10103564>.
- Wu, W. (2017). Citizen Relationship Management System Users' Contact Channel Choices: Digital Approach or Call Approach?. January 2017. DOI: 10.3390/info8010008.
- Wulansari, A., & Subriadi, A. P. (2017). Developing Citizen Relationship Management (CiRM) Oriented E-Government Maturity Model". *IPTEK Journal of Engineering*, 3(1), (pp. 22-28). DOI:10.12962/J23378557.V3I1.A2268.

# Caracterización del uso de tecnologías inmersivas aplicadas en geoparques: Realidad Virtual, Realidad Aumentada, Realidad Mixta, Técnicas de visualización y Gamificación

Óscar-Andres Cuéllar-Rojas<sup>1</sup>, Mauricio Hincapié-Montoya<sup>2</sup>, Alejandro Valencia Arias<sup>3</sup>, Jefferson Quiroz-Fabra<sup>4</sup>, Lina-Marcela Cifuentes-Correa<sup>5</sup>

[ocuellar@coruniamericana.edu.co](mailto:ocuellar@coruniamericana.edu.co); [emhincapie@americana.edu.co](mailto:emhincapie@americana.edu.co); [javalenciar@gmail.com](mailto:javalenciar@gmail.com); [jquirozf@unal.edu.co](mailto:jquirozf@unal.edu.co); [docenteinvestigadoramed@americana.edu.co](mailto:docenteinvestigadoramed@americana.edu.co).

<sup>1</sup> Docente Investigador de la Corporación Universitaria Americana, Carrera 42 N°52-06, 050012, Medellín, Colombia.

<sup>2</sup> Docente Investigador de la Corporación Universitaria Americana, Carrera 42 N°52-06, 050012, Medellín, Colombia.

<sup>3</sup> Docente Investigador del Instituto Tecnológico Metropolitano, Carrera 76A No. 32<sup>a</sup>-73, 050036, Medellín, Colombia.

<sup>4</sup> Joven Investigador del Instituto Tecnológico Metropolitano, Carrera 76A No. 32<sup>a</sup>-73, 050036, Medellín, Colombia.

<sup>5</sup> Joven Investigador de la Corporación Universitaria Americana, Carrera 42 N°52-06, 050012, Medellín, Colombia.

**Pages: 285-302**

**Resumen:** Con el propósito de encontrar las tecnologías ideales para que los actores involucrados en los procesos divulgativos de los geoparques pasen de transmitir contenido a transformar las interacciones del proceso de mediación y lograr así un aprendizaje profundo se hace uso de una revisión sistemática de literatura. Partiendo de un análisis bibliométrico con R Studio y la librería Bibliometrix, complementada con un análisis de texto en el software Nvivo. Estos resultados son discutidos con base en literatura reciente. Emergiendo que, la Realidad Aumentada y la Realidad Virtual, se configuran como protagonistas de los procesos de mediación en ambientes no formales, como los centros de ciencia. Sin embargo, no se debe olvidar que las tecnologías por sí mismas no son otra cosa que una herramienta, un catalizador del proceso de enseñanza y aprendizaje. Es allí donde la gamificación puede convertirse en un aliado del proceso de mediación.

**Palabras-clave:** Realidad Virtual, Realidad Aumentada, Realidad Mixta, Técnicas de visualización, Gamificación.

*Characterization of the use of immersive technologies applied in geoparks: Virtual Reality, Augmented Reality, Mixed Reality, Visualization techniques and Gamification.*

**Abstract:** With the purpose of finding the ideal technologies so that the actors involved in the dissemination processes of geoparks go from transmitting content to transforming the interactions of the mediation process and thus achieve deep learning. Using a systematic literature review. Starting from a bibliometric analysis with R Studio and the Bibliometrix library, complemented with a text analysis in the Nvivo software. These results are discussed based on recent literature. Emerging that, Augmented Reality and Virtual Reality, are configured as protagonists of mediation processes in nonformal environments, such as science centers. However, it should not be forgotten that technologies by themselves are nothing more than a tool, a catalyst for the teaching and learning process. This is where gamification can become an ally of the mediation process.

**Keywords:** Virtual Reality, Augmented Reality, Mixed Reality, Visualization Techniques, Gamification.

## 1. Introducción

¿Qué es una tecnología inmersiva? La inmersión se fundamenta en dos conceptos; la interfaz gráfica y la acción con el contenido. La primera permite una sensación que podría ser nombrada como “presencia” y la segunda de interacción (DomínguezMartín, 2015). Actualmente, algunas tecnologías, como la realidad virtual (RV), la realidad aumentada (RA) y realidad mixta (RM), difuminan los límites entre el contexto físico y virtual permitiendo a los usuarios experimentar la ya mencionada sensación de presencia o también conocida como sensación de inmersión (H.-G. Lee et al., 2013). Este fenómeno se conoce como: Tecnología inmersiva.

Estas tecnologías, permiten contextualizar la información y enriquecerla con información digital diversa en multitud de formatos (Osuna & Pérez, 2016) y su uso puede facilitar el sustituir los objetos físicos, necesarios en algunas disciplinas artísticas y científicas (De la Torre Cantero et al., 2013). Por ejemplo, en el contexto de los centros de ciencia, es posible acceder a visitas totalmente virtuales sin interacción (RV) e interacciones con lugares y objetos que actualmente no existen RA Y RM.

Es importante reconocer que la RA, es una tecnología que mezcla la realidad con elementos digitales, para lograrlo hace uso de una cámara y una pantalla. A diferencia de la RV que construye entornos totalmente virtuales. En la figura 1, es posible observar que la Realidad Mixta en sí misma no es una tecnología, sino una fusión de otras.

la RA se sitúa entre los entornos reales y los virtuales, encargándose de construir y alinear objetos virtuales que se integran en un escenario real. Las mediaciones que usan este tipo de tecnologías en centros de divulgación pueden favorecer la capacidad de los visitantes para el análisis crítico de nuevas ideas, integrar conocimientos previos, asistiendo así la comprensión y retención a largo plazo para que luego puedan ser utilizadas en la solución de problemas en diferentes contextos. A esto se le conoce como aprendizaje profundo (Valenzuela, 2008). Un concepto fundamental para cumplir con la función educativa. La cual ha sido históricamente mejor reconocida como un objetivo central del movimiento de los centros de ciencia (Achiam & Sølberg, 2017). Un espacio de divulgación que resulta de gran interés son los geoparques, ellos surgen como una nueva figura de la UNESCO para promover el desarrollo sostenible y la conservación; priorizando el patrimonio geológico y geomorfológico en un contexto holístico con las

otras formas de patrimonio, la educación, investigación y desarrollo sostenible (Richard et al., 2018).



Figura 1 – Realidad Mixta. tomada de González, C., Vallejo, D., Albusac, J. A., y Castro (2013).

En este contexto emerge el interrogante ¿Cuáles son las opciones que tienen los geoparques para realizar divulgaciones exitosas, (es decir, que favorezcan un aprendizaje profundo) con diseños basados en Tecnologías Digitales Inmersivas? Para dar respuesta a este interrogante es necesario ampliar algunos conceptos y entender tres siglas: TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación), TAC (Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento) y TEP (Tecnologías del Empoderamiento y la Participación).

Según Almenara (2015), la TIC son fundamentalmente percibidas como catalizadoras y transmisoras de información y recursos educativos. Desde esta posición, el mediador se centra en el carácter instrumental de las mismas. Las TAC implican una concepción diferente, en ella las tecnologías son usadas para el aprendizaje y el conocimiento, por tanto, el mediador es responsable de realizar transformaciones metodológicas que impliquen ejecutar prácticas que no sea posible hacer sin ellas. Es decir, de innovar con ellas. Finalmente, esta las TEP, tecnologías para el empoderamiento y la participación. Se puede sintetizar en abandonar la postura de consumidor y pasar a la de prosumidor. En otras palabras, usar las TD para crear nuevo conocimiento.

Con el propósito de determinar la o las tecnologías que apunten a un enfoque desde las TAC y las TEP. Es decir, una tecnología ideal para que los actores involucrados en los procesos divulgativos de los geoparques pasen de transmitir contenido a transformar las interacciones del proceso de mediación. Se valorarán las tecnologías disponibles según su posibilidad para potenciar las habilidades comunicativas como: colaborar, moderar, negociar, debatir, comentar, reunirse en la red y ser creadores de contenido. En otras palabras, pasar de ser consumidores de contenido a prosumidores (López, 2015).

Para lograr el objetivo planteado se realizó una revisión sistemática de literatura. Partiendo de un análisis bibliométrico con R Studio (R-Team, 2020) y la librería Bibliometrix, complementada con un análisis de texto en el software Nvivo (NVivo, 2020). Para dar paso a una valoración de las tecnologías con base en el uso y presencia

en los textos completos seleccionados. Estos resultados son discutidos con base en literatura reciente, emergiendo así las principales tendencias y retos en el uso de tecnologías inmersivas.

## 2. Metodología

Se propone un sistema de embudo para acceder a un amplio espectro de información y tener una visión objetiva de la misma, con tres momentos de filtrado para seleccionar los trabajos completos incluidos para su análisis (ver Figura 3).

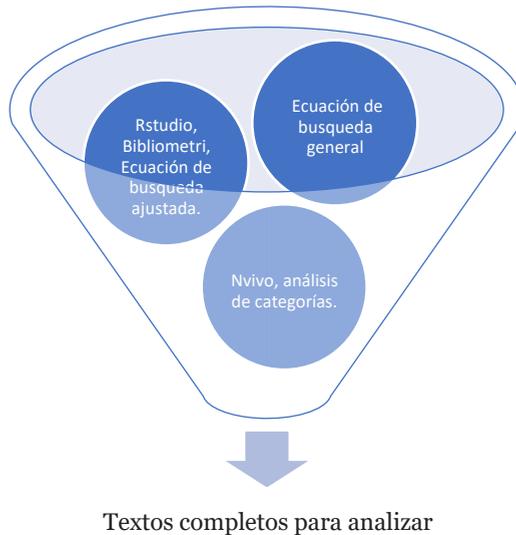


Figura 2 – Sistema de filtrado.

Para el desarrollo de la revisión sistemática de literatura se procedió a hacer una búsqueda de información haciendo uso de la base de datos especializada SCOPUS. La primera búsqueda tuvo como propósito tener una visión general sobre los estudios y las tendencias que se tienen en torno a las tecnologías inmersivas y los ambientes inmersivos, ya que una de las características de estos espacios es que son construidos con múltiples propósitos, entre ellos se destacan la generación de nuevas experiencias en torno a la navegación de los usuarios, aspectos de integración y sobre todo de interacción (Monroy, 2012), por lo que se hizo propicia la búsqueda con variantes del término “tecnología inmersiva” según lo que se buscó abordar en este estudio. Para este proceso se usó la siguiente ecuación de búsqueda:

(TITLE (“immersive technolog\*” OR “immersive environment”)) OR (KEY (“immersive technolog\*” OR “immersive environment”))

<i>Espacio de tiempo</i>	1993:2021
<i>Fuentes (revistas, libros, etc.)</i>	964
<i>Documentos</i>	1797
<i>Años promedio desde la publicación</i>	6,4
<i>Citas promedio por documentos</i>	6,384
<b>AUTORES</b>	
<i>Autores</i>	5372
<i>Apariciones del autor</i>	6932
<i>Autores de documentos de un solo autor</i>	171
<i>Autores de documentos de varios autores</i>	5201
<b>COLABORACIÓN DE AUTORES</b>	
<i>Documentos de un solo autor</i>	197
<i>Documentos por autor</i>	0,335
<i>Autores por documento</i>	2,99
<i>Coautores por documentos</i>	3,86
<i>Índice de colaboración</i>	3,25

Tabla 1 – Información principal sobre los datos

Se obtiene un total de 1797 correspondientes a un espacio de tiempo de 28 años (ver tabla 1). Resultados de los cuales se hace un análisis de las palabras clave de los documentos encontrados con el paquete Bibliometrix del software R (R-Team, 2020), (ver Figura 2). Con dicho análisis se identificaron los términos relacionados a las diferentes tecnologías y desarrollos en el aspecto inmersivo, en las que figuran las tecnologías más relevantes como la realidad virtual, aumentada y mixta, así como las herramientas de visualización. También se consideraron términos de interés que relacionan los ambientes abiertos y naturales como los geoparques y parques naturales. Además, se hizo uso de conectores como el término: ambientes inmersivos. El e-Learning aparece como un término relevante dadas las aplicaciones en este aspecto, así como los relacionados al turismo, la geología y el patrimonio.

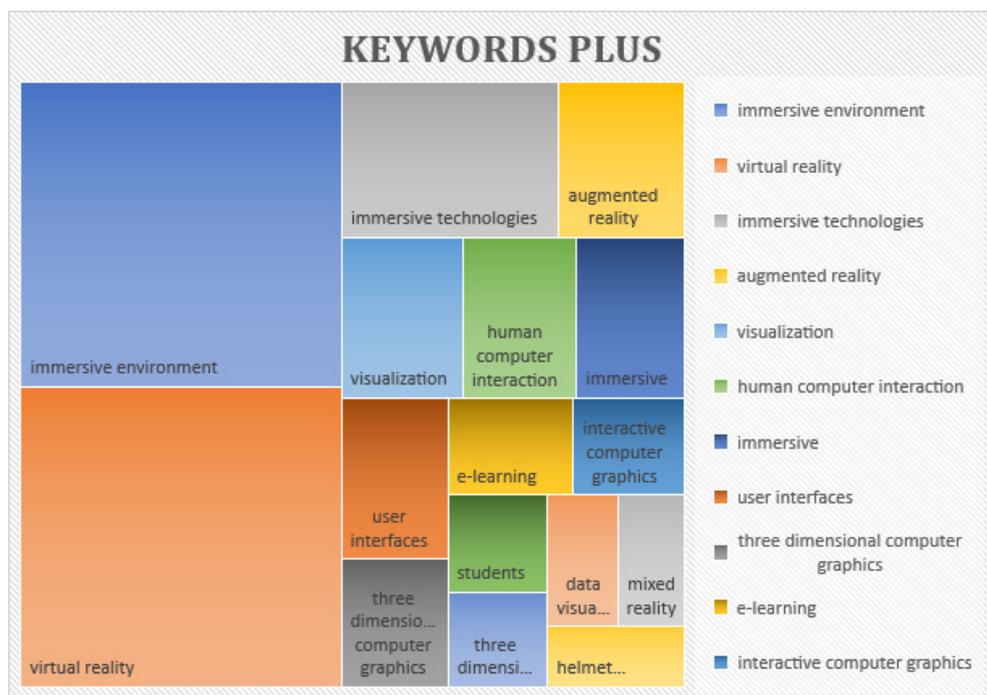


Figura 3 – Keywords Plus (Palabras claves plus extraídas de los resúmenes con R) Así, se desarrolló una segunda búsqueda con el uso de la siguiente ecuación:

TITLE ( “virtual realit\*” OR “Immersive technolog\*” OR “Augmented realit\*” OR “immersive environment\*” OR “Mixed Reality” OR “Visualization” OR “Virtual Worlds” OR “e-learning”)AND TITLE (“geopark\*” OR “Natural Park” OR “environmental park” OR “National park” OR “Geotourism” OR “Geoheritage” OR “tourism” ) AND ( LIMIT-TO ( LANGUAGE , “English” ) )

Con esta nueva ecuación se obtuvieron 264 resultados de estudios que integran las tecnologías inmersivas, los geoparques o ambientes naturales que integran aspectos del turismo y educación, los cuales son parte de los criterios de búsqueda como complementos a las aplicaciones de interés en este estudio en la figura 3, se puede observar cómo han ganado relevancia los términos turismo, RV y RA con el paso del tiempo.

Se procedió entonces a hacer una depuración de los resultados obtenidos seleccionando los estudios con mayor coherencia y relevancia para hacer la debida caracterización de las tecnologías teniendo como base los tipos de tecnologías, herramientas y aplicaciones, así como los contextos, escenarios y propósitos en los que se desarrollan. En otras palabras, se hizo foco en aquellos textos que habían centrado su investigación en el desarrollo y/o implementación de tecnologías inmersivas en geoparques. En esta etapa se realizó una evaluación sobre la pertinencia que tienen los estudios encontrados. Así se obtiene una base consolidada y centrada en la misma temática determinada, con el fin de hacer un mejor análisis.

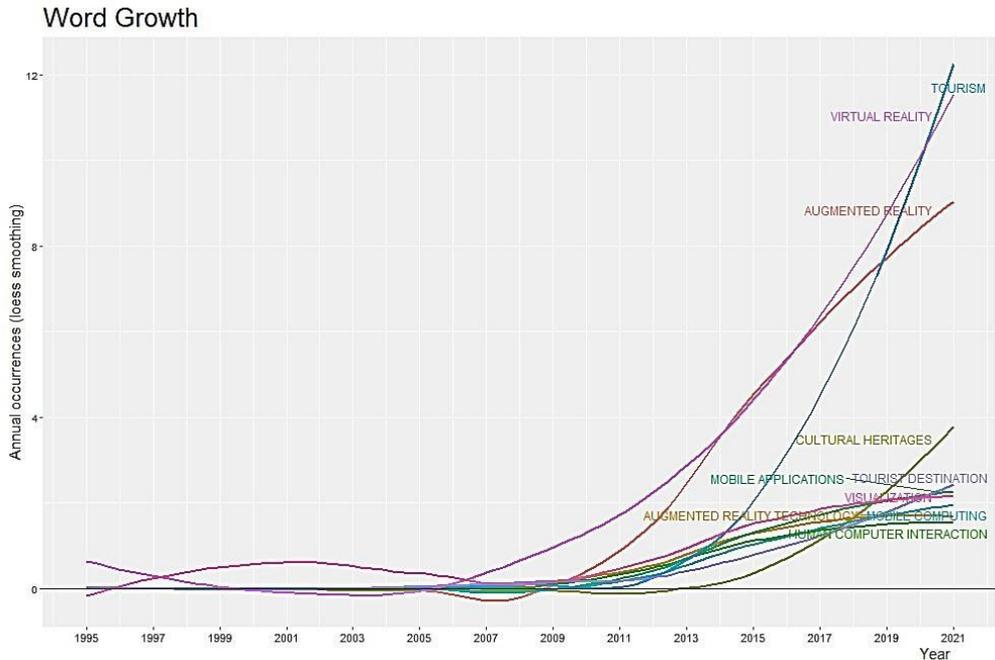


Figura 4 – Evolución de las temáticas

### 3. Discusión y análisis

La depuración y clasificación de los resultados obtenidos de la búsqueda en la base de datos SCOPUS permitió contar con un total de 211 publicaciones que son las que se analizan con el fin de tener una base sólida sobre las tecnologías inmersivas que se están usando y su aplicación en diferentes contextos. Para dicha depuración y clasificación se hace entonces una evaluación sobre la pertinencia de los mismo sobre el objeto de investigación, clasificándolos en un rango que va desde los muy afines a los que no tienen ninguna afinidad, siendo estos últimos eliminados para concentrar la atención en aquellos que permiten dar información valiosa a este estudio. En la figura 4, se clasificaron los textos mencionados, en el lado izquierdo aparecen aquellos de mayor interés y hacia la derecha el caso contrario.

Según esta clasificación se hace énfasis en los artículos con mayor coherencia hacia la aplicación de las tecnologías inmersivas en geoparques, haciendo un resumen de las tecnologías usadas por los autores como se puede ver en la tabla 1, donde se asocian los estudios con los 5 tipos de tecnologías encontrados en el análisis. Es de notar que, aunque la mayoría de estas investigaciones usan una sola de las tecnologías como objeto de análisis y desarrollo en sus respectivos estudios, también se pueden ver varios que integran más de una tecnología, teniendo desarrollos en torno al conjunto de sus beneficios como herramientas inmersivas.



Figura 5 – Presencia de las palabras clave en la literatura elegida

Un campo de gran interés para el uso de este tipo de tecnologías y que ha venido creciendo en los últimos años, es el turismo cultural (ver figura 3), en el que se pretende hacer una divulgación del patrimonio de las comunidades, desde lo histórico, artístico y cultural. La realidad virtual es entonces una de las tecnologías que se usan para esto, como lo propone Chanchí et al. (2020), en donde se propone en su estudio el diseño de una arquitectura de software que se basa en realidad virtual, utilizando una serie de herramientas y tecnologías en la web con el fin de implementar servicios y/o aplicaciones de turismo cultural, siendo la ciudad de Cartagena el sitio de aplicación con un prototipo de museo virtual. Los desarrollos hechos por Giordano et al., (2015) también utilizan la tecnología de realidad virtual y lo mezclan con algunas herramientas de visualización con el fin de promover conocimientos en el área de la geología. Esto haciendo uso de visitas virtuales, imágenes dinámicas y modelos en 3D como parte del diseño de una experiencia educativa en la que se puedan hacer diversos tipos de análisis en cualquier momento, representando una posibilidad para una mejor comprensión de aspectos técnicos complejos en la teoría, así como una opción cuando se tiene acceso restringido en algunas zonas de interés. Esto demuestra la versatilidad de estas tecnologías y su uso para fines educativos y pedagógicos.

La realidad aumentada es otro gran referente de avance tecnológico que se integra a aspectos turísticos y culturales, que ha permitido que se mejoren las experiencias

brindando elementos que facilitan la interacción con los conocimientos ayudando en el proceso de aprendizaje, sobre todo en aplicaciones en donde el propósito es la difusión del conocimiento. Las experiencias memorables, más inmersivas e interactivas son las que se promueven con el uso de la realidad aumentada, como la que proponen Santos et al. (2020), en donde los parques naturales son el escenario de desarrollo de una aplicación móvil, que usa sistemas de geolocalización y herramientas dinámicas en donde se puede difundir conocimientos científicos sobre la fauna y la flora de un parque natural, este tipo de implementaciones trasciende el uso convencional de las tecnologías, se hace algo que sería imposible sin ella (TAC).

Los museos, por ejemplo, hacen parte de los ambientes en los que se ha integrado este tipo de tecnologías, como en el estudio hecho por Paliokas et al (2020), en donde proponen una serie de herramientas modernas de realidad aumentada junto con la integración de un juego que sirva de método de evaluación de la experiencia. Este tipo de integraciones tecnológicas, al menos en el contexto de los museos, permite que se cuenten con mejores experiencias, se pueda difundir el conocimiento generando un mayor interés de los usuarios para el consumo de este tipo de contenidos y se sientan más atraídos al turismo cultural y patrimonial.

Este tipo de aplicaciones hacen parte de los referentes para la construcción de diferentes soluciones y servicios que se pueden integrar a diversas áreas, destacando el desarrollo de recorridos, museos y galerías virtuales, así como simulaciones y herramientas en el lugar o fuera de él, para poder favorecer un aprendizaje profundo, es decir, que los visitantes a los geoparques puedan transformar estos conocimientos para dar solución a problemáticas de su entorno.

	<b>A: R ealidad Mixta</b>	<b>B: Visualización</b>	<b>C: Gamificación</b>	<b>D: Realidad Aumentada</b>	<b>E: Realidad Virtual</b>
1: (Balestro et al., 2016)	0%	100%	0%	0%	0%
2: (Bec et al., 2021)	18,92%	0%	0%	27,93%	53,15%
3: (Čekada et al., 2020)	0%	54,84%	0%	32,26%	12,90%
4: (Chanchí G et al., 2020)	0%	0%	0%	22,22%	77,78%
5: (Cheah & Baker, 2020)	0%	0%	0%	93,85%	6,15%
6: (Chiu et al., 2021)	0%	3,39%	0%	83,05%	13,56%
7: (Debandi et al., 2018)	24,30%	2,80%	0%	65,42%	7,48%
8: (Demir & Karaarslan, 2018)	0%	0%	0%	96,08%	3,92%

	<b>A: R realidad Mixta</b>	<b>B: Visualización</b>	<b>C: Gamificación</b>	<b>D: Realidad Aumentada</b>	<b>E: Realidad Virtual</b>
9: (Diestro Mandros et al., 2021)	0%	2,91%	0%	7,77%	89,32%
10: (Lollino et al., 2015)	0%	42,86%	0%	0%	57,14%
11: (Griffin & Muldoon, 2020)	0%	0%	0%	4,96%	95,04%
12: (Hashim & Jusof, 2010)	0%	0%	0%	0%	100%
13: (Iacovino et al., 2020)	0%	4,60%	0%	33,33%	62,07%
14: (Rizkinia et al., 2016)	0%	100%	0%	0%	0%
15: (Jingen Liang & Elliot, 2021)	0%	0%	0,64%	85,67%	13,69%
16: (Jomsri, 2019)	0%	0%	0%	88,57%	11,43%
17: (Kask et al., 2018)	0%	100%	0%	0%	0%
18: (B. W. Lee et al., 2017)	0%	0%	0%	0%	100%
19: (Llerena et al., 2018)	0%	0%	0%	97,92%	2,08%
20: (Loureiro et al., 2020)	1,65%	1,86%	0,21%	48,35%	47,93%
21: (Lv et al., 2020)	0%	0%	0%	91,03%	8,97%
22: (Mendoza et al., 2021)	28,57%	0%	0%	40,71%	30,71%
23: (Ocampo, 2019)	1,92%	1,92%	0%	90,38%	5,77%
24: (Pageh & Permana, 2020)	0%	0%	0%	0%	0%
25: (Paliokas et al., 2020)	0,93%	1,85%	0%	94,91%	2,31%
26: (Phithak & Kamollimsakul, 2020)	0%	0%	0%	100%	0%
27: (Potter et al., 2016)	0%	0%	0%	0%	100%

	<b>A: R ealidad Mixta</b>	<b>B: Visualización</b>	<b>C: Gamificación</b>	<b>D: Realidad Aumentada</b>	<b>E: Realidad Virtual</b>
28: (Poux et al., 2020)	0,95%	5,60%	0%	5,60%	87,68%
29: (Pybus, 2019)	3,88%	0,97%	0%	3,88%	91,26%
30: (Saeteros et al., 2021)	0%	1,32%	0%	94,74%	3,95%
31: (I. Santos et al., 2018)	0%	36,11%	0%	44,44%	19,44%
32: (Saragih & Suyoto, 2020)	0%	0%	0%	100%	0%
33: (Tahyudin et al., 2016)	0%	0,92%	0%	96,33%	2,75%
34: (Templin & Popielarczyk, 2020)	25,85%	9,75%	0%	41,53%	22,88%
35: (Wang et al., 2019)	0%	0%	0%	11,76%	88,24%
36: (Marino Alfonso et al., 2021)	0%	0%	0%	97,30%	2,70%
37: (Martínez-Graña et al., 2017)	8,70%	4,35%	0%	86,96%	0%
38: (L. Santos et al., 2020)	0%	0%	2,08%	97,92%	0%
39: (Tsai, 2020)	0%	0%	0%	86,89%	13,11%
40: (Tseng et al., 2013)	0%	0%	0%	0%	100%
41: (Zarzuela et al., 2013)	0%	4,35%	0%	52,17%	43,48%
Peso de cada tecnología	3%	12%	0.1 %	49%	34%

Tabla 2 – Resultados de la matriz de codificación, con base en la presencia de las tecnologías en los estudios seleccionados.

Ahora bien, en la tabla 2, se encuentran los 41 artículos completos que fueron seleccionados, para analizar con base en los criterios ya expuestos. En la parte inferior se puede observar cómo es la distribución de estas tecnologías y su participación en este segmento de la literatura académica, dando un panorama más claro de qué tipo de tecnologías son las de mayor uso en el área de interés. Para obtener estos valores, se hizo

uso del software Nvivo (NVivo, 2020). En él se creó una matriz de referencia cruzada, que permitió analizar cada texto completo y la presencia exacta de cada concepto de interés. Previamente se realizó un primer análisis basado en los resúmenes de todos los textos, dicha lectura fue la que permitió realizar el último filtrado. Como es claro la Realidad Aumentada es la tecnología que tiene mayor impacto y que mayor interés investigativo ha generado para el desarrollo de herramientas y aplicaciones enfocados en la creación de espacios inmersivos, siendo la tecnología con el 49% de participación.

Diferentes autores concuerdan en este análisis, Osuna & Pérez afirman que ella ofrece “La posibilidad de contextualizar la información y enriquecerla con información digital diversa en multitud de formatos” (2016, p.117). Es decir, se le puede dar un uso desde las TAC. Su uso puede facilitar el sustituir los objetos físicos, necesarios en algunas disciplinas artísticas y científicas (De la Torre et al., 2013). Por otra parte, la RA como tecnología puede aplicarse en contextos formativos apoyándose en distintos enfoques pedagógicos (aprendizaje constructivista, aprendizaje situado, aprendizaje basado en juegos, aprendizaje inductivo) (Bower et al., 2014). Por tanto, es ideal para dar el paso a las TEP.

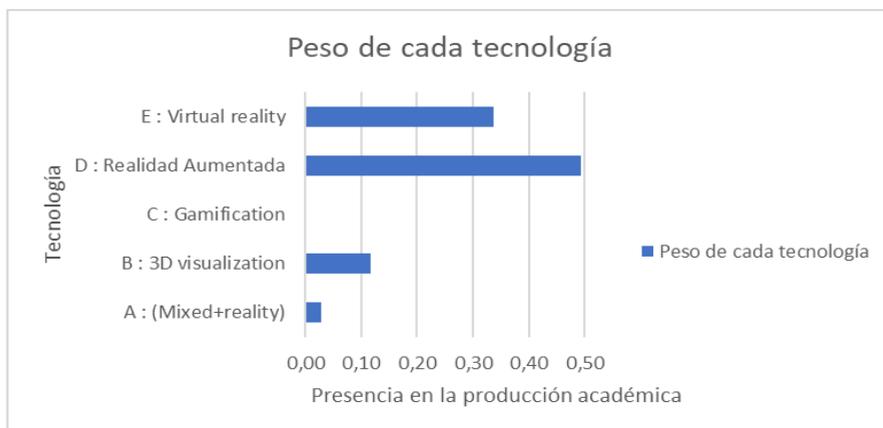


Figura 6 – Presencia de cada tecnología en la producción académica.

La realidad virtual tiene una participación del 34% en los artículos consultados siendo otra de las grandes exponentes de experiencias inmersivas dadas sus características tecnológicas y su acogida para lograr experiencias mejoradas en diferentes ámbitos. Con un 12% sigue la visualización como un componente de gran relevancia investigativa, dada su relación directa de los elementos de imagen, video y componentes interactivos propiamente, seguido de la realidad mixta, como la combinación de la realidad aumentada y virtual, y la gamificación, como el uso de juegos en ambientes serios, de enseñanza y dinámicos, ambas tecnologías con bajos porcentajes (ver figura 5).

Es interesante plantear algunas hipótesis frente a la baja presencia de la gamificación, visualizaciones 3D y RM. En el primer caso la gamificación es una esta metodología activa, que permite llevar las dinámicas del juego a ambientes de aprendizaje formales y no formales. Es decir, fue un concepto que emergió en la búsqueda, pero que no fue el foco de esta. En cuanto a las visualizaciones 3D y RM. Su implementación implica costos

más elevados para las instituciones. Mediante el uso de la RA, los visitantes pueden interactuar con la información virtual que se les ofrece, de forma directa, permitiendo la manipulación de objetos y elementos sin necesidad de una tecnología compleja (Wojciechowski & Cellary, 2013).

#### 4. Conclusiones

Con base en los resultados, la Realidad Aumentada y la Realidad Virtual, se configuran como protagonistas de los procesos de mediación en ambientes no formales, como los centros de ciencia. Sin embargo, no se debe olvidar que las tecnologías por sí mismas no son otra cosa que una herramienta, un catalizador del proceso de enseñanza y aprendizaje. Es decir, ellas por sí mismas no pueden garantizar un aprendizaje profundo, que permita al visitante finalizar su visita con algo más que información. Esto implica que ellas deben ser consideradas bajo una lógica pedagógica.

Es allí donde la gamificación puede convertirse en un catalizador del proceso de mediación, debido a que es una herramienta metodológica efectiva para integrar tecnologías como la realidad aumentada; que, gracias a su bajo costo, facilidad de implementación y su valor educativo se perfila como una opción óptima para realizar divulgaciones exitosas, (es decir, que favorezcan un aprendizaje profundo) con diseños basados en Tecnologías Digitales Inmersivas. No obstante, a través de la revisión de literatura fue posible evidenciar que ella aún se encuentra en un estado de gestación.

Las visualizaciones 3D y RM requieren costos elevados para las instituciones comparadas con el uso de la RA. Con ella los visitantes pueden interactuar y tener esa sensación de “presencia” con objetos y lugares imposibles o complejos de acceder sin el uso de la tecnología. Es decir, en ambientes como los geoparques, parques naturales entre otros. El uso de la RA puede trascender el uso instrumental.

Una línea de investigación interesante a partir de lo planteado es el diseño e implementación de experiencias en los centros de ciencias a través de metodologías activas, sumadas a tecnologías inmersivas. Con el objetivo de determinar el impacto en los procesos formativos de los visitantes.

#### Referencias

- Achiam, M., & Sølberg, J. (2017). Nine meta-functions for science museums and science centres. *Museum Management and Curatorship*, 32(2), 123–143.
- Almenara, J. C. (2015). Reflexiones educativas sobre las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, 1.
- Balestro, G., Cassulo, R., Festa, A., Fioraso, G., Giardino, M., Nicolò, G., & Perotti, L. (2016). 3D Geological visualizations of Geoheritage information in the Monviso Massif (Western Alps). *Rendiconti Online Societa Geologica Italiana*, 39(April), 81–83. <https://doi.org/10.3301/ROL.2016.52>

- Bec, A., Moyle, B., Schaffer, V., & Timms, K. (2021). Virtual reality and mixed reality for second chance tourism. *Tourism Management*, 83(May 2019), 104256. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2020.104256>
- Bower, M., Howe, C., McCredie, N., Robinson, A., & Grover, D. (2014). Augmented Reality in education—cases, places and potentials. *Educational Media International*, 51(1), 1–15.
- Čekada, M. T., Radovan, D., Lipuš, B., & Mongus, D. (2020). Very Small Glaciers as Geoheritage: Combining a Spatio-Temporal Visualisation of Their Development and Related Effects of Climate Change. *Geoheritage*, 12(4). <https://doi.org/10.1007/s12371-020-00511-1>
- Chanchí G, G. E., Saba, M., & Monroy R, M. E. (2020). Propuesta de una arquitectura software basada en realidad virtual para el desarrollo de aplicaciones de turismo cultural. *Iberian Journal of Information Systems and Technologies Recibido/ Submission*., December, 157–171.
- Cheah, Y. K., & Baker, O. (2020). Location-based mobile augmented reality application for tourism. *2020 IEEE Graphics and Multimedia, GAME 2020*, 37–42. <https://doi.org/10.1109/GAME50158.2020.9315096>
- Chiu, C. C., Wei, W. J., Lee, L. C., & Lu, J. C. (2021). Augmented reality system for tourism using image-based recognition. *Microsystem Technologies*, 27(4), 1811–1826. <https://doi.org/10.1007/s00542-019-04600-2>
- De la Torre Cantero, J., Martin-Dorta, N., Pérez, J. L. S., Carrera, C. C., & González, M. C. (2013). Entorno de aprendizaje ubicuo con realidad aumentada y tabletas para estimular la comprensión del espacio tridimensional. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 37.
- Debandi, F., Iacoviello, R., Messina, A., Montagnuolo, M., Manuri, F., Sanna, A., & Zappia, D. (2018). Enhancing cultural tourism by a mixed reality application for outdoor navigation and information browsing using immersive devices. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 364(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/364/1/012048>
- Demir, Ö. F., & Karaarslan, E. (2018). Augmented reality application for smart tourism: GökovAR. *Proceedings - 2018 6th International Istanbul Smart Grids and Cities Congress and Fair, ICSG 2018*, 164–167. <https://doi.org/10.1109/SGCF.2018.8408965>
- Diestro Mandros, J., Garcia Mercado, R., & Bayona-Oré, S. (2021). Virtual Reality and Tourism: Visiting Machu Picchu. In *Advances in Intelligent Systems and Computing* (Vol. 1297). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-63329-5\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-030-63329-5_18)
- Domínguez-Martín, E. (2015). Periodismo inmersivo o cómo la realidad virtual y el videojuego influyen en la interfaz e interactividad del relato de actualidad. *Profesional de La Información*, 24(4), 413–423.

- Giordano, E., Magagna, A., Ghiraldi, L., Bertok, C., Lozar, F., d'Atri, A., Pierre, F. Dela, Giardino, M., Natalicchio, M., & Martire, L. (2015). Multimedia and virtual reality for imaging the climate and environment changes through Earth history: Examples from the Piemonte (NW Italy) geoheritage (PROGEOPIemonte Project). In *Engineering Geology for Society and Territory-Volume 8* (pp. 257–260). Springer.
- González, C., Vallejo, D., Albusac, J. A., y Castro, J. J. (2013). *Realidad Aumentada un enfoque practico con ArToolKit y Blender*. <http://www.librorealidadaugmentada.com/>
- Griffin, T., & Muldoon, M. (2020). Exploring virtual reality experiences of slum tourism. *Tourism Geographies*, *o*(0), 1–20. <https://doi.org/10.1080/14616688.2020.1713881>
- Hashim, K. H. Bin, & Jusof, M. J. Bin. (2010). Spherical high dynamic range virtual reality for virtual tourism: Kellie's Castle, Malaysia. *2010 16th International Conference on Virtual Systems and Multimedia, VSMM 2010*, 297–300. <https://doi.org/10.1109/VSMM.2010.5665945>
- Iacovino, A., De Paolis, L. T., & Ndou, V. (2020). Technologies to Support Tourism Innovation and Cultural Heritage: Development of an Immersive Virtual Reality Application. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*: Vol. 12243 LNCS. Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-03058468-9\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-03058468-9_1)
- Jingen Liang, L., & Elliot, S. (2021). A systematic review of augmented reality tourism research: What is now and what is next? *Tourism and Hospitality Research*, *21*(1), 15–30. <https://doi.org/10.1177/1467358420941913>
- Jomsri, P. (2019). Creative Innovation of Augmented Reality for Promote Sustainable Tourism of Chiang Mai Moat. *Journal of Physics: Conference Series*, *1335*(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1335/1/012010>
- Kask, S., Kull, T., & Orru, K. (2018). The use of 3D visualization for sustainable tourism planning. *Journal of Baltic Studies*, *49*(3), 371–385. <https://doi.org/10.1080/01629778.2018.1455719>
- Lee, B. W., Shih, H. Y., Chou, Y. T., & Chen, Y. S. (2017). Educational Virtual Reality implementation on English for Tourism Purpose using knowledgebased engineering. *Proceedings of the 2017 IEEE International Conference on Applied System Innovation: Applied System Innovation for Modern Technology, ICASI 2017*, 792–795. <https://doi.org/10.1109/ICASI.2017.7988550>
- Lee, H.-G., Chung, S., & Lee, W.-H. (2013). Presence in virtual golf simulators: the effects of presence on perceived enjoyment, perceived value, and behavioral intention. *New Media & Society*, *15*(6), 930–946.

- Llerena, J., Andina, M., & Grijalva, J. (2018). Mobile application to promote the Malecón 2000 tourism using augmented reality and geolocation. *Proceedings - 3rd International Conference on Information Systems and Computer Science, INCISCOS 2018, 2018-Decem*, 213–220. <https://doi.org/10.1109/INCISCOS.2018.00038>
- Lollino, G., Giordan, D., Marunteanu, C., Christaras, B., Yoshinori, I., & Margottini, C. (2015). Engineering geology for society and territory – Volume 8: Preservation of cultural heritage. *Engineering Geology for Society and Territory - Volume 8: Preservation of Cultural Heritage*, 8, 1–584. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-09408-3>
- López, J. (2015). *La taxonomía de Bloom y sus actualizaciones*.
- Loureiro, S. M. C., Guerreiro, J., & Ali, F. (2020). 20 years of research on virtual reality and augmented reality in tourism context: A text-mining approach. *Tourism Management*, 77(September 2018). <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2019.104028>
- Lv, M., Wang, L., & Yan, K. (2020). Research on Cultural Tourism Experience Design Based on Augmented Reality. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 12215 LNCS, 172–183. [https://doi.org/10.1007/978-303050267-6\\_14](https://doi.org/10.1007/978-303050267-6_14)
- Marino Alfonso, J. L., Poblete Piedrabuena, M. Á., Beato Bergua, S., & Herrera Arenas, D. (2021). Geotourism Itineraries and Augmented Reality in the Geomorphosites of the Arribes del Duero Natural Park (Zamora Sector, Spain). *Geoheritage*, 13(1). <https://doi.org/10.1007/s12371-021-00539-x>
- Martínez-Graña, A. M., Legoinha, P., González-Delgado, J. A., Dabrio, C. J., Pais, J., Goy, J. L., Zazo, C., Cívís, J., Armenteros, I., Alonso-Gavilan, G., Dias, R., & Cunha, T. (2017). Augmented Reality in a Hiking Tour of the Miocene Geoheritage of the Central Algarve Cliffs (Portugal). *Geoheritage*, 9(1), 121– 131. <https://doi.org/10.1007/s12371-016-0182-3>
- Mendoza, R., Cabarcas, A., & Arnedo, B. (2021). Mixed Reality to Promote Cultural Tourism in La Merced Cloister in Cartagena Colombia. In *Smart Innovation, Systems and Technologies* (Vol. 209). Springer Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-33-4260-6\\_33](https://doi.org/10.1007/978-981-33-4260-6_33)
- Monroy Osorio, J. C. (2012). *Ambientes virtuales inmersivos en 3D con énfasis educativo. Una propuesta para el proceso de creación y nuevas heurísticas en la evaluación*. Universidad EAFIT.
- NVivo, Q. S. R. (2020). *NVivo qualitative data analysis software*.
- Ocampo, A. J. T. (2019). Tourmar: Designing Tourism Mobile Augmented Reality Architecture with Data Integration to improve User Experience. *ACM International Conference Proceeding Series*, 79–83. <https://doi.org/10.1145/3330393.3330428>
- Osuna, J., & Pérez, O. M. G. (2016). La realidad aumentada y su aplicación en la educación superior. *Revista Caribeña de Investigación Educativa (RECIE)*, 1, 111–124.

- Pageh, I. M., & Permana, A. A. J. (2020). Content design: E-learning module for study on cultural tourism information systems based on local wisdom. *Journal of Physics: Conference Series*, 1516(1). <https://doi.org/10.1088/17426596/1516/1/012037>
- Paliokas, I., Patenidis, A. T., Mitsopoulou, E. E., Tsita, C., Pehlivanides, G., Karyati, E., Tsafaras, S., Stathopoulos, E. A., Kokkalas, A., Diplaris, S., Meditskos, G., Vrochidis, S., Tasiopoulou, E., Riggas, C., Votis, K., Kompatsiaris, I., & Tzouvaras, D. (2020). A gamified augmented reality application for digital heritage and tourism. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(21), 1–18. <https://doi.org/10.3390/app10217868>
- Phithak, T., & Kamollimsakul, S. (2020). Korat historical explorer: The augmented reality mobile application to promote historical tourism in korat. *ACM International Conference Proceeding Series*, 283–289. <https://doi.org/10.1145/3383845.3383888>
- Potter, L. E., Carter, L., & Coghlan, A. (2016). Virtual reality and nature based tourism: An opportunity for operators and visitors. *Proceedings of the 28th Australian Computer-Human Interaction Conference, OzCHI 2016*, 652–653. <https://doi.org/10.1145/3010915.3011854>
- Poux, F., Valembois, Q., Mattes, C., Kobbelt, L., & Billen, R. (2020). Initial usercentered design of a virtual reality heritage system: Applications for digital tourism. *Remote Sensing*, 12(16). <https://doi.org/10.3390/RS12162583>
- Pybus, C. (2019). New tools for cultural heritage tourism: Accessible virtual reality for milan's basilica sant'ambrogio. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 42(2/W11), 1003–1010. <https://doi.org/10.5194/isprs-Archives-XLII-2-W11-1003-2019>
- Richard, E., Crispieri, G. G., & Zapata, D. I. C. (2018). Geoparques: Lugar de encuentro para la geofilia, biofilia, cultura de la contemplación y turismo especializado y científico, el caso del Torotoro, Geoparque Andino (Potosí, Bolivia). *Dossier Académico: Bosques, Recursos Naturales Y Turismo Sostenible*, 12, 12.
- Rizkinia, M., Baba, T., Shirai, K., & Okuda, M. (2016). Local Spectral Component Decomposition for Multi-Channel Image Denoising. *IEEE Transactions on Image Processing*, 25(7), 3208–3218. <https://doi.org/10.1109/TIP.2016.2561320>
- Saeteros, M., Saavedra, M., Molina, C., & Caiza, G. (2021). Augmented Reality Applied to the Tourism in Churches of the Historic Center of Quito. In *Smart Innovation, Systems and Technologies* (Vol. 209). Springer Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-33-4260-6\\_38](https://doi.org/10.1007/978-981-33-4260-6_38)
- Santos, I., Henriques, R., Mariano, G., & Pereira, D. I. (2018). Methodologies to Represent and Promote the Geoheritage Using Unmanned Aerial Vehicles, Multimedia Technologies, and Augmented Reality. *Geoheritage*, 10(2), 143–155. <https://doi.org/10.1007/s12371-018-0305-0>
- Santos, L., Silva, N., Nóbrega, R., Almeida, R., & Coelho, A. (2020). An interactive application framework for natural parks using serious location-based games with augmented reality. *VISIGRAPP 2020 - Proceedings of the 15th*

- International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications*, 1, 247–254. <https://doi.org/10.5220/0008947602470254>
- Saragih, R. E., & Suyoto. (2020). Development of interactive mobile application with augmented reality for tourism sites in batam. *Proceedings of the World Conference on Smart Trends in Systems, Security and Sustainability, WS4 2020*, 512–517. <https://doi.org/10.1109/WorldS450073.2020.9210300>
- Tahyudin, I., Surya Saputra, D. I., & Haviluddin. (2016). An interactive mobile augmented reality for tourism objects at Purbalingga district. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 1(2), 375–380. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v1.i2.pp375-380>
- Team, Rs. (2020). *RStudio: Integrated Development for R*. RStudio, PBC, Boston, MA, 2020.
- Templin, T., & Popielarczyk, D. (2020). The use of low-cost unmanned aerial vehicles in the process of building models for cultural tourism, 3D web and augmented/mixed reality applications. *Sensors (Switzerland)*, 20(19), 1–26. <https://doi.org/10.3390/s20195457>
- Tsai, S. pei. (2020). Augmented reality enhancing place satisfaction for heritage tourism marketing. *Current Issues in Tourism*, 23(9), 1078–1083. <https://doi.org/10.1080/13683500.2019.1598950>
- Tseng, S.-P., Huang, M.-W., Liu, H.-J., Chung, C.-C., & Chiu, C.-M. (2013). A virtual reality based training system for cultural tourism. *International Conference on Web-Based Learning*, 272–277.
- Valenzuela, J. (2008). Habilidades de pensamiento y aprendizaje profundo. *Revista Iberoamericana de Educación*, 46(7), 1–9.
- Wang, C. S., Lin, M. L., & Chen, P. Y. (2019). Development of a 3d virtual reality mobile navigation system for geopark. *Proceedings - 2019 12th International Conference on Ubi-Media Computing, Ubi-Media 2019*, 187–191. <https://doi.org/10.1109/Ubi-Media.2019.00044>
- Wojciechowski, R., & Cellary, W. (2013). Evaluation of learners' attitude toward learning in ARIES augmented reality environments. *Computers & Education*, 68, 570–585.
- Zarzuela, M. M., Pernas, F. J. D., Calzón, S. M., Ortega, D. G., & Rodríguez, M. A. (2013). Educational tourism through a virtual reality platform. *Procedia Computer Science*, 25, 382–388. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.11.047>

# Revisión Sistemática de la Literatura sobre Redes Neuronales Artificiales: Detección de Ataques Cardíacos

Jesús León-Pérez<sup>1</sup>, Elizabeth Bocangel-Rivera<sup>1</sup>, José Niño Montero<sup>2</sup>,  
Javier Gamboa-Cruzado<sup>3</sup>, Luis Soto Soto<sup>3</sup>, Dulio Oseda Gago<sup>4</sup>

2016237004@unfv.edu.pe; 2016233685@unfv.edu.pe; jninom@unmsm.edu.pe;  
jgamboa65@hotmail.com; lsotos@unmsm.edu.pe; dosedag@unmsm.edu.pe

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas, Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú.

<sup>2</sup> Facultad de Medicina, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

<sup>3</sup> Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

<sup>4</sup> Facultad de Educación, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

**Pages: 303-317**

**Resumen:** La gran mayoría de las causas de muerte están relacionadas con enfermedades cardiovasculares (ECV). La complicación más común está relacionada con el corazón. En la actualidad, la tecnología informática tiene una importancia esencial en los campos de la ciencia médica, incluido la detección, diagnóstico, la realización de enfermedades, la supervisión adecuada de los pacientes, etc. El objetivo de este artículo es dar a conocer las técnicas de redes neuronales que se utilizaron en la revisión de la literatura siendo enfoques rápidos y asequibles para la detección de ECV. Por ello, se llevó a cabo una revisión sistemática que proporciona un análisis exhaustivo que se realizó extrayendo información específica de 102 artículos publicados en los últimos cinco años. Se presentan las tecnologías más usadas, los algoritmos y modelos más utilizados para la detección de ataques cardíacos dando más enfoque al modelo de redes neuronales. Además, se presenta recomendaciones para futuras investigaciones.

**Palabras-clave:** Detección de ataques cardíacos; redes neuronales; detección CAD; revisión sistemática; data sets.

## ***Systematic Review of the Literature on Neural Networks: Heart Attack Detection***

**Abstract:** The vast majority of causes of death are related to cardiovascular disease (CVD). The most common complication is related to the heart. Nowadays, computer technology is of essential importance in the fields of medical science, including detection, diagnosis, disease realization, proper monitoring of patients, etc. The aim of this article is to give insight into the neural network techniques that were used in the literature review being fast and affordable approaches for CVD detection. Therefore, a systematic review was carried out providing a comprehensive analysis

that was performed by extracting specific information from 102 articles published in the last five years. It presents the most widely used technologies, algorithms and models most commonly used for heart attack detection giving more focus to the neural network model. It also presents implications for future research.

**Keywords:** Heart attack detection; neural networks; CAD detection; systematic review; data sets.

## 1. Introducción

En la actualidad, las enfermedades cardiovasculares (ECV) son las principales causas de muerte a nivel mundial. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estimó en el 2015 que el 31% de todas las muertes mundiales fueron por ECV, siendo en total 17,7 millones de personas que murieron por ECV en los cuales el ataque cardíaco fue uno de los casos más comunes y potencialmente mortal (OMS, 2017).

La detección de ataques cardíacos es una tarea muy desafiante y más aún en países donde hay escasos expertos y equipos humanos (Javeed & Zhou, 2016), los estudios revelan que en países de ingresos bajos y medios más del 80% de las defunciones son por esta causa y afectan casi por igual a hombres y mujeres (Kim & Kang, 2017). En lo general los expertos médicos llegan a diagnósticos basados en electrocardiogramas, ecografías, resultados de análisis de sangre y su experiencia personal, lo que aumenta los riesgos de errores y retrasa el tratamiento apropiado (OMS, 2017). Por lo que, en solución a estos problemas, investigadores han desarrollado diferentes sistemas inteligentes empleando diversos modelos, algoritmos y han usado como entrada las variables de los diagnósticos permitiendo tener mayor precisión para la detección automática de ataques cardíacos.

Este artículo se enfoca en identificar la importancia que está teniendo las redes neuronales en la detección de los ataques cardíacos, para el cual se realizó una investigación con la revisión sistemática de la literatura. Este documento se encuentra organizado de la siguiente manera. En la sección 2, trabajos relacionados. Para la sección 3 se detalla la metodología de la revisión sistemática de la literatura. Seguido de la sección 4, donde se muestran los resultados obtenidos de la revisión sistemática luego de responder cada una de las preguntas de investigación. Finalmente, la sección 5 presenta las conclusiones del estudio realizado.

## 2. Trabajos relacionados

Día a día muchas personas mueren a causa de un ataque cardíaco, mayormente esto se debe a la falta de tecnología para poder detectar las enfermedades cardiovasculares y también a la falta de expertos en conocer los síntomas que podrían anteceder a un ataque cardíaco. Según Nhlbi Nih (2015), el ataque cardíaco es una interrupción del sistema eléctrico normal del corazón y de las funciones de bombeo. Donde la enfermedad dificulta que el músculo cardíaco bombee sangre de manera eficiente.

En los últimos años se han realizado revisiones e investigaciones sobre la detección de ataques cardíacos mediante redes neuronales. (Karayölan & KÖLÖÇ, 2017) realizó una revisión para evaluar la precisión del diagnóstico de ataques cardíacos.

Se utilizaron 13 características clínicas como entrada para la red neuronal y luego se entrenó la red neuronal con un algoritmo de retropropagación para predecir la ausencia o presencia de alguna enfermedad cardíaca. Llegaron a la conclusión de que el algoritmo usado obtuvo una precisión del 95%. Rajendra Acharya y Hamido Fujita (2017), en su artículo “Application of deep convolutional neural network for automated detection of myocardial infarction using ECG signals” (Acharya & Fujita, 2017) propuso un enfoque novedoso para detectar automáticamente ataques cardíacos, el cual consta de identificar el sonido del latido del corazón con ruido y sin ruido mediante el algoritmo de redes neuronales convolucionales (CNN), para este estudio se utilizaron 200 muestras de electrocardiogramas 148 con infarto en el miocardio y 52 sujetos sanos, el cual obtuvo un promedio de 95,22% de precisión. Finalmente, Chu-Hsing Lin (2020), en el artículo On Machine Learning Models for Heart Disease Diagnosis (Chu-Hsing & Po-Kai, 2020), realizó una investigación basada en Machine learning, para el cual se utilizó 2 modelos, redes convolucionales y las redes neuronales normales, para ambos casos se utilizó 14 atributos del diagnóstico de 303 sujetos de la base de datos de enfermedades cardíacas Cleveland, donde se obtuvo un 80% y 93% de precisión respectivamente.

### **3. Método de Revisión**

El método de revisión ha sido desarrollado tomando en consideración las pautas de B. Kitchenham (Kitchenham & Brereton, 2009) para la Revisión Sistemática de la Literatura. El método de revisión elabora los problemas de investigación, fuentes de búsqueda, criterios de selección, selección de estudios, evaluación de calidad, estrategias de extracción de datos y síntesis de hallazgos.

#### **3.1. Problemas de Investigación**

El reto de la Revisión Sistemática de la Literatura es aclarar y evaluar los resultados de los estudios realizados acerca del tema de investigación. Para ello se ha formulado y analizado los siguientes problemas de investigación (RQs):

RQ1. ¿Qué tecnologías se están utilizando para la detección de ataques cardíacos?

RQ2. ¿Cuántas investigaciones en el área se publicaron a lo largo de los años?

RQ3. ¿Cuáles son los autores más productivos en el desarrollo de un modelo de redes neuronales para la detección de ataques cardíacos?

RQ4. ¿Qué modelos de redes neuronales se están utilizando en la actualidad?

RQ5. ¿Cuáles son los algoritmos más utilizados en los modelos de redes neuronales?

#### **3.2. Fuentes de Búsqueda y Estrategias de Búsqueda**

Las fuentes de búsqueda incluyó prestigiosas bibliotecas digitales tales como: Science Direct, IEEE Xplore, ACM Digital Library, Springer, Taylor & Francis Online, Emerald, Microsoft Academic, Google Scholar, ProQuest y IOPScience.

La estrategia de búsqueda incluyó la búsqueda de palabras claves para el estudio. Se centró en términos de los problemas de investigación y términos usados correspondientes a redes neuronales, enfermedades cardíacas y metodologías.

El procedimiento de búsqueda se llevó a cabo utilizando una ecuación general de búsqueda escrito como  $(A_1) \text{ AND } (B_1 \text{ OR } B_2) \text{ AND } (C_1 \text{ OR } C_2 \text{ OR } C_3)$  donde el conjunto  $A_i$  representa las palabras claves relacionadas con la variable independiente, es decir,  $A_i = \{\text{redes neuronales}\}$ ;  $B_i$  representa las palabras claves relacionadas con la variable dependiente, es decir,  $B_i = \{\text{enfermedad cardíaca, detección de enfermedad cardíaca}\}$  y  $C_i$  representa la metodología que se utilizó en la investigación, es decir,  $C_i = \{\text{método, modelo, metodología}\}$ . Para mayor detalle de los descriptores de búsqueda (Ver Tabla 1).

Descriptor	
Español	Inglés
Redes Neuronales	Neural Network
Metodología / Método /Modelo	Methodology / Method/ Model
Detección de ataques cardíacos	Detection of Heart Disease
Ataques cardiacos	Heart Disease

Tabla 1 – Descriptores de Búsqueda y sus sinónimos

En la Tabla 2, se muestran las ecuaciones de búsqueda por fuente. El total de artículos encontrados, según el procedimiento de búsqueda, fue de 114 203.

Fuente	Ecuación de Búsqueda
IEEE Xplore	("neural network" and ("heart disease" or "detection of heart disease" and ("method" or "methodology" or "model")))
Science Direct	
ACM Digital Library	[All: neural network] AND [All: heart disease] AND [All: detection of heart disease] AND [All: methodology or method or model]
Springer	(neural network) AND (heart disease OR detection of heart disease) AND (method OR methodology OR model)
Taylor & Francis Online	[All: neural network] And [All: heart disease] And [All: Methodology Or method Or model]
Emerald	(neural network) AND (heart disease) AND (Methodology OR method OR model)
Microsoft Academic	neural network AND heart disease AND (Methodology OR method OR model)
Google Scholar	neural network AND heart disease AND (Methodology OR method OR model)
ProQuest	(neural network) And (heart disease) And ((Methodology Or method Or model))
IOPscience	neural network AND heart disease AND (Methodology OR method OR model)

Tabla 2 – Ecuaciones de Búsqueda por Fuente

### 3.3. Criterios de Selección

El criterio de selección ha sido definido para evaluar con precisión la literatura disponible. Los documentos han sido revisados por los autores y discutidos para su exclusión. Los documentos fueron revisados por los filtros dados a continuación:

En el filtro 1, indica que los artículos debieron tener una antigüedad a más de 5 años y que no debieron estar escritos en inglés. En esta etapa, se excluyeron 59 348 artículos. El resultado del primer filtro fue de 54 855 artículos. En el filtro 2, no se consideraron artículos que no se publicaron en conferencias o revistas y también los artículos que no se aplican en Redes Neuronales o Machine Learning o Inteligencia Artificial. En esta etapa, se excluyeron 38 507 artículos. El resultado del segundo filtro fue de 16 348 artículos. En el filtro 3, no se consideraron los artículos que no mencionan ninguna metodología ni modelo, ni método. Los autores se sentaron juntos y revisaron los títulos y keywords de todos los estudios del avance del primer criterio del filtro 3; para determinar su relevancia.

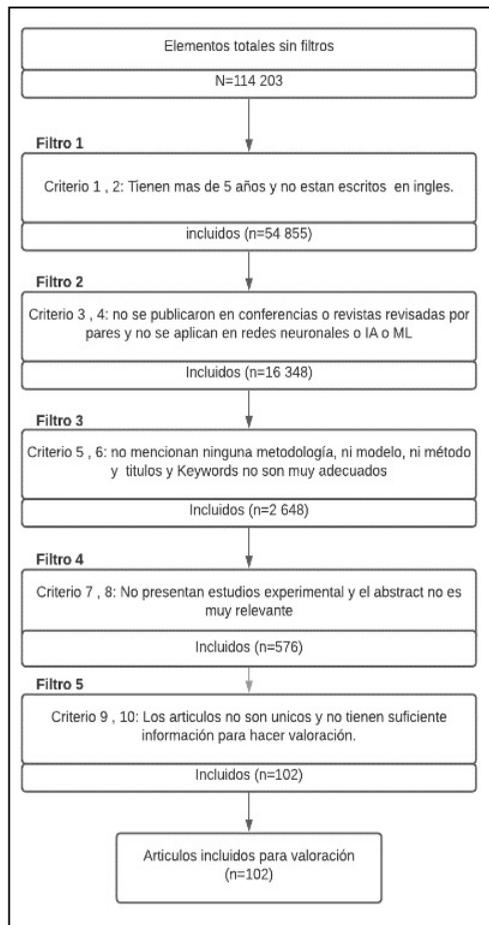


Figura 1 – Proceso de la selección de estudios

En esta etapa, se excluyeron los estudios que no trataban sobre la detección de ataques cardíacos. Se excluyeron los artículos con títulos que estaban fuera del alcance de esta revisión sistemática. En esta etapa, se excluyeron 13 700 artículos. El resultado del tercer filtro fue de 2 648 artículos.

En el filtro 4, se excluyeron los artículos que no presentaban estudios experimentales, a su vez los autores no consideraron artículos cuyo abstract no era muy relevante. En esta etapa, se excluyeron 2 072 artículos. El resultado del tercer filtro fue de 576 artículos. En este último filtro, no se consideraron los artículos que no son únicos. También se excluyeron los artículos que no tenían suficiente información para que se pudiera hacer valoración del artículo. Lo cual dejó 102 artículos para la evaluación detallada de la calidad. Para mayor detalle (Ver Figura 1)

### **3.4. Selección de estudios**

Para la selección de estudios se realizaron reuniones de consenso entre los investigadores y se tomó en cuenta los filtros que se utilizaron en los criterios de exclusión (Ver Figura 1). Se seleccionaron 102 artículos, donde la fuente de búsqueda IEEE Xplore obtuvo 22 artículos, Science Direct, 15 artículos; AMC Digital Library, 6 artículos; Springer, 5 artículos; Taylor & Francis Online, 5 artículos; Emerald Insight, 6 artículos; Google Scholar, 26 artículos; ProQuest, 6 artículos; IOPScience, 5 artículos y Microsoft Academy, 4 artículos.

### **3.5. Evaluación de la Calidad**

Cada uno de los 102 estudios que quedaron, fueron evaluados de forma independiente por ambos autores, según siete criterios de calidad (QA). Para cada documento, se leyó el texto completo y se aplicó los siguientes criterios de calidad:

QA1. ¿Los objetivos de investigación se identifican claramente en el documento?

QA2. ¿Hay suficiente información de antecedentes en el documento?

QA3. ¿Explica el contexto en el que se realizó la investigación?

QA4. ¿Se describe ampliamente la metodología de investigación?

QA5. ¿El documento emplea el enfoque de análisis de datos correctamente?

QA6. ¿Se identifican e informan claramente los resultados de los experimentos realizados?

QA7. En general, ¿se considera útil el documento?

En conjunto, estos siete criterios proporcionaron un grado de medida en el que se puede estar seguro de que los hallazgos de los estudios podrán hacer una valiosa contribución a la revisión. Cada uno de los siete criterios se calificó de forma dicotómica (“Si” o “No”). De los cuales los 102 artículos cumplieron con los siete criterios de evaluación de la calidad.

### **3.6. Estrategias de Extracción de Datos**

Durante esta etapa se extrajeron datos de cada uno de los 102 estudios incluidos en esta revisión sistemática. Cuando se realizó el proceso de extracción, ambos autores

extrajeron todos los datos de los estudios en reuniones de consenso. Asimismo, se usó la herramienta Mendeley, para poder agrupar todos los artículos por fuente tal como se muestra en la Figura 2.

Authors	Title	Year	Published In	Added
Price, Michael; Glass, James; Chandrakasan, A...	A scalable speech recognizer with deep-neural-network acoustic models and voice-activated po...	2017	Digest of Technical Pap...	Oct 20
Li, Huijia; Luo, Miyang; Zheng, Jianfei; Luo, Jiy...	An artificial neural network prediction model of congenital heart disease based on risk factors A h...	2017	Medicine (United States)	Oct 20
Krishnakumar, Harshit; Williamson, Donald S.	A comparison of boosted deep neural networks for voice activity detection	2019	GlobalSIP 2019 - 7th IEEE Glo...	Oct 20
Sengel, Abhishek; Khatamavaz, Nasser	A Convolutional Neural Network Smartphone App for Real-Time Voice Activity Detection	2018	IEEE Access	Oct 20
Wibawa, Made Satria; Maysanjaya, I. Md Dendi...	Abnormal Heart Rhythm Detection Based on Spectrogram of Heart Sound using Convolutional ...	2019	2018 6th International ...	Oct 20
Valshali, G.; Kalaivani, V.	Big data analysis for heart disease detection system using map reduce technique	2016	2016 International ...	Oct 20
Pareek, Vishakha; Sharma, R. K.	Coronary heart disease detection from voice analysis	2016	2016 IEEE Students' Co...	Oct 20
Ali, Abdelmegid Amin; Hassan, Hassan Shaban...	Heart Diseases Diagnosis based on a Novel Convolution Neural Network and Gate Recurrent ...	2020		Oct 20
Kapoor, Rashmi; Bharathi, M.; Aruna; Sushama, M.	Deep convolutional Neural Network in Smart Assistant for Blinds	2019	IEEE Region 10 Annual Intern...	Oct 20
Zabeen, Ashiya; Utsav, Ankur; Lal, Kanhalaya	Detection of heart disease applying fuzzy logics and its comparison with neural networks	2018	2018 3rd IEEE International ...	Oct 20
Babu, Sarath	Technique	2017		Oct 20
Zhao, Lina; Liu, Chengyu; Wei, Shoushu; Liu, Chan...	Enhancing Detection Accuracy for Clinical Heart Failure Utilizing Pulse Transit Time Variability and ...	2019	IEEE Access	Oct 20
Atallah, Rahma; Al-Mousa, Amjed	Heart Disease Detection Using Machine Learning Majority Voting Ensemble Method	2019	2019 2nd International ...	Oct 20
Feshki, Majid Ghonji; Shjani, Omid Sojoodi	Improving the heart disease diagnosis by evolutionary algorithm of PSO and Feed Forward ...	2016	2016 Artificial Intelligence a...	Oct 20
Huang, Yuxuan; Capretz, Luiz Fernando; Ho, Danny	Neural Network Models for Stock Selection Based on Fundamental Analysis	2019	2019 IEEE Canadian Co...	Oct 20
...	...	...	...	...

Figura 2 – Artículos revisados en Mendeley

### 3.7. Síntesis de Hallazgos

Después de extraer la información de cada estudio, se realizó un análisis de los datos en profundidad para responder a cada pregunta de investigación. Para la RQ1, se identificó las diferentes tecnologías que actualmente se están utilizando en la detección de ataques cardíacos. Para el RQ2, se recopiló información de los autores que publicaron investigaciones en los últimos 5 años en la detección de ataques cardíacos. Para el RQ3, se identificó a los autores que más estudios produjeron en el desarrollo de modelos de redes neuronales. Para el RQ4, se identificó los diferentes modelos de redes neuronales que se utilizan en la actualidad, como también los más utilizados en la detección de ataques cardíacos. Finalmente, en el RQ5, se identificaron y clasificaron los algoritmos más utilizados según los modelos de redes neuronales para la detección de ataques cardíacos.

## 4. Resultados y Discusiones

### 4.1. Panorama General de los Estudios

El proceso de selección de estudios tuvo como resultado 102 estudios. En la Figura 3 se muestran las palabras más recurrentes en los títulos de los artículos considerados en la revisión sistemática de la literatura, de los cuales las palabras que más resaltan son heart, neural, detection y disease.

Los documentos utilizados en el estudio tuvieron resultados en un 98%, como documentos de Journal, así como se detalla claramente en la Figura 3. El 2% restante fueron artículos de conferencia.



## 4.2. Respuestas a las Preguntas de Investigación

### RQ1. ¿Qué tecnologías se están utilizando para la detección de ataques cardíacos?

De acuerdo a los resultados obtenidos de la revisión sistemática de la literatura, existen varias tecnologías que están siendo utilizadas para la detección de ataques cardíacos.

Por ello, en la Tabla 3 se muestra cuales son las tecnologías más usadas para la detección de ataques cardíacos. Los resultados estadísticos de los enfoques muestran que Neural Network (50,6%), Data mining (15,9%) y Internet of Things (10,9%) fueron las tecnologías más utilizadas para la detección de ataques cardíacos.

Tecnologías	Cantidad	Porcentaje (%)
Neural Network	83	(50,6)
Data mining	26	(15,9)
Internet of Things (IoT)	18	(10,9)
Angiography	12	(7,3)
Big Data	12	(7,3)
Fuzzy Logic	10	(6,1)
Mobile App	3	(1,8)

Tabla 3 – Tecnologías de Detección de Enfermedades Cardíacas

Las enfermedades cardíacas son una de las causas más frecuentes de muerte, por lo que existe una necesidad de diagnosticar o predecir las enfermedades cardíacas al instante; por lo que muchas investigaciones han considerado estudiar estas tecnologías para detectar los problemas que van relacionados con el corazón. La primera tecnología con mayor porcentaje obtenido según el SLR es Neural Network, que es la tecnología más utilizada en la investigación que se está realizando debido al incremento de su precisión en detectar una enfermedad cardíaca. Por consiguiente, se encuentra la tecnología de Data Mining, que consiste en un conjunto de técnicas para extraer patrones de grandes conjuntos de datos fusionando métodos de estadísticas y aprendizaje automático con conceptos de administración de bases de datos (Babu, EM, & KP, 2017).

Por otra parte, Qurat-ul-ain Mastoi, en su artículo “Automated Diagnosis of Coronary Artery Disease-A Review and Workflow” (Qurat-ul-ain, Teh Ying, & Ram Gopal, 2018), considera que la tecnología más utilizada para la detección de ataques cardíacos es machine learning. Incluyendo como uno de los métodos más usados a las redes neuronales con un alto porcentaje de precisión.

### RQ2. ¿Cuántas investigaciones en el área se publicaron a lo largo de los años?

La Figura 6 muestra el número de investigaciones que se realizaron a lo largo de los años, donde se observa la cantidad de artículos encontrados en la revisión de la literatura en los últimos cinco años. Los resultados estadísticos de las investigaciones muestran que en los años 2019 y 2018 se realizaron más investigaciones acerca de la detección

de ataques cardíacos utilizando redes neuronales. Según la Figura 5, se observa que la mayor cantidad de investigaciones acerca de la detección de ataques cardíacos mediante redes neuronales fue en el 2019, ya que se obtuvo (28,4%). En el 2017 (21,5%), y en el 2020 (19,6%).

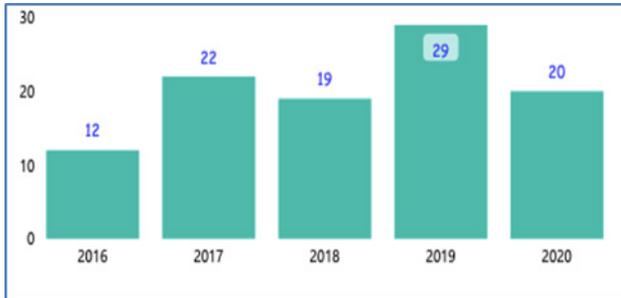


Figura 5 – Investigaciones a lo largo de los años

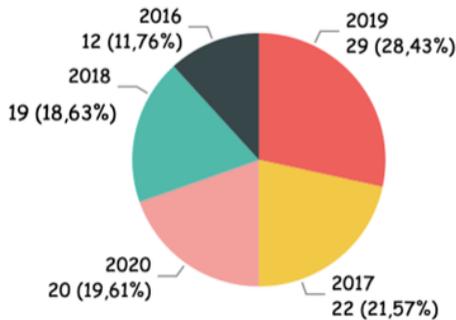


Figura 6 – Investigaciones por año de publicación

Según la Figura 6, esta revisión permitió identificar que en el 2019 y 2017 se realizaron la mayor cantidad de investigaciones. En comparación con el artículo llamado “Machine learning-based coronary artery disease diagnosis-A comprehensive review” (Alizadehsani, Abdar, & Roshanzamir, 2019), se identificó que también en el año 2017 tuvo un mayor porcentaje en las investigaciones. Se tiene que recalcar que la revisión hizo uso de los artículos de los últimos cinco años, en comparación con el artículo (Alizadehsani, Abdar, & Roshanzamir, 2019) que consideraron desde 1992 hasta el 2020. Por lo tanto, la investigación que se está realizando, considera artículos más recientes debido al avance de tecnologías que cada día es variante comparando con artículos que se realizaron hace 20 años.

**RQ3. ¿Cuáles son los autores más productivos en el desarrollo de un modelo de redes neuronales para la detección de ataques cardíacos?**

En la Tabla 4, se muestra la distribución de los autores más productivos en el desarrollo de redes neuronales para la detección de ataques cardíacos. El proceso de selección de estudios contó con 102 estudios seleccionados para la extracción y análisis. Observe que los autores Nicolás Papernot, Xi Li, Rajendra fueron los autores más productivos y a su vez tuvieron mayor cantidad de citas, donde Nicolás P. obtuvo un total de 512 citas y Xi Li 271.

N° Citas por Autor y Año						
Autores	2016	2017	2018	2019	2020	Total
Nicolas Papernot, Patrick McDaniel, Somesh Jha	512					512
Xi Li, Liming Zhao	271					271
U Rajendra Acharya, Shu Lih Oh		269				269
Rajendra Acharya, Hamido Fujita, Shu Lih Oh		267				267
Luyang Jing, Ming Zhao, Pin Li		211				211
Zeinab Arabasadi		104				104
Zeinab Arabasadi, Roohallah Alizadehsani, Mo...		101				101
Ming Li, Dianhui Wang		88				88
Theresa Princy R., J. Thomas	84					84
Shih-Hau Fang, Shih-Hau Fang			66			66
Priyan Malarvizhi Kumar			61			61
Roohallah Alizadehsani	59					59
Anusha Nagabandi, Gregory Kahn			48			48
Rashmi Kapoor				46		46
Javid Iqbal					41	41
Mesko Bertalan		40				40
Michael Price, James Glass, Anantha P. Chandr...		38				38

Tabla 4 – Autores más productivos por citas



Figura 7 – Mapa georeferencial de cantidad de artículos por país de publicación

En la Figura 7, muestra un mapa de precedencia de los autores más productivos. La gran parte de la selección de estudios pertenecieron a los países de India y China, los cuales se consideran los países más activos para el desarrollo de detección de ataques cardíacos mediante redes neuronales.

Por otra parte, Fotini Kalogirou, en su artículo “Heart failure disease management-a systematic review of effectiveness in heart failure with preserved ejection fraction” (Kalogirou, Forsyth, & Kyriakou, 2020), sus artículos seleccionados para su revisión sistemática mostraron que el país más productivo fue US.

**RQ4. ¿Qué modelos de redes neuronales se están utilizando en la actualidad?**

Los resultados obtenidos de la revisión sistemática de la literatura indican varios modelos de redes neuronales que están siendo usadas para la detección de ataques cardíacos. Algunos investigadores propusieron los siguientes modelos de redes neuronales que ayudan a detectar dichas enfermedades cardiovasculares de forma eficiente, las cuales se muestran en la Tabla 5. Los resultados de la revisión sistemática encontrados fueron siete modelos de redes neuronales, siendo los más utilizados Deep Neural Network con un (28.8%) y Naive Bayes cuenta con un (24.3%).

Modelos	Cantidad	Porcentaje (%)
Deep Neural Network	19	(28.8)
Naive Bayes	16	(24.3)
K-Nearest Neighbor	10	(15.2)
Convolutional Neural Networks	9	(13.6)
LSTM	9	(13.6)
MPC	2	(3.0)
Long Short Term Memory Network	1	(1.5)

Tabla 5 – Modelos de Redes Neuronales

Se observa cuáles son los modelos de redes neuronales más utilizados para la detección de ataques cardíacos. Obteniendo en mayor porcentaje los modelos de Deep Neural Network y a Naive Bayes debido a que nos permite lograr tasas de precisión más alta y una mejor clasificación a comparación de otros modelos.

Estos modelos se encuentran también con Roohallah Alizadehsani en su artículo “Machine Learning-based coronary artery disease diagnosis-A comprehensive review” (Alizadehsani, Abdar, & Roshanzamir, 2019), donde se puede ver también que uno de los modelos más utilizados es Deep Neural Network.

**RQ5. ¿Cuáles son los algoritmos más utilizados en los modelos de redes neuronales?**

Se obtuvo de la revisión sistemática de la literatura los algoritmos más utilizados en los modelos de redes neuronales para la detección de ataques cardíacos, los cuales se

muestran en la Tabla 6. Los resultados de la revisión fueron once algoritmos, de los cuales los más utilizados fueron Support Vector Machine con un porcentaje del (25.5%), Logistic Regression con (17.1%) y Random Forest con (17.1%).

Algoritmos	Cantidad	Porcentaje (%)
Support Vector Machine	33	(25.5)
Logistic Regression	22	(17.1)
Random Forest	22	(17.1)
Genetic Algorithm	17	(13.2)
Backpropagation	13	(10.1)
PSO	9	(7.0)
Relief	4	(3.1)
Evolutionary algorithm	4	(3.1)
Z-Score	3	(2.3)
Vector Quantization	2	(1.5)

Tabla 6 – Algoritmos de Redes Neuronales

En la Tabla 6, indica cuales son los algoritmos más utilizados, donde Support Vector Machine fue el que obtuvo mayor porcentaje, el cual es considerado como uno de los algoritmos de clasificación más usados, ya que ofrece mayor precisión a comparación de otros clasificadores como el de Logistic Regresión, el cual obtuvo un 17,1% de los algoritmos considerados en la revisión sistemática.

La importancia de estos algoritmos se ve reflejado con Dudchenko Aleksei en su artículo “Machine Learning Algorithms in Cardiology Domain-A Systematic Review” (Dudchenko, Ganzinger, & Kopanitsa, 2020), donde se puede ver al algoritmo de Logistic Regresion como uno de los más utilizados en el desarrollo de redes neuronales.

## 5. Conclusiones

En resumen, este estudio ha utilizado la revisión sistemática de la literatura (SLR), para proporcionar un análisis estadístico exhaustivo de la aplicación de Redes Neuronales para la detección de ataques cardíacos, mediante la extracción de información específica de 102 artículos publicados en los últimos 5 años. Estos artículos respondieron a las preguntas de investigación establecidas. El tipo de publicación predominante para las investigaciones seleccionadas fue de tipo Journal, con un total del 98%. Los resultados de la revisión son los siguientes; SVM (Support Vector Machine) como el algoritmo de redes neuronales más utilizado en la detección de ataques cardíacos. Deep Neural Network es el modelo con más tendencia de uso para aplicar redes neuronales y es una de las nuevas tecnologías más utilizadas en la detección de ataques cardíacos. Se identificó que edad, peso y colesterol fueron los atributos más utilizados para el entrenamiento de redes neuronales para la detección de ataques cardíacos. Asimismo, se permitió identificar a Accuracy como el criterio más utilizado a la hora de medir la efectividad en los modelos de redes neuronales.

Los artículos que se revisaron tienen un límite de tiempo debido a que pueden surgir nuevos modelos de redes neuronales más eficientes y nuevas tecnologías para la detección de ataques cardíacos. Este es un tema donde continuarán surgiendo nuevas investigaciones. Por lo tanto, una futura investigación debería considerar investigaciones más recientes. Lo cual, ayudará a aumentar la conciencia del campo entre profesionales e investigadores.

Se espera que los resultados proporcionados en esta investigación faciliten a futuros investigadores a identificar nuevos artículos e interesantes temas que aún no se han examinado, así como resaltar algunas de las interrogantes en los estudios existentes.

Si bien se encontró investigaciones para la detección de ataques cardíacos mediante redes neuronales, pero también se identificó que hay pocos trabajos acerca de este tema, ya que la mayoría de las investigaciones consideran otros modelos para la detección de ataques cardíacos, sin enfocarse en uno o dos modelos de Machine Learning.

## Referencias

- Acharya, U., & Fujita, H. (2017). Application of deep convolutional neural network for automated detection of myocardial infarction using ECG signals. *Elsevier*, 9.
- Alizadehsani, R., Abdar, M., & Roshanzamir, M. (2019). Machine learning-based coronary artery disease diagnosis: A comprehensive review. *Elsevier*, 14.
- Babu, S., EM, V., & KP, F. (2017). Heart Disease Diagnosis Using Data Mining Technique. *International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology ICECA 2017*, 4.
- Chu-Hsing, L., & Po-Kai, Y. (2020). On Machine Learning Models for Heart Disease Diagnosis. *2nd IEEE Eurasia Conference on Biomedical Engineering, Healthcare and Sustainability 2020*, 4.
- Dudchenko, A., Ganzinger, M., & Kopanitsa, G. (2020). Machine Learning Algorithms in Cardiology Domain: A Systematic Review. *The Open Bioinformatics Journal*, 15.
- Javeed, A., & Zhou, S. (2016). An Intelligent Learning System based on Random Search Algorithm and Optimized Random Forest Model for Improved Heart Disease Detection ASHIR JAVEED<sup>1</sup>, SHIJIE ZHOU<sup>1</sup>, LIAO YONGJIAN<sup>1</sup>, IQBAL QASIM<sup>2</sup>, ADEEB NO. *IEEEAccess*, 12.
- Kalogirou, F., Forsyth, F., & Kyriakou, M. (2020). Heart failure disease management: a systematic review of effectiveness in heart failure with preserved ejection fraction. *ESC HEART FAILURE*, 19.
- Karayölan, T., & Köroç, Ö. (2017). Prediction of Heart Disease Using Neural Network. *IEEE*, 5.
- Kim, J., & Kang, S. (2017). Neural Network-Based Coronary Heart Disease Risk Prediction Using Feature Correlation Analysis. *J. Healthc*, 14.

- Kitchenham, B., & Brereton, O. (2009). Systematic literature reviews in software engineering – A systematic literature review. *Elsevier*, 9.
- OMS. (17 de 05 de 2017). *Enfermedades Cardiovasculares*. Obtenido de Organización Mundial de la Salud: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))
- Qurat-ul-ain, M., Teh Ying, W., & Ram Gopal, R. (2018). Automated Diagnosis of Coronary Artery Disease: A Review and Workflow. *Hindawi*, 10.

# Machine Learning para la Detección de Malware en Android: Revisión Sistemática de la Literatura

Aléxis Cárdenas-Quispe<sup>1</sup>, Roly Vergaray-Mezarina<sup>1</sup>, Javier Gamboa-Cruzado<sup>1</sup>

2016100595@unfv.edu.pe; 2016233783@unfv.edu.pe; jgamboa@unfv.edu.pe

<sup>1</sup> Universidad Nacional Federico Villarreal, Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas, Lima, Perú.

Pages: 318-331

**Resumen:** Android se ha convertido en el objetivo más atractivo para ataques de malware. Este artículo presenta una revisión sistemática de la literatura sobre las tendencias de investigación en la detección de malware en Android basada en Machine Learning. Los resultados de la revisión sistemática han concluido tendencias prominentes de algoritmos de Machine Learning, criterios para medir la efectividad y otros sistemas operativos en los que se aplica Machine Learning para la detección de malware. Los resultados estadísticos muestran que los algoritmos Support Vector Machine (23.14%), Random Forest Regression (16.16%), Naive Bayes Classifier (14.85%), J48 Decision Tree (10.92%) y k-NN (10.48%) son los más utilizados en la detección de malware en Android. Esto indica que, el aumento de la popularidad y masificación de Android implica la investigación de técnicas de detección de vanguardia basadas en Machine Learning para una detección de mayor efectividad.

**Palabras-clave:** Machine Learning; Android; detección de malware; algoritmo; revisión sistemática de la literatura.

## *Machine Learning for Malware Detection on Android: Systematic Review of the Literature*

**Abstract:** Android has become the most attractive target for malware attacks. This paper presents a systematic literature review on the research trends in Android malware detection based on Machine Learning. The results of the systematic review have concluded prominent trends of Machine Learning algorithms, criteria for measuring effectiveness and other operating systems where Machine Learning is applied for malware detection. Statistical results show that Support Vector Machine (23.14%), Random Forest Regression (16.16%), Naive Bayes Classifier (14.85%), J48 Decision Tree (10.92%) and k-NN (10.48%) algorithms are the most used in Android malware detection. This indicates that, the increasing popularity and massification of Android implies the research of cutting-edge detection techniques based on Machine Learning for a more effective detection.

**Keywords:** Machine Learning; Android; malware detection; algorithm; systematic literature review.

## 1. Introducción

En una sociedad cada vez más conectada, el número y la variedad de marcas de dispositivos móviles siguen aumentando. Se estima que para 2022 habrá aproximadamente 6.100 millones de usuarios de dispositivos móviles (Martins, Cruz, Cruz, & Henriques, 2020). La gran cantidad de información privada que se almacena o se puede acceder a través de estos dispositivos los convirtió en un objetivo atractivo para los ciberdelincuentes (Jones & Wang, 2020). Los estudios han revelado que los usuarios generalmente no instalan aplicaciones antivirus o antimalware en sus dispositivos móviles, aunque la eficacia de dichas aplicaciones tampoco está clara o es discutible. Si bien todos los sistemas operativos / plataformas móviles han sido el objetivo de los desarrolladores de malware, la tendencia es generalmente centrarse en los sistemas operativos móviles con una mayor participación de mercado. Una mayor cuota de mercado (Chen, Xue, Tang, Xu & Zhu, 2016) junto con la política de publicación flexible de Google en el mercado de aplicaciones oficiales de Android (también conocido como aplicación), Google Play, dio como resultado que los usuarios de Android fueran un objetivo popular para los desarrolladores de malware. También se sabe que el modelo de seguridad basado en permisos de Android proporciona poca protección ya que la mayoría de los usuarios generalmente otorgan los permisos solicitados a las aplicaciones. También ha habido casos en los que se cargaron con éxito aplicaciones maliciosas en Google Play (Azmoodeh, Dehghantanha & Choo, 2019).

Esto sugiere la necesidad de herramientas de análisis de malware de Android más eficientes, he ahí la importancia del desarrollo de Machine Learning en la detección de Malware en Android. Esta revisión sistemática de la literatura se centra en identificar las tendencias predominantes de Machine Learning empleadas en las técnicas de detección de malware en el sistema operativo Android. Se ha realizado una revisión detallada de las técnicas para identificar las brechas de investigación existentes en la literatura. El documento está organizado de la siguiente manera. La sección 2 presenta los trabajos relacionados, mientras la sección 3 detalla la metodología de revisión. La sección 4 presenta los resultados y discusiones de la revisión sistemática; finalmente, la sección 5 presenta las conclusiones y futuras investigaciones.

## 2. Trabajos Relacionados

Estudios recientes, tales como el de Rana, Rahman & Sung (2018) propusieron un nuevo método de selección de características basado en subcadenas mediante la evaluación de cuatro algoritmos de Machine Learning basados en árboles (tree based machine learning classifiers) para detectar malware de Android. En el experimento, se utilizaron 11.120 aplicaciones del dataset DREBIN, donde 5.560 contienen muestras de malware y el resto son benignas.

Rehman et al. (2018) propusieron que realizar un análisis basado en palabras clave tanto en las cadenas constantes (binarios) como en los archivos AndroidManifest.xml de una aplicación de Android ayudaría a reconocer aplicaciones maliciosas de forma eficaz. Se logró un rendimiento de clasificación óptimo utilizando SVM en el análisis de cadenas constantes y k-NN en el análisis de archivos de manifiesto, mientras que k-NN logró una impresionante precisión del 99,81% y una tasa de falsos positivos del 0,38% al

evaluar tanto los manifiestos maliciosos como las cadenas constantes en el mismo vector de características.

Por último, Tam & Hunter (2018) propusieron que para la detección de malware en Android es necesario realizar un análisis estático y dinámico a través del algoritmo k-NN. Su estudio se basó en un conjunto de muestras con aplicaciones benignas y muestras de malware recopiladas de “AndroZoo [Allix]” y VirusShare.

### 3. Método de Revisión

El presente método de revisión se ha desarrollado teniendo en cuenta las directrices de Kitchenham & Charters (2007) para la Revisión Sistemática de la Literatura (SLR), un estudio para mapear, identificar, evaluar críticamente, consolidar y recopilar los resultados de estudios primarios relevantes sobre un tema de investigación determinado, tal como lo muestra la Figura 1. La SLR se convierte en un método estándar para obtener una respuesta basada en los estudios anteriores relevantes. El propósito de realizar SLR es resumir la investigación previa, identificar la brecha que se necesita llenar entre la investigación anterior y la actual, producir una síntesis de informe coherente y hacer un marco de investigación. El método de revisión elabora las preguntas de investigación, las fuentes y estrategia de búsqueda, los criterios de selección, la selección de estudios, la evaluación de la calidad, la extracción de datos y la síntesis de datos.



Figura 1 – Descripción del flujo de una SLR

#### 3.1. Preguntas de investigación

El objetivo de la SLR es aclarar y evaluar la evidencia empírica resultante de varios estudios que utilizan técnicas basadas en Machine Learning (ML) para la detección de malware en el sistema operativo Android. Para ello, se ha formulado y analizado las siguientes preguntas de investigación (RQ):

RQ1. ¿Cuáles son los algoritmos de ML utilizados en la detección de malware en Android?

RQ2. ¿Cuáles son los criterios para medir la efectividad del ML en la detección de malware en Android?

RQ3. ¿En qué otros sistemas operativos se aplica ML para la detección de malware?

RQ4. ¿Cuáles son los medios de publicación dominantes para artículos que analizan técnicas de ML en la detección de malware en Android?

#### 3.2. Fuentes y estrategia de búsqueda

Las fuentes de búsqueda referidas incluyen prominentes bases de datos bibliográficas de artículos científicos como: IEEE Xplore, ProQuest, Science Direct, ETHzurich, Microsoft

Academic, Google Scholar, Springer, Web of Science, Taylor & Francis, IOP, ERIC, ARDI y ACM Digital Library. La estrategia de búsqueda incluye términos o descriptores de búsqueda relevantes para el estudio y se clasifican en: variable independiente, variables dependientes y variables intervinientes. La Tabla 1 muestra la clasificación de los descriptores utilizados.

Descriptor	
Español	Inglés
Aprendizaje Automático	Machine Learning
Malware	Malware
Android	Android
Detección de Malware	Malware Detection
Detección de Malware en Android	Android Malware Detection
Método / Metodología / Modelo	Method / Methodology / Model

Tabla 1 – Descriptores de búsqueda

Dichos descriptores permitieron la formulación de las ecuaciones de búsqueda genérica para cada fuente. Las ecuaciones, así como sus fuentes y número de resultados base (Nº), se mencionan a continuación en la Tabla 2.

Fuente	Ecuación de búsqueda genérica	Nº
IEEE Xplore	(((((("Full Text & Metadata":machine learning) AND "Full Text & Metadata":malware) AND "Full Text & Metadata":android) AND "Full Text & Metadata":malware detection) AND "Full Text & Metadata":android malware detection) AND "Full Text & Metadata":method OR methodology OR model)	711 952
ProQuest	(machine learning) AND (malware) AND (android) AND (malware detection) AND (android malware detection) AND ((method OR methodology OR model))	7 622
Science Direct	("machine learning" and "malware" and "android" and "malware detection" and android malware detection" and ("method" or "methodology" or "model"))	486
ETHZurich	All fields contains machine learning AND All fields contains malware AND All fields contains android AND All fields contains malware detection AND All fields contains android malware detection AND All fields contains (method OR All fields contains methodology OR All fields contains model)	3 146
Microsoft Academic	machine learning AND malware AND android AND malware detection AND android malware detection AND (method OR methodology OR model)	692
Google Scholar	machine learning AND malware AND android AND malware detection AND android malware detection AND (method OR methodology OR model)	18 300
Springer	machine learning AND malware AND android AND malware detection AND android malware detection AND (method OR methodology OR model)	200 237

Fuente	Ecuación de búsqueda genérica	Nº
Web of Science	(“machine learning” AND “malware” AND “android” AND “malware detection” AND “android malware detection” AND (“method” OR “methodology” OR “model”))	7 500
Taylor & Francis Online	[ALL: machine learning] AND [ALL: malware] AND [ALL: android] AND [ALL: malware detection] AND [ALL: android malware detection] AND [ALL: method OR methodology OR model]	274
IOP	machine learning AND malware AND android AND malware detection AND android malware detection AND (method OR methodology OR model)	29
Scopus	ALL (machine learning AND malware AND android AND malware detection AND android malware detection AND (method OR methodology OR model))	3 385
ERIC	machine learning AND malware AND android AND malware detection AND android malware detection AND (method OR methodology OR model)	3 648
ARDI	(machine learning) AND (malware) AND (android) AND (malware detection) AND (android malware detection) AND (method OR methodology OR model)	994
ACM Digital Library	[ALL: machine learning] AND [ALL: malware] AND [ALL: android] AND [ALL: malware detection] AND [ALL: android malware detection] AND [ALL: method OR methodology OR model]	459 390
<b>Total</b>		<b>1 417 655</b>

Tabla 2 – Matriz consolidada del número de resultados por fuente

La Figura 2 muestra el número de resultados por fuente y el total de resultados de fuentes relevantes.

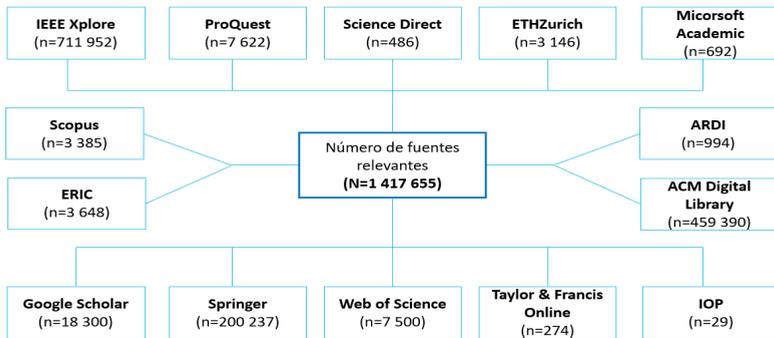


Figura 2 – Consolidado del número de resultados por fuente

### 3.3. Criterios de selección

Se han definido criterios exclusión (CE) para evaluar con precisión la calidad de la literatura disponible. A continuación, se mencionan los CE establecidos:

- CE1: Los artículos no tienen una antigüedad menor a 5 años.
- CE2: Los artículos no están escritos en el idioma inglés.
- CE3: Los artículos no mencionan una metodología ni modelo ni método.
- CE4: Los artículos no tienen más de 1 cita.
- CE5: Los artículos no propusieron técnicas de ML para la detección de malware.
- CE6: Los artículos no propusieron frameworks de ML para la detección de malware.
- CE7: Los artículos no mencionan un sistema operativo para la detección de malware con ML.
- CE8: El título y las keywords de los artículos no son muy relevantes.
- CE9: El abstract de los artículos no es muy relevante.

### 3.4. Selección de estudios

Tras aplicar los CE se seleccionaron un total de 107 estudios relevantes. Los CE 1 y 2 conformaron el primer filtro de estudios; los CE 3 y 4, el segundo; los CE 5 y 6 el tercero; los CE 7 y 8 el cuarto; y finalmente, el CE 9 el quinto filtro. El número de resultados tras aplicar cada CE en el filtro correspondiente se detalla en la Figura 3.

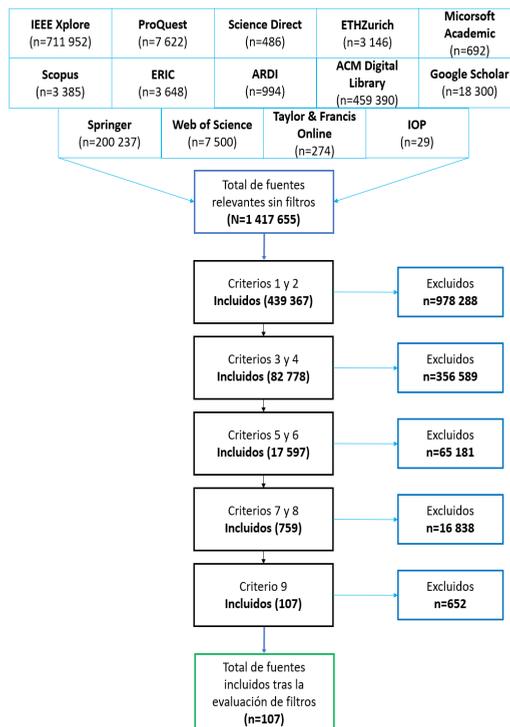


Figura 3 – Consolidado del número de resultados al aplicar criterios de exclusión

### 3.5. Evaluación de la calidad

En este paso, se formularon y aplicaron los criterios de calidad (QA), de la siguiente manera:

QA1: ¿El propósito de la investigación está claramente explicado?

QA2: ¿La metodología de la investigación está claramente explicada?

QA3: ¿Los instrumentos de recolección están referenciados?

QA4: ¿El artículo está bien organizado?

QA5: ¿El artículo es único?

QA6: ¿Se dispone del texto completo del artículo?

QA7: En general, ¿el artículo se considera útil?

La revisión de los criterios de calidad se realizó después de los CE, y ayudó a filtrar los ítems seleccionados para elegir los más relevantes para la investigación. Los 107 artículos cumplieron los siete criterios de evaluación de la calidad.

### 3.6. Extracción de datos

El procedimiento de extracción de datos ha sido desarrollado teniendo en cuenta cuatro propiedades importantes de los datos, planteadas en los objetivos de investigación. Estas propiedades han sido reconocidas por la literatura disponible y por los estudios seleccionados. Las propiedades consideradas en la extracción son: Algoritmos de ML, criterios para medir la efectividad del ML, sistemas operativos implicados, y medios de publicación dominantes. Cada uno de los estudios clasificados se gestionó y compartió a través de Mendeley; la Figura 4 muestra cómo cada estudio fue clasificado en una carpeta específica según su fuente de búsqueda; de esa manera se facilitó el trabajo colaborativo.

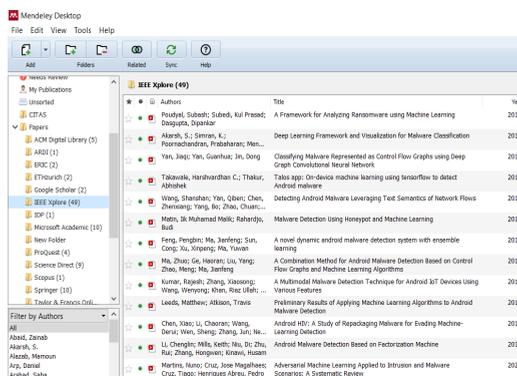


Figura 4 – Reportes con Mendeley de los artículos científicos

### 3.7. Síntesis de datos

El proceso de síntesis de datos incluye reunir los datos y concluir las respuestas según las preguntas de investigación. La síntesis de datos se ha realizado analizando los estudios



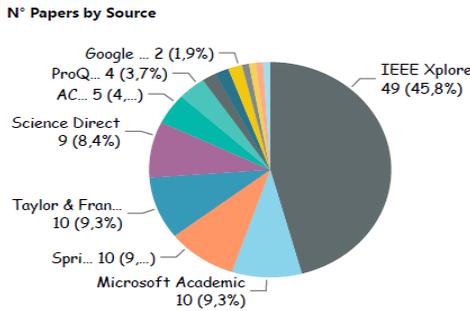


Figura 6 – Cantidad de artículos por fuente de búsqueda

Esta revisión sistemática de la literatura a utilizado artículos de 27 distintos países. La Figura 7 muestra un mapa georreferencial resaltando la cantidad de artículos por país de publicación de este estudio.



Figura 7 – Mapa georreferencial de cantidad de artículos por país de publicación

Se observa que los países más influyentes para este estudio son India (con 24 artículos), China (con 20 artículos), y Estados Unidos (con 19 artículos).

#### 4.2. Respuestas a las preguntas de investigación

##### RQ1. ¿Cuáles son los algoritmos de ML utilizados en la detección de malware en Android?

La Tabla 3 enumera los diversos algoritmos de Machine Learning que se han adoptado. Los resultados estadísticos de los enfoques muestran que los algoritmos Support Vector Machine (23.14%), Random Forest Regression (16.16%), Naive Bayes Classifier (14.85%), J48 Decision Tree (10.92%) y k-NN (10.48%) son los más utilizados en la detección de malware en Android.

Algoritmos de ML	Cantidad	Porcentaje
Support Vector Machine	53	23.14%
Random Forest Regression	37	16.16%
Naive Bayes Classifier	34	14.85%

Algoritmos de ML	Cantidad	Porcentaje
J48 Decision Tree	25	10.92%
k-Nearest Neighbors (k-NN)	24	10.48%
Convolutional Network	12	5.24%
Artificial Neuronal Network	9	3.93%
Logistic Regression	9	3.93%
Genetic Algorithm	5	2.18%
Multimodal Deep Neuronal Network	5	2.18%
AdaBoost Classifier	4	1.75%
K-means Clustering	4	1.75%
Classification and Regression Trees (CART)	2	0.87%
Fuzzy Logic	2	0.87%
Graph Generation Algorithm	2	0.87%
BayesNet Pool	1	0.44%
McLaughlin's Algorithm	1	0.44%

Tabla 3 – Algoritmos de ML utilizados en la detección de malware en Android

La utilización del algoritmo Support Vector Machine (SVM) para la detección de malware en Android es significativamente mayor. Los algoritmos de Random Forest Regression y Naive Bayes Classifier también son frecuentemente utilizados, aunque en un menor porcentaje en comparación con el algoritmo SVM.

De acuerdo con Sharma & Singh (2017) y con Sharma & Rattan (2021), estos algoritmos de Machine Learning permiten la detección de malware en Android. Si bien la aplicación de un solo algoritmo puede brindar los resultados esperados, es necesario aplicar dos o más para lograr resultados más sustentados.

## **RQ2. ¿Cuáles son los criterios para medir la efectividad del ML en la detección de malware en Android?**

La Tabla 4 enumera los diversos criterios para medir la efectividad del Machine Learning en la detección de malware. Los resultados estadísticos de los enfoques muestran que la alta tasa de Verdaderos Positivos (38.52%), la baja tasa de Falsos Positivos (37.04%), la prevención de amenazas Zero-Day (9.63%) y el tiempo de entrenamiento reducido (7.41%) son los criterios que definen la efectividad del Machine Learning en la detección de malware en Android.

Criterio	Cantidad	Porcentaje
Alta tasa de Verdaderos Positivos (precisión mayor a 90% en la detección)	52	(38.52%)
Baja tasa de Falsos Positivos	50	(37.04%)
Previene amenazas Zero-Day	13	(9.63%)
Tiempo de entrenamiento reducido	10	(7.41%)

Criterio	Cantidad	Porcentaje
Posibilita el uso comercial	3	(2.22%)
Capacidad de mitigar los ataques de inserción de código basura	2	(1.48%)
Permite aplicar Validación Cruzada	2	(1.48%)
Previene ataques de escalamiento de privilegios	1	(0.74%)
Previene ataques de Hijacking	1	(0.74%)
Sin necesidad de usuario root	1	(0.74%)

Tabla 4 – Criterios para medir la efectividad del ML en la detección de malware

El criterio Alta tasa de Verdaderos Positivos implica que se presenta una precisión mayor a 90% en la detección del malware. Este criterio, junto al de Baja tasa de Falsos Positivos, es significativamente mayor. Los criterios que definen la prevención de amenazas Zero-Day y el tiempo de entrenamiento también son frecuentemente utilizados.

De acuerdo con Liu et. al. (2020), estos criterios definen la efectividad de los algoritmos de Machine Learning implementados, y garantizan la obtención del desempeño esperado en la detección de malware en Android.

### RQ3. ¿En qué otros sistemas operativos se aplica ML para la detección de malware?

La Tabla 5 enumera los diversos sistemas operativos donde se aplica el ML para la detección de malware. Los resultados estadísticos de los enfoques muestran que en los sistemas operativos Windows (50%), GNU/Linux (17.24%) y iOS (13.79%) se está aplicando el Machine Learning para la detección de malware.

Sistema Operativo	Cantidad	Porcentaje
Windows	29	(50%)
GNU/Linux	10	(17.24%)
iOS	8	(13.79%)
Embedded Linux	2	(3.45%)
macOS	2	(3.45%)
Symbian	2	(3.45%)
Windows IoT	2	(3.45%)
BlackBerry OS	1	(1.72%)
Raspberry Pi OS	1	(1.72%)
Unix	1	(1.72%)

Tabla 5 – Sistemas operativos donde se aplica el ML para la detección de malware

La aplicación del Machine Learning en el sistema operativo Windows para la detección de malware es significativamente mayor. En los sistemas operativos GNU/Linux y iOS frecuentemente también se aplica para detectar malware.

De acuerdo con Sharma & Singh (2017), también se aplica Machine Learning en estos otros sistemas operativos para detectar de malware, siendo en su mayoría en el sistema operativo Windows debido a que, al igual que Android, tiene gran popularidad y porcentaje de uso a nivel mundial.

#### **RQ4. ¿Cuáles son los medios de publicación dominantes para artículos que analizan técnicas de ML en la detección de malware en Android?**

La Figura 8 muestra los medios de publicación dominantes para artículos que analizan técnicas de ML en la detección de malware en Android.

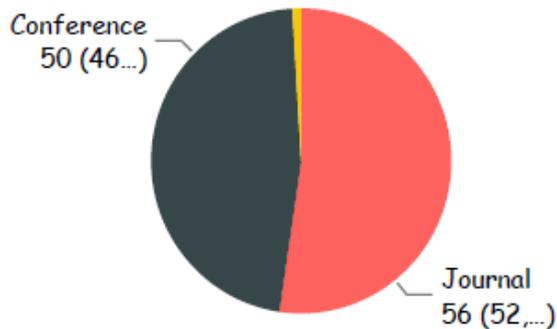


Figura 8 – Medios de publicación dominantes para artículos que analizan técnicas de ML en la detección de malware en Android

De los 107 artículos estudiados, se descubrió que los medios de publicación dominantes son Journal y Conference. El medio de publicación Journal tuvo un total de 56 artículos (52.34%), el medio de publicación Conference un total de 50 (46.73%) y el medio de publicación Magazine tuvo 1 artículo (0.93%).

## **5. Conclusiones**

Android se ha convertido en el sistema operativo más atractivo para los desarrolladores de malware y ciberdelincuentes. Esta revisión sistemática de la literatura discutió y logró identificar y analizar algoritmos y criterios de efectividad en aplicación de Machine Learning para la detección de malware en Android; así como otros sistemas operativos que se benefician de la aplicación de Machine Learning para la detección de malware, y los medios de publicación dominantes.

El algoritmo que más se usa a la fecha para la detección de malware en Android es Support Vector Machine. Vale la pena probar más de un algoritmo para contrastar la precisión de los resultados obtenidos y la efectividad del Machine Learning para el reconocimiento de malware que trata de vulnerar la seguridad de Android.

Este estudio permite apreciar como la publicación de investigaciones en el área viene en aumento; lo cual indica que los ataques de malware al sistema operativo Android se están incrementando, en consecuencia, las investigaciones en el área toman mayor relevancia a lo largo de los años. Por lo tanto, una futura investigación debería considerar

investigaciones más recientes y trabajos publicados sobre este tema. Esto ayudará a aumentar la conciencia del campo entre profesionales e investigadores, y descubrir nuevas tendencias relacionadas al Machine Learning para la detección de malware en Android.

## Referencias

- Azmoodeh, A., Dehghantanha, A., & Choo, K. K. R. (2019). Robust Malware Detection for Internet of (Battlefield) Things Devices Using Deep Eigenspace Learning. *IEEE Transactions on Sustainable Computing*, 4(1), 88–95. <https://doi.org/10.1109/TSUSC.2018.2809665>
- Chen, S., Xue, M., Tang, Z., Xu, L., & Zhu, H. (2016). StormDroid: A streaminglized machine learning-based system for detecting android malware. *ASIA CCS 2016 - Proceedings of the 11th ACM Asia Conference on Computer and Communications Security*, 377–388. <https://doi.org/10.1145/2897845.2897860>
- Jones, K. J., & Wang, Y. (2020). Malgazer: An Automated Malware Classifier with Running Window Entropy and Machine Learning. *2020 6th International Conference on Mobile and Secure Services, MOBISecSERV 2020*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/MobiSecServ48690.2020.9042957>
- Kitchenham, B. & Charters, S. (2007). Guidelines for performing Systematic Literature reviews in Software Engineering. Version 2.3. *Engineering*, vol. 45, no. 4ve, p. 1051.
- Liu, K., Xu, S., Xu, G., Zhang, M., Sun, D. & Liu, H. (2020). A Review of Android Malware Detection Approaches Based on Machine Learning. *IEEE Access*, vol. 8, pp. 124579-124607. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3006143>
- Martins, N., Cruz, J. M., Cruz, T., & Henriques Abreu, P. (2020). Adversarial Machine Learning Applied to Intrusion and Malware Scenarios: A Systematic Review. *IEEE Access*, 8, 35403–35419. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2974752>
- Mishra, P., Varadharajan, V., Tupakula, U., & Pilli, E. S. (2019). A detailed investigation and analysis of using machine learning techniques for intrusion detection. *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, 21(1), 686–728. <https://doi.org/10.1109/COMST.2018.2847722>
- Rana, M. S., Rahman, S. S. M. M., & Sung, A. H. (2018). Evaluation of tree based machine learning classifiers for android malware detection. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 11056 LNAI, 377–385. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-98446-9\\_35](https://doi.org/10.1007/978-3-319-98446-9_35)
- Rehman, Z. U., Khan, S. N., Muhammad, K., Lee, J. W., Lv, Z., Baik, S. W., Shah, P. A., Awan, K., & Mehmood, I. (2018). Machine learning-assisted signature and heuristic-based detection of malwares in Android devices. *Computers and Electrical Engineering*, 69, 828–841. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2017.11.028>

- Sharma P. & Singh, J. (2017). Systematic Literature Review on Software Effort Estimation Using Machine Learning Approaches. *2017 International Conference on Next Generation Computing and Information Systems (ICNGCIS)*, Jammu. <https://doi.org/10.1109/ICNGCIS.2017.33>
- Sharma, T., & Rattan, D. (2021). Malicious application detection in android — A systematic literature review. *Computer Science Review*, *40*, 2021, 100373. <https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2021.100373>
- Tam, G., & Hunter, A. (2018). Machine Learning to Identify Android Malware. *2018 9th IEEE Annual Ubiquitous Computing, Electronics and Mobile Communication Conference, UEMCON 2018*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/UEMCON.2018.8796795>

# A Governança de Tecnologia da Informação na visão de Gestores da Área de Saúde Pública: O Caso do Instituto Nacional de Câncer

Roberto Luiz Silva dos Santos<sup>1</sup>, Jose Geraldo Pereira Barbosa<sup>2</sup>,  
Saulo Barbara de Oliveira<sup>3</sup>, Sandro Luís Freire de Castro Silva<sup>1</sup>,  
Sandra Regina Freitas Morgado de Gois<sup>2</sup>, Antonio Augusto Gonçalves<sup>1,2</sup>

**roberto.santos@inca.gov.br; jose.gerald@estacio.br; saulobarbara@gmail.com;  
sandro.freire@inca.gov.br; sandra.gois@estacio.br; augusto@inca.gov.br .**

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Câncer, Rua do Rezende 195 , 20230-026, Rio de Janeiro, Brasil

<sup>2</sup> Universidade Estácio de Sá - MADE, Av. Presidente Vargas 642 , 20071-001, Rio de Janeiro, Brasil

<sup>3</sup> Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, BR-465 Km7, 23897-000, Seropédica, Brasil.

**Pages: 332-345**

**Resumo:** As organizações de saúde no setor público estão sob pressão para transformar e fazer uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), a fim de serem mais eficazes e atenderem um número crescente de pacientes. A Governança de TIC é uma área desafiadora no setor público de saúde e ainda se encontra no seu estágio inicial nas organizações deste setor. O objetivo desta pesquisa foi descrever os mecanismos relevantes para a efetividade da Governança de TIC na visão de gestores da área de saúde pública por meio de um estudo de caso realizado no Instituto Nacional de Câncer (INCA). Os resultados evidenciaram que a instituição implementou um conjunto de ações compostas por três mecanismos de estrutura, dois de processo e dois de relacionamento, que foram considerados relevantes a efetividade da Governança de TIC em atendimento as necessidades da organização, visando agregar valor aos serviços prestados à população.

**Palavras-chave:** Governança de TI; Mecanismos de Governança de TI; Administração Pública; Organizações de Saúde.

## *IT Governance in the view of managers in the public health area of the National Cancer Institute*

**Abstract:** Healthcare organizations in the public sector are under pressure to transform and make use of Information Technology (IT), in order to be more effective and serve an increasing number of patients. IT Governance is a challenging area in the public health sector and is still at an early stage in associations in this sector. The objective of this research was to “describe the elements relevant to the effectiveness of IT Governance in the view of managers in the public health area” through a case study carried out at INCA. The results showed that the Institution implemented a set of IT Governance mechanisms formed by three structures, two

processes and two of relationship that are considered by its managers to be relevant to the effectiveness of IT Governance to meet the organization's requirement and add value services provided to the population.

**Keywords:** IT Governance; IT Governance Mechanisms; Effectiveness; Public administration; Health organizations.

## 1. Introdução

A Governança de TIC pode ser definida como um conjunto de políticas, estruturas organizacionais, processos de trabalho e responsabilidades que são estabelecidas pela alta administração para orientar ações e exercer controle sobre o uso e gerenciamento dos recursos de TIC nas organizações (MENDONÇA et al., 2013). No setor público, diferentes obstáculos estão presentes na implementação da Governança de TIC, tais como a complexidade da demanda pública por serviços governamentais, a cultura sobre tomadas de decisão, fraca institucionalização do aprendizado nas organizações, e riscos de decisões políticas sobre os riscos operacionais (WILKIN; CAMPBELL, 2010).

No contexto brasileiro, desde o ano de 2007, o Tribunal de Contas da União (TCU) vem realizando auditorias para verificar a situação da Governança de TIC na Administração Pública Brasileira (APB) e desde o início desse trabalho pode-se constatar que a situação é preocupante (GUARDA; OLIVEIRA; SOUSA JÚNIOR, 2015). Com base no último relatório, elaborado pelo TCU em 2018, pode ser observado que mais da metade (53%) das organizações pertencentes à APB estão em estágio inexpressivo ou inicial de implantação da Governança de TIC, no total de 488 organizações pesquisadas, incluindo organizações de saúde vinculadas ao Ministério da Saúde (BRASIL, 2018b). Os dados demonstram o baixo nível de Governança de TIC das organizações, o que dificulta que a TIC contribua de forma efetiva para o alcance dos objetivos destas organizações.

Em meio a essas organizações, uma boa parte se encontra vinculada ao Ministério da Saúde (MS), que no ano de 2018, se posicionou como o segundo maior ministério em termos de volume financeiro, com um orçamento de R\$ 130 bilhões (BRASIL, 2018a). Apesar do volume de recursos, a saúde é apontada como o principal problema do Brasil pela maioria dos cidadãos (CFM, 2018). As organizações de saúde estão sob pressão para transformar e fazer uso da TIC, a fim de serem mais eficazes e atenderem um número crescente de pacientes (LAGSTEN; NORDSTRÖM, 2017). A TIC é vista como um facilitador no esforço para obter maior eficiência nos serviços oferecidos na área da saúde (LEROUGE; MANTZANA; WILSON, 2007), o que gera um aumento notável da complexidade de TIC nas organizações de saúde.

O nível crescente do investimento em TIC e o impacto esperado na performance das organizações de saúde exigem uma postura ativa de governança (LEIDNER, 2008). A Governança de TIC é uma área desafiadora no setor de saúde (LAGSTEN; NORDSTRÖM, 2017) e ainda se encontra no seu estágio inicial nas organizações deste setor (BERATARBIDE; KELSEY, 2013; GONÇALVES et al., 2019).

Neste cenário, é importante examinar a Governança de TIC no setor público, para contribuir com a adoção de melhores práticas de Governança de TIC pelos órgãos da Administração Pública Federal Brasileira da área de saúde. O objetivo deste artigo é descrever os mecanismos relevantes para a efetividade da Governança de TIC na visão de

gestores da área de saúde pública por meio de um estudo de caso realizado no Instituto Nacional de Câncer (INCA), instituição pública de saúde brasileira.

## 2. Referencial Teórico

As empresas estão cada vez mais dependentes das TICS para sobreviver e crescer. Anteriormente, conselhos de administração e executivos da alta administração podiam delegar, ignorar ou evitar decisões de TIC, entretanto, tais atitudes dessa natureza são impossíveis, já que as TICS tornaram-se cruciais no suporte, sustentabilidade e crescimento das empresas (DE HAES; VAN GREMBERGEN, 2015).

A TIC, que tinha como foco questões puramente técnicas, viu sua importância crescer dentro do contexto organizacional, influenciando diretamente nos negócios da organização (PIRES; SCHIAVON; LIMA, 2010). Pode-se dizer que na medida que o gerenciamento de TIC evolui, a TIC passa de provedor de serviços de commodities para uma parceira estratégica dos demais setores de negócio da organização através de uma forte Governança de TIC, alinhada com a Governança Corporativa (DE HAES; VAN GREMBERGEN, 2009b; WEILL; ROSS, 2004).

A Governança de TIC é parte integrante da governança corporativa e aborda a definição e implementação de mecanismos de processos, de estruturas e mecanismos relacionais na organização que permitem que tanto os profissionais das áreas de negócios quanto os profissionais de TIC executem suas responsabilidades no apoio ao alinhamento de negócios/TIC, proporcionando a criação de valor para os negócios a partir dos investimentos em tecnologia (DE HAES; VAN GREMBERGEN, 2015).

Em organizações privadas, a aplicação de mecanismos de Governança de TIC contribui para melhorar o desempenho da organização, principalmente com relação a redução de custos e melhor aproveitamento da infraestrutura de TI (LUNARDI et al., 2014). No setor público, essa realidade não é diferente. A Governança de TIC aumentou a sua importância especialmente motivada por demandas para implantar as reformas necessárias para a modernização da gestão pública (BERMEJO; TONELLI; ZAMBALDE, 2014), onde os objetivos são a maior transparência, a prestação de contas e o bem-estar da população (LUCIANO; MACADAR, 2016).

No contexto brasileiro, iniciativas governamentais foram empreendidas para melhorar a Governança de TIC no setor público. Iniciativas como a criação da Instrução Normativa n.º 4 de 11 de setembro de 2014 pela Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação (SLTI) do antigo Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG), e os vários acordões do Tribunal de Contas da União (TCU), exigem das organizações públicas brasileiras a implementação da Governança de TIC com o objetivo de oferecer serviços públicos que agreguem valor ao cidadão, porém o TCU tem evidenciado um baixo desempenho dessas organizações nos processos de implantação da Governança de TIC (BERMEJO; TONELLI; ZAMBALDE, 2014).

As empresas que apresentam maturidade na Governança de TIC possuem quatro objetivos: busca efetiva do custo da TI; uso efetivo dos recursos de TI; uso da TI para crescimento e atendimento do negócio; e a utilização da TI para flexibilizar o negócio (WEILL, 2004),

e para alcançar esses os objetivos sugere-se o uso de mecanismos de Governança de TIC, que devem ser implementados nas organizações (ALI; GREEN, 2012).

Os mecanismos de estrutura são os mais visíveis e podem ser definidos como as unidades e papéis organizacionais responsáveis pelas tomadas de decisões de TIC. Os mecanismos de processos são processos formais para assegurar que os comportamentos diários sejam consistentes com as políticas de TIC. Estes mecanismos também asseguram que haja um retorno às decisões e contribuem para o monitoramento das atividades direcionadas ao atendimento dos interesses dos stakeholders (VAN GREMBERGEN; DE HAES, 2008; WEILL; ROSS, 2004).

Os mecanismos de relacionamento completam a estrutura da Governança de TIC e são essenciais para alcançar e sustentar um alinhamento entre o TI e os negócios, mesmo quando os mecanismos de estruturas e de processos apropriados já estão implantados. Estes englobam mecanismos para disseminar os princípios e as políticas da Governança de TIC, e os resultados dos processos decisórios de TIC, permitindo aproveitar as oportunidades e gerando maior valor ao negócio (HAES; GREMBERGEN, 2008; WEILL; ROSS, 2005).

Para alcançar o alinhamento estratégico e entrega de valor ao negócio a partir da TIC, não existe uma abordagem única de implementação. Cada organização deve selecionar seu próprio conjunto de mecanismos de Governança de TIC adequadas ao seu ambiente organizacional (ex.: setor da economia, tamanho, cultura) (VAN GREMBERGEN; DE HAES, 2008). Portanto, a construção de uma governança de TIC efetiva envolve um conjunto de mecanismos que tenham como propósito a realização das expectativas em relação aos fatores críticos de sucesso para a organização (ITGI, 2007).

Segundo Silva e Moraes (2011), existem duas perspectivas principais que podem ser utilizadas para definir efetividade em Governança de TIC. A primeira quanto ao aspecto funcional da TI e sua característica como área meio e operacional (ex.: hardware, software, infraestrutura, disponibilidade dos serviços de TI, recursos, pessoas, ativos financeiros e econômicos); e a segunda referente ao negócio, observando a conexão entre os resultados da TI e o desempenho organizacional, compreendendo o papel da Governança de TIC e sua efetividade em uma visão que engloba o ambiente externo e as características internas de cada organização.

A efetividade da Governança de TIC pode também ser caracterizada pelo cumprimento de objetivos relacionados a custo, crescimento, utilização de ativos, flexibilidade de negócios (WEILL; ROSS, 2004) e dos requisitos legais e regulamentares (BOWEN; CHEUNG; ROHDE, 2007). A efetividade da Governança de TIC, portanto, pode ser mensurada através da efetividade percebida por cada mecanismo implementado na organização (FERGUSON, 2013).

Estudos acadêmicos sobre implementações dos mecanismos de governança de TIC e o seu impacto na efetividade da governança tem sido realizados em diversas organizações (PETERSON, 2001; WEILL; ROSS, 2004; BOWEN; CHEUNG; ROHDE, 2007; DE HAES; VAN GREMBERGEN, 2009; HUANG; ZMUD; PRICE, 2010; LIANG et al., 2011; FERGUSON et al., 2013; WIEDENHOFT; LUCIANO; MAGNAGNAGNO, 2017).

Entre os estudos com esse enfoque, De Haes e Van Grembergen (2009b) realizaram um estudo de caso múltiplo em 10 organizações de serviços financeiros da Bélgica. Dentre os 33 mecanismos de Governança de TIC identificados no estudo, os autores apresentaram uma linha base mínima formada por dez mecanismos de Governança de TIC que proporcionaram a efetividade nas organizações pesquisadas e que possuem menor complexidade de implementação.

A pesquisa exploratória conduzida por Pereira, Mira da Silva e Lapão (2014) em seis organizações de serviços de saúde portuguesas identificou seis mecanismos de Governança de TIC mais relevantes para as organizações estudadas.

Bianchi et al. (2017) realizaram um estudo de caso múltiplo em três universidades no Brasil, em Portugal e na Holanda que apresentou uma linha de base de mecanismos de Governança de TIC que proporcionam a efetividade nestas organizações.

O Quadro 1 a seguir apresenta um comparativo entre estes estudos, realizados em diferentes organizações, destacando em cinza claro os mecanismos relevantes para a efetividade da Governança de TIC comuns a dois ou mais estudos.

MECANISMO (DE HAES; VAN GREMBERGEN, 2009a)	ESTUDO		
	1	2	3
Comitê de estratégia de TI no nível do conselho de administração	X	X	X
CIO na comissão executiva	X		
CIO (Chief Information Officer) reporta direto para o CEO (Chief Executive Officer) e / ou Diretor Chefe Operacional COO	X		
Comitê de direção de TI (avaliação / priorização de investimentos em TI no nível de executivo / gerência sênior)	X		X
Agente de Governança de TI		X	X
Comitê de priorização de projetos	X		
Definição de papéis e responsabilidades garantindo o alinhamento da governança		X	
Planejamento Estratégico de TI	X		X
Gestão de Portfólio (incluindo casos de negócios, economias de informação, ROI, payback)	X		
Acordos de Nível de Serviço		X	
Framework de governança de TI (Ex. COBIT)			X
Metodologias de governança / gerenciamento de projetos	X		X
Controle e relatórios de orçamentos	X		
Gestão do conhecimento (sobre a governança de TI)			X
Gerentes de Contas de TI/Negócio		X	X
Liderança em TI	X	X	

1 - Organizações de serviços financeiros da Bélgica (DE HAES; VAN GREMBERGEN, 2009a)

2 - Organizações de serviços de saúde portuguesas (PEREIRA; MIRA DA SILVA; LAPÃO, 2014)

3 - Universidades no Brasil, Portugal e Holanda (BIANCHI et al., 2017)

Quadro 1 – Estudos sobre a efetividade dos mecanismos de Governança de TIC

### 3. Metodologia

Para este estudo foi utilizada a abordagem metodológica de natureza qualitativa descritiva, por ser a mais adequada para investigar uma área específica e no tratamento das evidências obtidas buscando a compreensão e significado por meio das visões e perspectivas dos participantes envolvidos. Desta forma, buscou-se fazer emergir a resposta para a questão problema desta pesquisa (YIN, 2015).

Como estratégia metodológica foi adotado o estudo de caso único descritivo com abordagem qualitativa. O estudo de caso é uma investigação empírica que busca compreender um fenômeno contemporâneo em profundidade inseridos em seu contexto de mundo real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente evidentes (YIN, 2015), e os processos organizacionais estão inseridos nestas características. Segundo Creswell (2010), esses fenômenos podem ser um programa, um evento, uma atividade, um processo ou um ou mais indivíduos.

Neste estudo, seguindo o preconizado por Creswell (2010) e Yin (2015), foram coletadas evidências de múltiplas fontes: entrevistas semiestruturadas em profundidade, documentos da organização e elementos oriundos da observação direta não-participante do pesquisador.

Foram selecionados para entrevista gestores representantes da Alta Direção; Coordenação de Administração; Coordenação de Planejamento e da área de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), que participam das decisões sobre a TIC dentro do INCA, totalizando 12 (doze) colaboradores. Todos entrevistados possuem alto nível de escolaridade, a grande maioria com pós-graduação e mestrado, são especialistas em suas áreas com no mínimo cinco anos de atividade no instituto e atuam como gestores de Tecnologia da Informação ou compõem o quadro de gestores da alta administração do instituto.

Todas as entrevistas semiestruturadas seguiram um mesmo roteiro desenvolvido previamente pelo autor com base no referencial teórico. O roteiro de entrevista foi previamente ajustado a partir de uma entrevista piloto realizada com o Chefe de TIC do instituto pesquisado, cujas informações coletadas foram descartadas da análise. Como as entrevistas foram agendadas no segundo trimestre de 2020 - momento de pico da pandemia do COVID-19 no Brasil - elas foram realizadas virtualmente.

Na análise documental foram coletados os seguintes documentos institucionais com o intuito de contribuir com informações para as outras fontes de evidências: portarias, normas, Planejamento Estratégico de TIC, relatórios, memorandos, e-mails e atas de reuniões.

O tratamento e análise da evidências foi moldado na interação entre as percepções do pesquisador e dos entrevistados através da abordagem sugerida por Creswell (2010) para pesquisas de natureza qualitativa. O processo envolveu: extrair sentido dos dados do texto e da imagem; preparar os dados para a análise; conduzir diferentes análises; representar os dados e realizar uma interpretação do significado mais amplo dos dados. A triangulação foi realizada por meio da convergência de diferentes fontes de evidência visando proporcionar credibilidade ao resultado. Foi utilizado o software NVivo 12 Plus para a auxiliar o pesquisador na análise qualitativa dos dados.

## 4. Análise e Discussão dos Resultados

### 4.1. Caso

O Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva (INCA), referência nacional e internacional em sua especialidade de média e alta complexidade em Câncer, é o órgão do Ministério da Saúde (MS), diretamente vinculado à Secretaria de Atenção Especializada à Saúde (SAES) e integrante do Sistema Único de Saúde (SUS) do Governo Federal.

O INCA tem como missão promover o controle do câncer com ações nacionais integradas em prevenção, assistência, ensino e pesquisa. Tais ações são de caráter multidisciplinar e incluem a atuação na produção, normatização e disseminação de conhecimento em áreas estratégicas e geração de informação epidemiológica; a assistência médico-hospitalar; a formação de profissionais especializados; e o desenvolvimento de pesquisas na área oncológica. Tem por objetivo estratégico exercer plenamente o papel governamental nas políticas de prevenção e controle do câncer, assegurando a implantação das ações correspondentes em todo o Brasil e, assim, contribuir para a melhoria da qualidade de vida da população.

Com o apoio e auxílio da Tecnologia da Informação (TI), todas as unidades hospitalares deste instituto possuem certificado de Acreditação pela Joint Commission International, onde operam de acordo com padrões internacionais de qualidade no atendimento médico e hospitalar. De acordo com o relatório elaborado pelo TCU (BRASIL, 2018b), este instituto possui índices de Governança de TIC superiores às demais unidades de saúde do Rio de Janeiro pesquisadas neste relatório.

O INCA possui uma estrutura de governança baseado no modelo de colegiado que privilegia a gestão participativa e compartilhada, em vigor desde 2004, sendo composta pelo Conselho Deliberativo, Diretoria-Executiva, Câmaras Técnico-Políticas, Conselho Consultivo e Comissão de Orçamento e Gestão.

### 4.2. Objetivos da Governança de TIC

O primeiro objetivo foi “Identificar os objetivos da Governança de TIC na organização de saúde pública”. As evidências coletadas foram analisadas com o objetivo de identificar os objetivos da Governança de TIC no instituto, tendo como base os objetivos citados por Weill (2004) e citados por Luciano e Macadar (2016).

De acordo com a análise das evidências coletadas, o Serviço de Tecnologia da Informação (STI) definiu os Objetivos abaixo, alinhados com os Objetivos Estratégicos do Instituto. Os objetivos identificados foram organizados em perspectivas, conforme ilustrado no Quadro 2. Contudo, de acordo com as evidências das entrevistas, somente o primeiro objetivo é bem difundido entre os entrevistados.

Perspectiva	Objetivo
Crescimento e atendimento do negócio	a) Consolidar a TIC do INCA como instrumento viabilizador da execução de estratégias, atendendo as necessidades da organização e visando agregar valor aos serviços prestados à população.
Custo da TI	b) Aprimorar a Gestão Orçamentária e Financeira.

Perspectiva	Objetivo
Recursos TI	c) Prover recursos de infraestrutura tecnológica, sistemas e informações de forma efetiva, garantindo a disponibilidade adequada de cada serviço de TIC.
Transparência	d) Promover transparência e publicidade das iniciativas de TIC e à aplicação dos recursos públicos.
Sociedade	e) Expandir e inovar a prestação de serviços digitais.
	f) Ampliar e incentivar a participação social na criação e melhoria dos serviços públicos.

Quadro 2 – Objetivos da Governança de TIC do INCA

#### 4.2. Mecanismos da Governança de TIC

Para alcançar os objetivos da Governança de TIC, a organização deve implementar uma estrutura de Governança de TIC composta por mecanismos de Estrutura, de Processos e de Relacionamento.

O segundo objetivo do estudo foi definido como “Identificar os mecanismos de Governança de TIC implantados na organização de saúde pública”. As evidências coletadas foram analisadas com o objetivo de identificar os mecanismos de Governança de TIC implementados no instituto, tendo como base os mecanismos destacados no Quadro 1, citado anteriormente. O Quadro 3 apresenta resumidamente os mecanismos de Governança de TIC implantados no instituto.

Mecanismo	Descrição
Comitê de estratégia de TI	Comitê em nível institucional, com composição multidisciplinar de diferentes áreas da organização, com a finalidade de direcionar, monitorar, avaliar o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação para alcance dos objetivos estratégicos da instituição e consequente melhorar na prestação de serviços à sociedade.
Comitê de direção de TI	Comitê ou outra instância deliberativa, de composição multissetorial e com natureza de decisão colegiada. Adota como principal metodologia a avaliação sistemática e a priorização das demandas institucionais, incluindo as prioridades de TI na instituição.
Agente de Governança de TI	Estrutura formalmente criada no organograma da instituição, responsável por promover, direcionar e gerenciar processos de governança de TI, com aderência as recomendações dos órgãos de controle, para garantir o alinhamento da TI aos negócios e proporcionar a entrega de valor à organização.
Planejamento Estratégico de TI	Processo formal para definir e atualizar a estratégia de TI, realizado periodicamente, com a visão de médio a longo prazo, com o objetivo de atender às necessidades de informação e de serviços de TIC das áreas da organização, alinhando aos objetivos estratégicos da organização, priorizando e otimizando a aplicação dos recursos, e visando agregar valor ao negócio. O plano, produto do processo, deve ser discutido e aprovado no Comitê de estratégia de TI.
Metodologias de governança / gerenciamento de projetos	Processos e metodologias para governar e gerenciar projetos de TI, com a adoção de ferramentas adequados e compatíveis com as metodologias de gerenciamento de projetos utilizadas por cada equipe do órgão, para permitir o controle e gerenciamento de toda as etapas do projeto e proporcionar a emissão de relatórios de tomada de decisão.

Mecanismo	Descrição
Gerentes de Contas de TI/Negócio	Gerentes de relacionamento de negócio / TI, ou outro grupo de profissionais na organização, que tenham a responsabilidade de atuar como intermediários entre TI e outras áreas da instituição, com o objetivo de compreender as necessidades de cada área cliente da organização.
Liderança em TI	Liderança em TI, formalmente nomeado e subordinado à autoridade máxima do órgão, com formação em Tecnologia e com poder na tomada de decisões de TI. Visa promover e liderar projetos de TI. É responsável pela criação da interface entre TI e negócios, interagindo com a Alta Direção da organização e participando dos comitês de Direção de TI e de Estratégia de TI.

Quadro 3 – Mecanismos da Governança de TIC do INCA

### 4.3. Efetividade da Governança de TIC

O terceiro objetivo do estudo foi “Identificar os mecanismos relevantes para a efetividade da Governança de TIC na visão de gestores da área de saúde pública”. A última pergunta feita aos entrevistados foi a respeito de selecionar os mecanismos relevantes para a efetividade da Governança de TIC de uma lista de 7 (sete) mecanismos. A análise qualitativa conduzida permitiu identificar os mecanismos relevantes para a efetividade da Governança de TIC. Percebe-se no discurso dos entrevistados que a efetividade da Governança de TIC está relacionada com o objetivo principal da Governança de TIC, identificado anteriormente.

O Quadro 4 apresenta os mecanismos de Governança de TIC relevantes para a efetividade de Governança de TIC na visão dos gestores da organização. Foram considerados como relevantes para a efetividade da Governança de TIC os mecanismos citados por dois ou mais entrevistados.

Mecanismo	Vantagem principal
Comitê de estratégia de TI	Garante que a TI esteja na pauta da instituição e que as estratégias de médio e longo prazo de TI definidas estejam alinhadas as estratégias da organização para que possam agregar valor ao negócio.
Comitê de direção de TI	Garante a priorização dos investimentos de TI em alinhamento com as prioridades do negócio da instituição.
Agente de Governança de TI	A formalização da área evidencia para toda a organização o apoio da Alta Direção nas práticas de Governança de TIC; Promove as práticas de Governança de TIC na instituição e; Garante um alinhamento das práticas de TI com as recomendações dos órgãos de controle.
Planejamento Estratégico de TI	Formaliza que cada ação planejada de TI, para atender as necessidades das áreas, está alinhada aos objetivos estratégicos da organização.
Metodologias de governança / gerenciamento de projetos	Garante que os projetos de TI sejam gerenciados utilizando as melhores práticas adequadas à realidade da organização.
Gerentes de Contas de TI/ Negócio	Possibilita que as necessidades de negócios sejam identificadas de forma proativa e compreendida pela TI.
Liderança em TI	Difunde para todos na organização a visão da TI como área estratégica, possibilitando a implantação dos mecanismos de Governança de TIC na instituição com sucesso.

Quadro 4 – Mecanismos relevantes para a efetividade da Governança de TIC

As evidências, a partir dos três objetivos intermediários desta pesquisa, enseja o desenho do diagrama mostrado na Figura 1.

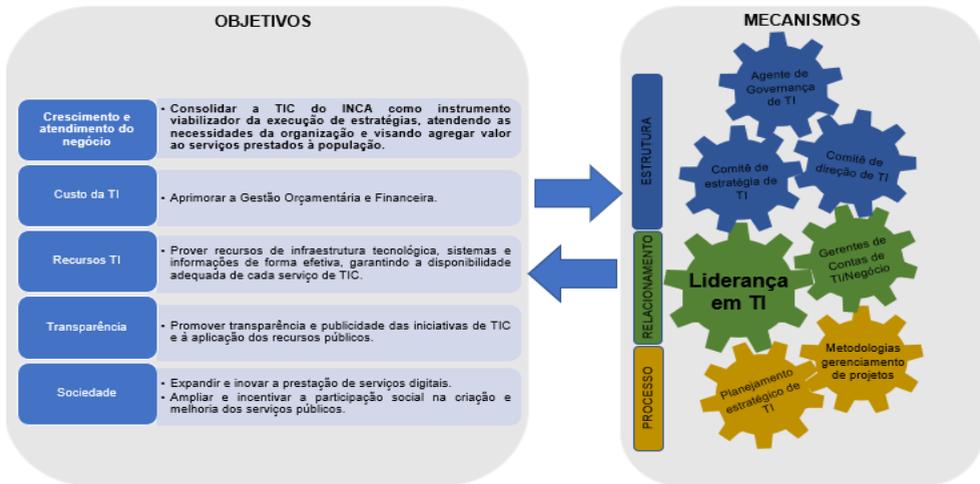


Figura 1 – Efetividade da Governança de TIC

## 5. Conclusões e Recomendações

Diversos podem ser os motivadores ou benefícios esperados na adoção de mecanismos de Governança de TIC em uma organização, contudo, os resultados das entrevistas demonstram que para se obter o sucesso na implementação destes mecanismos é necessária ter uma participação ativa da liderança de TI. A organização precisa ter uma liderança de TI com a consciência do impacto da TI na área de saúde.

A liderança de TI deve ter o poder na tomada de decisões de TI e acesso direto as todas as áreas da organização. Além disso, a liderança de TI deve ter o conhecimento e a consciência de que a TI pode melhorar os serviços de saúde prestados à população e os benefícios reais ao implementar uma Governança de TIC eficaz. Essa pessoa também deve ser o responsável por sensibilizar a Alta Direção da organização sobre o papel estratégico da TI e da importância da criação de uma estrutura formal de Governança de TIC e da criação de comitês em nível institucional; pela interação com os demais Diretores da organização, identificando necessidades e promovendo os projetos de TIC; e pelo engajamento e motivação da equipe para mudar o papel da TI na organização de saúde. É uma condição necessária o envolvimento efetivo da liderança de TI para alcançar uma Governança de TIC eficaz. Sem este envolvimento, dificilmente a Governança de TIC será implantada de modo eficaz nas organizações.

Por meio da análise das entrevistas, foram sugeridos os seguintes passos para a implementação da Governança de TIC em uma organização pública de saúde:

- a. Sensibilizar a Alta Direção da organização de saúde sobre o papel estratégico da TIC e da importância da criação de uma estrutura formal de Governança de TIC e da criação de comitês em nível institucional;

- b. Implementar uma área de Governança de TIC para gerenciar os processos de governança de TIC com aderência às recomendações dos órgãos de controle;
- c. Implementar um Comitê de Estratégia de TIC, com composição multidisciplinar de diferentes áreas da organização, para garantir o alinhamento das estratégias da TIC às necessidades de negócio e aos objetivos estratégicos da organização;
- d. Identificar as necessidades da organização através de profissionais que atuam como Gerentes de Contas, identificando as necessidades das áreas de negócio.
- e. Elaborar um Plano Estratégico de TIC com os objetivos, metas e ações, de médio a longo prazo, a ser discutido e aprovado pelo Comitê de Estratégia de TIC;
- f. Priorizar os projetos de TIC em relação as demandas de negócio e o orçamento da instituição, através de um Comitê de direção de TIC ou outra estrutura na organização que tenha essa função;
- g. Gerenciar os projetos de TIC, se utilizando de metodologias e ferramentas adequadas para cada equipe.

Como contribuição teórica, este estudo identificou e descreveu os mecanismos relevantes de uma organização da área de saúde pública, contribuindo com o aumento do conhecimento sobre Governança de TIC na área de saúde, onde os estudos são escassos, principalmente em organizações da área de saúde que são complexas e possuem características bem distintas das organizações de outros setores. Como contribuição prática, os resultados da pesquisa permitiram identificar sete passos relevantes para a implementação da Governança de TIC em uma organização pública de saúde que poderão auxiliar os gestores de órgãos Administração Pública Brasileira, que atuam na área da saúde, a redirecionar os seus esforços para a implantação de mecanismos relevantes para a efetividade da Governança de TIC. De acordo com os resultados deste trabalho, sugerimos a seguinte questão que pode ser explorada em pesquisa futura: identificar quais comportamentos da liderança de TIC engajam os colaboradores de TIC a alcançar uma Governança de TIC efetiva em organizações de saúde pública.

## Referências

- ALI, S.; GREEN, P. Effective information technology (IT) governance mechanisms: An IT outsourcing perspective. *Information Systems Frontiers*, v. 14, n. 2, p. 179–193, 19 abr. 2012.
- BERATARBIDE, E.; KELSEY, T. eHealth Governance in Scotland: A Cross-Sectoral and Cross-National Comparison. In: *eHealth: Legal, Ethical and Governance Challenges*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013.
- BERMEJO, P. H. DE S.; TONELLI, A. O.; ZAMBALDE, A. L. Developing IT Governance in Brazilian Public Organizations. *International Business Research*, v. 7, n. 3, 24 fev. 2014.
- BIANCHI, I. S. et al. Baseline mechanisms for it governance at universities. *Proceedings of the 25th European Conference on Information Systems, ECIS 2017*, v. 2017, p. 1551–1567, 2017.

- BOWEN, P. L.; CHEUNG, M. Y. D.; ROHDE, F. H. Enhancing IT governance practices: A model and case study of an organization's efforts. *International Journal of Accounting Information Systems*, v. 8, n. 3, p. 191–221, 2007.
- BRASIL. *Levantamento de Governança Pública Organizacional de 2017 / 18*. Brasília: TCU, 2018b. Disponível em: <<https://portal.tcu.gov.br/governanca/governanca-de-ti/normas-e-referencias-internas/>>. Acesso em: 15 out. 2019.
- CRESWELL, J. W. *Projeto de pesquisa: Métodos qualitativo, quantitativo e misto*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- DE HAES, S.; VAN GREMBERGEN, W. *Enterprise Governance of Information Technology*. Boston, MA: Springer US, 2009a.
- DE HAES, S.; VAN GREMBERGEN, W. An Exploratory Study into IT Governance Implementations and its Impact on Business/IT Alignment. *Information Systems Management*, v. 26, n. 2, p. 123–137, 2009b.
- DE HAES, S.; VAN GREMBERGEN, W. *Enterprise Governance of Information Technology*. Cham: Springer International Publishing, 2015.
- FERGUSON, C. et al. Determinants of Effective Information Technology Governance. *International Journal of Auditing*, v. 17, n. 1, p. 75–99, 2013.
- GONCALVES, A. A.; MARTINS, C. H. F.; DE CASTRO SILVA, S. L. F.; CHENG, C.; SANTOS, R. L. S.; DE OLIVEIRA, S. B. A Governança de Tecnologia da Informação e Comunicação em Organizações de Saúde Pública: Estudo de Caso do Instituto Nacional de Câncer. *RISTI*, v. 1, p. 231–243, 2019.
- GUARDA, G. F.; OLIVEIRA, E. C.; SOUSA JÚNIOR, R. T. DE. Analysis of IT outsourcing contracts at the TCU (Federal Court of Accounts) and of the legislation that governs these contracts in the Brazilian Federal Public administration. *Journal of Information Systems and Technology Management*, v. 12, n. 1, p. 81–106, 2015.
- HUANG, R.; ZMUD, R. W.; PRICE, R. L. Influencing the effectiveness of IT governance practices through steering committees and communication policies. *European Journal of Information Systems*, v. 19, n. 3, p. 288–302, 2010.
- ITGI. IT GOVERNANCE INSTITUTE. *COBIT 4.1*. IL: Rolling Meadows, 2007.
- LAGSTEN, J.; NORDSTRÖM, M. Conflicting Institutional Logics in Healthcare Organisations: Implications for IT Governance. In: *Information Technology Governance in Public Organizations - Theory and Practice*. Londres: Springer International Publishing, 2017.
- LEROUGE, C.; MANTZANA, V.; WILSON, E. V. Healthcare information systems research, revelations and visions. *European Journal of Information Systems*, v. 16, n. 6, p. 669–671, 2007.

- LIANG, T. P. et al. The impact of IT governance on organizational performance. *17th Americas Conference on Information Systems 2011, AMCIS 2011*, v. 3, p. 2388–2396, 2011.
- LUCIANO, E. M. et al. Discussing and Conceiving an Information and Technology Governance Model in Public Organizations. In: *Information Technology Governance in Public Organizations - Theory and Practice*. Londres: Springer International Publishing, 2017.
- LUCIANO, E. M.; MACADAR, M. A. Governança de TIC em organizações públicas. *TIC Governo Eletrônico 2015*, n. 10, p. 55–63, 2016.
- LUNARDI, G. L. et al. The impact of adopting IT governance on financial performance: An empirical analysis among Brazilian firms. *International Journal of Accounting Information Systems*, v. 15, n. 1, p. 66–81, mar. 2014.
- MENDONÇA, C. M. C. DE et al. Governança de tecnologia da informação: um estudo do processo decisório em organizações públicas e privadas. *Revista de Administração Pública*, v. 47, n. 2, p. 443–468, 2013.
- PEREIRA, R.; MIRA DA SILVA, M.; LAPÃO, L. V. Business/IT Alignment through IT Governance Patterns in Portuguese Healthcare. *International Journal of IT/Business Alignment and Governance*, v. 5, n. 1, p. 1–15, 2014.
- PETERSON, R. R. *Information governance: an empirical investigation into the differentiation and integration of strategic decision-making for IT*. The Netherlands: Tilburg University, 2001b.
- PIRES, S. R.; SCHIAVON, M.; LIMA, H. G. F. DE. *Construindo estruturas organizacionais de TI para a otimização da prática da governança de TI*. Proceedings of the 7th Contecsi: International Conference on Information Systems and Technology Management. *Anais...2010*
- SILVA, B. A. M.; MORAES, G. H. S. M. Influência dos direcionadores do uso da TI na governança de TI. *Revista Brasileira de Gestao de Negocios*, v. 13, n. 38, p. 41–60, 2011.
- VAN GREMBERGEN, W.; DE HAES, S. *Implementing Information Technology Governance*. New York: IGI Global, 2008.
- VAN GREMBERGEN, W.; DE HAES, S.; GULDENTOPS, E. Control and governance maturity survey: establishing a reference benchmark and a self assessment tool. *Information systems control journal*, v. 6, p. 32–35, 2002.
- WEILL, P. Don't just lead, Govern : How top-performing firms govern. *MIS Quarterly*, v. 3, n. 1, p. 1–17, 2004.
- WEILL, P.; ROSS, J. *IT Governance: How Top Performers Manage IT Decision Rights for Superior Results*. Boston, MA, USA: Harvard Business School Press, 2004.

- WIEDENHOFT, G. C.; LUCIANO, E. M.; MAGNAGNAGNO, O. A. Information Technology Governance in Public Organizations: Identifying Mechanisms That Meet Its Goals While Respecting Principles. *Journal of Information Systems and Technology Management*, v. 14, n. 1, p. 69–87, 2017.
- WILKIN, C. L.; CAMPBELL, J. Corporate governance of IT: A case study in an Australian government department. *PACIS 2010 - 14th Pacific Asia Conference on Information Systems*, n. November 2015, p. 98–109, 2010.
- YIN, R. K. *Estudo de Caso - Planejamento e Métodos*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

# Visión Artificial con Realidad Aumentada para el Desplazamiento de Personas con Discapacidad Visual: Una Revisión Sistemática de la Literatura

José Castro-Espichan<sup>1</sup>, Jean Espinoza-Flores<sup>1</sup>, José Niño Montero<sup>2</sup>,  
Javier Gamboa-Cruzado<sup>3</sup>, Dulio Oseda Gago<sup>4</sup>, Ruth Mendivel Gerónimo<sup>4</sup>

alonso.castro.9629@gmail.com; jeanmarcoe2@gmail.com; jninom@unmsm.edu.pe;  
jgamboa65@hotmail.com; dosedag@unmsm.edu.pe; rmendivelg@unmsm.edu.pe

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas, Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú.

<sup>2</sup> Facultad de Medicina, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

<sup>3</sup> Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

<sup>4</sup> Facultad de Educación, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

**Pages: 346-357**

**Resumen:** Las personas con discapacidad tienen dificultades en el desplazamiento y las actividades cotidianas. Esta investigación presenta una revisión sistemática de la literatura del uso de la visión artificial con realidad aumentada para dar soporte al desplazamiento de personas con discapacidad visual. Se exploraron 92 artículos publicados en los últimos 5 años sobre soluciones para el desplazamiento de personas con discapacidad visual usando las tecnologías mencionadas. A partir de los resultados obtenidos en esta revisión, quedó claro que la tecnología más usada como solución en el desarrollo de visión artificial son los sensores. De igual manera, se identificó que los principales criterios del impacto de la visión artificial considerados en la elaboración de los sistemas de solución son la navegación, orientación, encuestas de satisfacción y objetos identificados. Por último, se dan una serie de recomendaciones que pueden ser consideradas en el desarrollo de futuros artículos sobre este tema.

**Palabras-clave:** Realidad aumentada, visión artificial, discapacidad visual, detección de obstáculos, navegación con visión artificial.

## *Computer Vision with Augmented Reality for the Movement of People with Visual Impairment: A Systematic Literature Review*

**Abstract:** People with disabilities have difficulties in movement and daily activities. This research presents a systematic literature review of the use of computer vision with augmented reality to support the displacement of people with visual impairment. Ninety-two articles published in the last 5 years on solutions for the displacement of visually impaired people using the mentioned technologies

were explored. From the results obtained in this review, it was clear that the most used technology as a solution in the development of computer vision are sensors. Similarly, it was identified that the main criteria for the impact of computer vision considered in the development of solution systems are navigation, orientation, satisfaction surveys and identified objects. Finally, a series of recommendations are given that can be considered in the development of future articles on this topic.

**Keywords:** Augmented reality, computer vision, visual impairment, obstacle detection, navigation with machine vision.

## 1. Introducción

El desplazamiento es una parte esencial en la vida de todas las personas. Las personas se desplazan por trabajo, educación, compras y otras razones diversas. Una persona con discapacidad visual no puede desplazarse de un lugar a otro si no cuenta con una ayuda externa de un perro guía o de otra persona, por lo cual es muy dependiente de la ayuda de alguien para poder desplazarse y más aún cuando es a un lugar desconocido por la persona. Así mismo existe el riesgo de que al desplazarse por sus propios medios pueda tener un accidente. Las estadísticas de la Organización Mundial de la Salud (OMS) muestra que aproximadamente 2.200 millones de personas viven con algunas formas de discapacidad visual a nivel mundial. Las investigaciones sugieren que las tecnologías de asistencia como la realidad aumentada, están jugando cada vez roles más importantes en la vida de las personas con discapacidad, particularmente en el desplazamiento. Debido a los avances tecnológicos que sucedieron en el desarrollo de la visión artificial, han aparecido nuevos dispositivos con la capacidad computacional y otras nuevas capacidades que se están investigando, también proporcionan varias posibilidades en el desarrollo de sistemas de desplazamiento y ayudas tecnológicas.

La investigación sobre ayudas al desplazamiento de personas ciegas o con discapacidad visual es bastante extensa. Puede deberse a que su alcance se extiende desde los factores fisiológicos asociados a la pérdida de visión hasta los factores humanos que influyen en la movilidad, orientación y acceso a la información y también a los aspectos tecnológicos en el desarrollo de herramientas y técnicas en forma de desplazamiento, orientación, acceso a la información, interacción, etc. La contribución de este artículo de revisión es una presentación sistemática de la literatura de varias soluciones de desplazamiento utilizadas (o propuestas para) las personas con discapacidad visual. En esta revisión se ha realizado una revisión detallada de las técnicas para identificar las brechas de investigación existentes en la literatura. Esta revisión está organizada de la siguiente manera. La sección 2 contiene los antecedentes y trabajos relacionados. Igualmente, la sección 3 detalla el método de revisión utilizado. También, la sección 4 presenta los resultados y discusiones de la revisión sistemática. Finalmente, la sección 5 presenta las conclusiones y futuras investigaciones.

## 2. Background y Trabajos Relacionados

Se entiende por visión artificial, también conocida como visión por computadora o visión técnica, como una disciplina científica que incluye métodos para adquirir, procesar, analizar y comprender las imágenes del mundo real con el fin de producir información numérica o simbólica para que puedan ser tratados por un ordenador.

A la fecha los investigadores han dedicado varios esfuerzos en el estudio del desarrollo de la visión artificial para el desplazamiento de personas con discapacidad visual. B. (Kuriakose, Shrestha, & Sandnes, 2020) realizaron un estudio sobre las herramientas y tecnologías para el soporte de desplazamiento para personas ciegas y con discapacidad visual. En el artículo (Zhao et al., 2019) se hizo uso de una de estas herramientas, SeeingVR. Cuando los avances tecnológicos se utilizan en el diseño de productos de uso diario, la gente comenzó a hacer uso de esa ventaja también en las herramientas de asistencia. La tecnología asistencial se ocupa de las tecnologías, equipos, dispositivos, aparatos, servicios, sistemas, procesos y modificaciones ambientales que les permitan superar diversas barreras físicas, sociales, de infraestructura y de accesibilidad a la independencia y vivir vidas activas, productivas e independientes como miembros iguales de la sociedad.

(Budrionis, Plikynas, Daniušis, & Indrulionis, 2020) realizaron un estudio sobre las ayudas de viaje de visión por computadora basadas en teléfonos inteligentes. Varios estudios (Theodorou & Meliones, 2020), (Viluckiene, 2018), (Fernandes, Costa, Filipe, Paredes, & Barroso, 2019) hicieron uso de esta tecnología para el desarrollo de la visión artificial. Los avances recientes en la visión por computadora y los dispositivos de teléfonos inteligentes abren nuevas oportunidades, que deberían motivar a la comunidad académica a encontrar soluciones novedosas que combinen estas tecnologías en evolución para mejorar la movilidad y la calidad de vida general de las personas con VI (discapacidad visual). El creciente número observado de personas con IV con bajos ingresos impulsa el desarrollo de dispositivos de asistencia considerablemente más baratos.

Esto se puede lograr empleando teléfonos inteligentes ampliamente disponibles como dispositivos móviles multifuncionales y multisensoriales.

La falta de conjuntos de datos de referencia ralentiza la adopción de los algoritmos de visión por computadora de última generación y obstaculiza la comparación objetiva y la evaluación de las soluciones desarrolladas.

(Nawaz, Khan, & Bashir, 2020) Investigaron sobre los enfoques de selección de rutas y desplazamiento hacia una movilidad asistida de personas con discapacidad visual. Analizaron las obras existentes e identificaron los desafíos de la selección de caminos, conciencia del contexto, detección / identificación de obstáculos e integración de información visual y no visual asociada a la movilidad asistida en tiempo real. Los autores destacan el estado actual de la tecnología y los sistemas de desplazamiento disponibles desde cinco aspectos diferentes que incluyen la recopilación de datos, la gestión de datos y los estándares abiertos, las necesidades y habilidades de modelado, los mapas y aplicaciones accesibles y los servicios centrados en el usuario.

(Plikynas, 2020) realizó una breve revisión de la instrumentación tecnológica de navegación para ciegos. Estos autores utilizaron el método de elementos de informes preferidos para revisiones sistemáticas y metaanálisis (PRISMA) para evaluar y comparar los trabajos relacionados con la creación de prototipos de dispositivos de asistencia para personas ciegas y con discapacidad visual.

### 3. Método de Revisión

Según lo señalado por (Kitchenham & Charters, 2007), el método de la revisión se ha elaborado para la revisión sistemática de la literatura. Se realizó la revisión en distintas etapas: las preguntas de investigación, las fuentes de datos, el procedimiento de búsqueda, criterios de exclusión, evaluación de la calidad, extracción de datos y síntesis de datos.

#### 3.1. Problemas de Investigación

Para poder decidir las estrategias de búsqueda, extracción y análisis de datos, las preguntas de investigación tienen un rol importante, por lo tanto, para el estudio están identificadas en la Tabla 1.

Problemas de investigación	Motivación
<i>RQ1: ¿Qué tecnologías se están utilizando para el desarrollo de visión artificial?</i>	Identificar las tecnologías que se están utilizando para el desarrollo de visión artificial
<i>RQ2: ¿En qué áreas se está aplicando mayormente la visión artificial?</i>	Identificar en que áreas se está aplicando mayormente la visión artificial
<i>RQ3: ¿Cuáles son las limitaciones que se encuentran al desarrollar la visión artificial?</i>	Identificar las limitaciones que se encuentran al desarrollar la visión artificial

Tabla 1 – Problemas de investigación y su Motivación

#### 3.2. Fuentes de búsqueda y Estrategias de búsqueda

Las fuentes de datos mencionadas incluyen bibliotecas electrónicas destacadas como: Taylor & Francis, ProQuest, Wiley Online Library, IEEE Xplore, Science Direct, ERIC, Microsoft Academic, Emerald, ACM Digital Library, Springer.

Como estrategia de búsqueda se utilizó palabras claves relevantes para nuestro estudio como variable independiente “visión artificial con realidad aumentada”, variable interviniente :Método/metodología/modelo” y como variable dependiente Desplazamiento de personas con discapacidad visual.

A continuación, en la Tabla 2 se muestran las ecuaciones de búsqueda genérica con su respectiva fuente haciendo uso de AND y OR.

Fuente	Ecuación de búsqueda genérica
<i>Taylor &amp; Francis</i>	[All: Artificial vision with augmented reality] AND [All: Displacement of people with impaired vision] AND [All: Method OR Methodology OR Model]
<i>ProQuest</i>	(Artificial vision with augmented reality) AND (Displacement of people with impaired vision) AND ((Model) OR (Method) OR (Methodology))
<i>Wiley Online Library</i>	“Artificial vision with augmented reality” anywhere and “displacement of people with impaired vision” anywhere and “Method/Methodology/Model” anywhere
<i>IEEE Xplore</i>	(((((“Full Text & Metadata”: Artificial vision with augmented reality) AND “Full Text & Metadata”: Displacement of people with impaired vision) AND “Full Text & Metadata”: Method) OR “Full Text & Metadata”: Methodology) OR “Full Text & Metadata”: Model)
<i>Science Direct</i>	(“artificial vision with augmented reality” and “displacement of people with impaired vision” and (“Method/Methodology/Model”))

Fuente	Ecuación de búsqueda genérica
<i>ERIC</i>	(artificial vision with augmented reality) AND (displacement of people with impaired vision) AND (Method/Methodology/Model)
<i>Microsoft Academic</i>	artificial vision with augmented reality AND displacement of people with impaired vision AND (Method/Methodology/Model)
<i>Emerald</i>	artificial vision with augmented reality AND (displacement of people with impaired vision) OR (Method) OR (Methodology) OR (Model)
<i>ACM digital library</i>	[All: artificial vision with augmented reality] AND [All: displacement of people with impaired vision] AND [All: Method/Methodology/Model]
<i>Springer</i>	artificial vision with augmented reality AND (displacement of people with impaired vision) AND (Method/Methodology/Model)

Tabla 2 – Fuentes con su respectiva ecuación de búsqueda

### 3.3. Criterios de Selección

Para evaluar con precisión la calidad de la literatura disponible se ha utilizado los siguientes criterios de exclusión:

CE1: No son artículos.

CE2: Los artículos no tienen una antigüedad menor a 5 años.

CE3: Los artículos no están escritos en idioma inglés.

CE4: Los artículos no están relacionados al tema.

CE5: Los títulos y keywords de los artículos no son muy adecuados.

CE6: El abstract de los artículos no es muy relevante.

### 3.4. Selección de Estudios

La estrategia de selección fue dada mediante el uso de filtros que están conformados por criterios. Dando como resultado un total de 92 artículos como se detalla en la Figura 1.

### 3.5. Evaluación de Calidad

Cada uno de los 92 artículos que quedaron después de los criterios de selección fueron evaluados de forma independiente utilizando los siguientes criterios:

QA1: ¿El propósito de la investigación está claramente explicado?

QA2: ¿La metodología de la investigación está claramente explicada?

QA3: ¿Los hallazgos de la investigación están claramente explicados?

QA4: ¿El documento está bien organizado?

QA5: ¿Los objetivos de investigación se identifican claramente en el documento?

QA6: ¿El área específica del tema utilizada está claramente definida?

QA7: ¿La investigación considera personas con discapacidad visual?

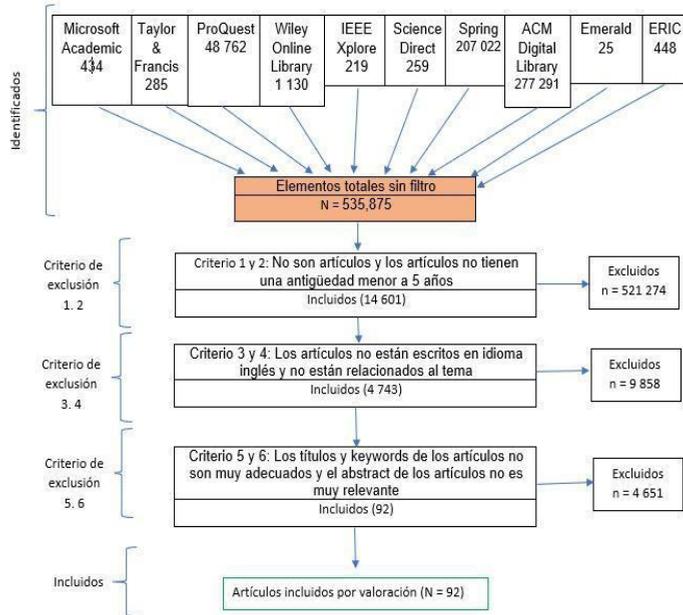


Figura 1 – Aplicación de criterios de exclusión

Estos criterios tienen como finalidad evaluar y determinar si los artículos podrían hacer una valiosa contribución a la revisión. Al término de esta evaluación se determinó que los 92 artículos cumplen con los criterios de calidad.

### 3.6. Estrategias de Extracción de Datos

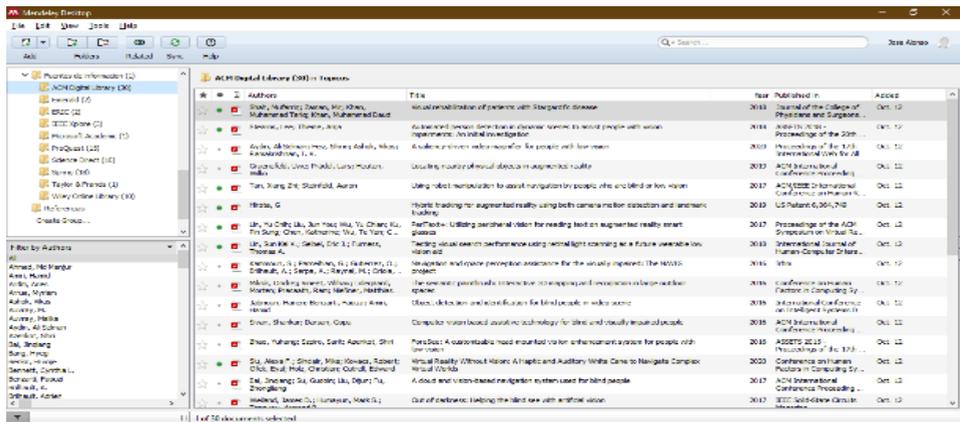


Figura 2 – Reportes de Mendeley

Durante esta etapa, se extrajeron los datos de cada uno de los 92 artículos incluidos en esta revisión sistemática de acuerdo a 16 propiedades importantes de los datos. Las 16 propiedades consideradas en la extracción son: Fuente, Año, País, Número de Páginas, Idioma, Tipo de publicación, Metodología de la Investigación, Autores, Filiación de autores, Número de Citas, Resumen, Palabras Clave, Detalles, Tamaño de muestra, Respuestas a los problemas de investigación, etc.

Para esta revisión sistemática de la literatura se utilizó como herramienta para organizar los artículos Mendeley como se muestra en la Figura 2.

## 4. Resultados y Discusión

### 4.1. Overview

El proceso de selección de estudios resultó en 92 artículos seleccionados para la extracción y análisis de datos. El 32.6% (30 artículos) de los artículos seleccionados fueron publicados en ACM Digital Library, convirtiéndose en nuestra principal fuente de información en la elaboración de la revisión.



Figura 3 – Nube de palabras de los títulos por artículo

La Figura 3 muestra una nube de palabras que ayuda a conocer los términos más empleados en los títulos de los artículos utilizados en la revisión, al tratarse de una nube de palabras sobre los títulos no es necesario evitar las stop words, en los más notables están “impaired”, “vision”, “augmented” y “reality” las cuales formaban parte de las ecuaciones de búsqueda.

### 4.2. Respuesta a las preguntas de investigación

Esta sección presenta la síntesis de los hallazgos de esta revisión organizada según las tres preguntas de investigación.

*RQ1: Tecnologías utilizadas para el desarrollo de visión artificial*

En la tabla 3 se presenta las tecnologías usadas para el desarrollo de la visión artificial, en las cuales se encuentra la realidad aumentada, la realidad virtual, sensores, visión por computadora y celulares inteligentes con sus respectivos artículos donde son usados y citados.

Tecnologías para visión artificial	Cant. (%)
Sensors	46 (31.94)
Augmented reality	35 (24.3)
Computer vision	35 (24.30)
Virtual reality	25 (17.36)
Smartphones	3 (2.08)

Tabla 3 – Tecnologías para el desarrollo de la visión artificial

En esta sección, se presentan las tecnologías usadas para el desarrollo de la visión artificial. La tecnología más utilizada fue el uso de los sensores, esto debido a que es más fácil utilizar esta tecnología para reconocer objetos u obstáculos cercanos al desplazarse, además es una tecnología que se utiliza con un fin similar en otros ámbitos y gracias a esto es una tecnología que lleva años de investigación y desarrollo a comparación de las otras tecnologías. En segundo lugar, está la realidad aumentada, la cual está innovando por completo muchos campos como por ejemplo en la educación, y se están llevando a cabo más investigaciones para identificar los impactos potenciales que esta tecnología emergente tiene en la enseñanza y el aprendizaje, especialmente para los estudiantes con discapacidades (Lannan, 2019). Así mismo, se utiliza para la detección de obstáculos u objetos al desplazarse (Liu, Stiles, & Meister, 2018). También se utilizó visión por computadora y esta es una de las tecnologías más completas ya que ayuda en la navegación tanto en interiores como exteriores, realizar actividades diarias y la detección de objetos (Sivan & Darsan, 2016). Además, otra tecnología que se utilizó es la realidad virtual, el uso de esta tecnología en un dispositivo de fácil utilización y puede recrear el entorno de prueba idéntico para sujetos ciegos en laboratorios de todo el mundo, lo que permite comparaciones cuantitativas de rendimiento incluso con dispositivos protésicos implantados (Liu, Stiles, & Meister, 2018). Esta tecnología ayuda a las personas con necesidades especiales en el aprendizaje y la rehabilitación (Stearns, Findlater, & Froehlich, 2018). La realidad virtual permite al usuario recibir retroalimentación inmediata, fomenta la actividad autodirigida y puede proporcionar un entorno seguro en el que practicar habilidades que pueden conllevar demasiados riesgos en el mundo real (Lahav, et al., 2018). Finalmente, se utilizaron smartphones esto debido a que estos dispositivos son de fácil uso, portables y no tan caros, es por esto que son una alternativa muy viable. Un punto negativo tanto en la realidad aumentada y la realidad virtual es que son nuevas tecnologías por lo cual aún no se utiliza el máximo del potencial de estas tecnologías.

#### *RQ2: Áreas de aplicación de la visión artificial*

En la tabla 4 se presentan las áreas de aplicación de la visión artificial, es decir de qué manera ayuda a la persona con discapacidad visual, como por ejemplo ayudas de detección de objetos, ayudas de viajes, y ayuda de orientación electrónicas.

Áreas de aplicación de la visión artificial	Cant. (%)
<i>Object detection</i>	15 (51.72)
<i>Travel aids</i>	11 (37.39)
<i>Electronic orientation aids</i>	3 (11.11)

Tabla 4 – Tecnologías para el desarrollo de la visión artificial

En esta sección, se discute las áreas de aplicación de la visión artificial. Desde el punto de vista técnico, esta funcionalidad se obtiene a menudo abordando problemas de clasificación de imágenes. Se consideran tres áreas de aplicación de la visión artificial. El primero es las ayudas de detección de objetos electrónicos. Es un proceso cognitivo natural para las personas videntes el detectar e identificar inherentemente varios tipos de objetos durante la navegación sin ninguna ayuda. Se vuelve un desafío para una persona con discapacidad visual utilizar otros sentidos y la información disponible sobre los alrededores para detectar e identificar objetos con capacidades limitadas. Los métodos de visión por realidad aumentada y visión por computadoras tienen el potencial de brindar asistencia y resolver estos problemas hasta cierto punto (Sivan & Darsan, 2016) (Gruenefeld, Prädell, & Heuten, 2019). El segundo es la ayuda de viajes electrónicos, un problema de navegación clásico que implica el movimiento de una persona de un punto a otro con una guía continua, ya sea giro a giro o en el nivel abstracto. Durante la navegación, el tiempo de respuesta es fundamental., ya que las personas con discapacidad visual pueden llegar a la intersección de carreteras (Akter, Islam, & Shin, 2019). Existen diferentes requisitos para la navegación en ambientes interiores y exteriores. El GPS es uno de los medios más frecuentes para adquirir información de ubicación en un entorno exterior (Bai, Su, Liu, & Fu, 2017). Sin embargo, se pudo llegar a la conclusión que la precisión de la ubicación adquirida sigue siendo un tema abierto para los investigadores. Por último, se tiene la ayuda de orientación electrónica, las habilidades de orientación y movilidad adquiridas por los usuarios con discapacidad visual ayudan a desarrollar las competencias necesarias para la navegación segura y eficiente (Jabnoun, Benzarti, & Amiri, 2016). La orientación se refiere a la capacidad de conocer la ubicación actual y el destino al que la persona pretende viajar.

*RQ3: Limitaciones al desarrollar la visión artificial*

Para el desarrollo de la visión artificial se presentan diversas limitaciones tanto como para desarrollarlo o para mejorar uno existente, en la tabla 5 se muestran algunas de estas limitaciones como, por ejemplo, el GPS no puede usarse en interiores, no se logran reconocer algunos objetos, el uso del dispositivo no te permite usar las manos o es muy pesado o incómodo para el usuario.

Limitaciones	Cant. (%)
<i>GPS</i>	31 (46.26%)
<i>Object recognition</i>	24 (35.82%)
<i>Depth camera</i>	10 (14.92%)
<i>Hands free</i>	2 (2.98%)

Tabla 5 – Tecnologías para el desarrollo de la visión artificial

Tanto como en (Budrionis, Plikynas, Daniušis, & Indrulionis, 2020) y (Kuriakose, Shrestha, & Sandnes, 2020) se encuentran diversas limitaciones en el desarrollo de la visión artificial entre las más relevantes se encuentran el uso del GPS debido a que en interiores no tiene un óptimo funcionamiento, por lo tanto, se utilizan otras medidas, es decir, es reemplazado por otras soluciones, como el uso de la realidad virtual o la realidad aumentada las cuales son tecnologías emergentes que tienen un mejor desempeño en interiores. Además, el reconocimiento de objetos es uno de los puntos más complicados a solucionar ya que se utilizan tecnologías como IA o sensores, pero es complicado diferenciar objetos por su forma, tamaño y otras características. Asimismo, una limitante que se encontró es que algunos artículos utilizan la cámara de profundidad la cual consiste en una cámara especial para mejorar la detección de objetos, pero al ser una tecnología nueva aún es muy caro desarrollar soluciones utilizándolo, y aun no se ha investigado lo suficiente para tener el máximo de su rendimiento. Finalmente, la libertad del uso de las manos y dispositivo pesado o incómodo para el usuario debido a que al tratarse de tecnologías nuevas aún no se han encontrado soluciones a esto puesto que primero se enfocan a que logren su cometido, es decir, ayudar al desplazamiento, detección de objetos, orientación en entornos nuevos, etc. Es por esto que estas limitaciones aún siguen presentes ya que no es el foco de las investigaciones y desarrollos.

En caso de que un dispositivo logre estas características se podrá disminuir el tamaño, el peso y se logrará un mejor manejo del dispositivo.

## 5. Conclusiones

En conclusión, este estudio ofrece un análisis exhaustivo sobre la visión artificial con realidad aumentada para el desplazamiento de personas con discapacidad visual mediante la extracción de información de 92 artículos científicos que fueron publicados entre los años 2015 y 2020, los cuales fueron artículos en inglés en su totalidad. La importancia de este tema se basa en la gran cantidad de personas con discapacidad visual en el mundo, teniendo en cuenta este aspecto los hallazgos en esta revisión muestran un enfoque de la comunidad científica en todo el mundo en el desarrollo de ayudas para el desplazamiento de personas con discapacidad visual, siendo los Estados Unidos y el Reino Unido los países con mayores investigaciones respecto a este tema. Los principales aspectos revisados y analizados fueron las tecnologías que están siendo utilizadas para el desarrollo de visión artificial, siendo la realidad aumentada la tecnología más usada por los científicos debido a los mejores resultados obtenidos en las evaluaciones dadas. Otros aspectos son los criterios para medir el impacto de la implementación de la visión artificial y en qué áreas se están aplicando mayormente. Estos aspectos fueron considerados por su grado de importancia en la eficiencia de los sistemas para ayudar a la navegación de las personas con discapacidad visual. Se espera que los resultados obtenidos en este estudio sean de gran ayuda para otros investigadores en sus futuras investigaciones respecto a este tema o ahondar en temas más específicos tratados en este estudio.

Los resultados de este estudio mostraron que varias de las soluciones dadas para apoyar en el desplazamiento de personas con discapacidad visual tienen muchas limitaciones asociadas con la comodidad y portabilidad, el aprendizaje por parte del usuario para saber utilizar el sistema, el tiempo de adaptación del sistema, etc. Estas limitaciones

pueden ser las razones por las cuales este estudio no tiene mucha popularidad en la comunidad científica y con discapacidad visual. Se recomienda a los futuros autores que realicen investigaciones respecto a este tema que se enfoquen más en estos aspectos que son importantes para los usuarios con discapacidad visual.

## Referencias

- Akter, A., Islam, A., & Shin, S. Y. (2019). "Mobile edge computing based mixed reality application for the assistance of blind and visually impaired people," , pp. , , doi: 10.1109/ICoICT.2019.8835341. 2019 7th Int. Conf. Inf. Commun. Technol. ICoICT 2019, (pp. 1–5).
- Bai, J., Su, G., Liu, D., & Fu, Z. (2017). A cloud and vision-based navigation system used for blind people. *ACM Int. Conf. Proceeding Ser. ACM*. doi:10.1145/3080845.3080867
- Budrionis, A., Plikynas, D., Daniušis, P., & Indrulionis, A. (2020). Smartphone-based computer vision travelling aids for blind and visually impaired individuals: A systematic review. *Assistive Technology*. doi:10.1080/10400435.2020.1743381
- Fernandes, H., Costa, P., Filipe, V., Paredes, H., & Barroso, J. (2019). Assistive spatial orientation and navigation technologies for the visually impaired. *Univers. Access Inf. Soc.*, 155–168. doi:10.1007/s10209-017-0570-8.
- Gruenefeld, U., Prädél, L., & Heuten, W. (2019). Locating nearby physical objects in augmented reality. *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.* doi:10.1145/3365610.3365620
- Jabnoun, H., Benzarti, F., & Amiri, H. (2016). Object detection and identification for blind people in video scene. *Int. Conf. Intell. Syst. Des. Appl. ISDA*, (pp. 363–367). doi:10.1109/ISDA.2015.7489256.
- Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). Guidelines for performing Systematic Literature reviews in Software Engineering Version 2.3. *Engineering*, 45, 1051.
- Kuriakose, B., Shrestha, R., & Sandnes, F. (2020). Tools and Technologies for Blind and Visually Impaired Navigation Support: A Review. *IETE Technical Review*. doi:10.1080/02564602.2020.1819893
- Lahav, O., Gedalevitz, H., Battersby, S., Brown, D., Evett, L., & Merritt, P. (2018). Virtual environment navigation with look-around mode to explore new real spaces by people who are blind. *Disabil. Rehabil.*, 40, 1072–1084. doi:10.1080/0963
- Lannan, A. (2019). A virtual assistant on campus for blind and low vision students. *J. Spec. Educ. Apprenticesh.*, 8. Retrieved from <https://scholarworks.lib.csusb.edu/joseaAvailableat:https://scholarworks.lib.csusb.edu/josea/vol8/iss2/3>
- Liu, Y., Stiles, N. R., & Meister, M. (2018). Augmented reality powers a cognitive assistant for the blind. *Elife*, 7, 1–18. doi:10.7554/eLife.37841.
- Nawaz, W., Khan, K., & Bashir, K. (2020). A review on path selection and navigation approaches towards an assisted mobility of visually impaired people. *KSII Trans. Internet Inf. Syst.*, 3270-3294. doi:10.3837/tiis.2020.08.007

- Plikynas, D. (2020). Navigation for Blind People : Technological Instrumentation. 22-32.
- Sivan, S., & Darsan, G. (2016). Computer vision based assistive technology for blind and visually impaired people. ACM International Conference Proceeding. ACM. doi:10.1145/2967878.2967923
- Stearns, L., Findlater, L., & Froehlich, J. E. (2018). Design of an augmented reality magnification aid for low vision users. ASSETS2018-Proc. 20th Int. ACM SIGACCESS Conf. Comput. Access. (pp. 28–39). ACM. doi:10.1145/3234695.3236361
- Theodorou, P., & Meliones, A. (2020). Towards a Training Framework for Improved Assistive Mobile App Acceptance and Use Rates by Blind and Visually Impaired People. Education Sciences, 58. doi:10.3390/educsci10030058
- Viluckiene, J. (2018). Cost of Vision Problems: The Economic Burden of Vision Loss and Eye Disorders in the U.S. Prevent Blindness America. Int. J. Environ. Res. Public Health, 453–459.
- Zhao, Y., Cutrell, E., Holz, C., Ringel Morris, M., Ofek, E., & Wilson, A. (2019). Demonstration of SeeingVR: A Set of Tools to Make Virtual Reality More Accessible to People with Low Vision. 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '19) (pp. 1–4). New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. doi:10.1145/3290607.3313263

# A Confiabilidade dos Aplicativos de SmartPhones Voltados a Gestão Remota da Saúde na Conjuntura da COVID-19

Nina Braga Cavalcanti de Albuquerque<sup>1</sup>, Lúcio Camilo Oliva Pereira<sup>1</sup>,  
Sandra Regina Freitas da Silva Morgado de Gois<sup>1</sup>, Francisco Santos Sabbadini<sup>2</sup>,  
Antônio Augusto Gonçalves<sup>1</sup>, Ettore de Carvalho Oriol<sup>1</sup>, Rodrigo de Souza Valle<sup>1</sup>

nina.braga@gmail.com; luciocamilo@gmail.com; sandra.gois@estacio.br;  
sabbadini01@yahoo.com.br; augusto@inca.gov.br; etторе.oriol@gmail.com;  
rodvalle@gmail.com

<sup>1</sup> Universidade Estácio de Sá – Programa de Mestrado Profissional - MADE/UNESA

<sup>2</sup> Universidade Estadual do Rio de Janeiro – UERJ

**Pages: 358-371**

**Resumo:** Os desdobramentos pela Crise Mundial da Covid 19 impactaram de forma direta Organizações de saúde em todo o mundo, alavancando inovações de caráter tecnológico voltadas aos atendimentos e monitoramento médico remoto, sendo importantes instrumentos de gestão da crise. O presente estudo postula determinar a existência de relação causal entre o grau de instrução e a confiança dos usuários nos aplicativos de saúde de smartphones no contexto da Covid 19. A partir da triangulação dos dados primários, da revisão da literatura e do levantamento de dados estatísticos secundários, foi possível perceber que não existe relação positiva entre o grau de instrução dos usuários de smartphones e a confiabilidade imposta nas soluções mobiles disponibilizadas por Órgãos Públicos e privados, além dos dispositivos colaborativos, o que caracteriza a potencialidade e acessibilidade deste instrumento para a gestão remota da saúde em tempos de restrições sanitárias de contato social.

**Palavras-chave:** Aplicativos de Smartphones; Monitoramento Remoto de Saúde; Confiabilidade; Gestão de Crise.

## *The Reliability os SmartPhone Applications for Remote Health Management in the Context of COVID-19*

**Abstract:** The unfolding of the Covid 19 Global Crisis directly impacted healthcare organizations around the world, leveraging technological innovations focused on care and remote medical monitoring, being important tools for crisis management. This study aims to determine the existence of a causal relationship between the level of education and users' trust in smartphone health applications in the context of Covid 19. From the triangulation of primary data, the literature review, and the survey of secondary statistical data, it was possible to realize that there is no positive relationship between the level of education of smartphone users and the reliability

imposed on mobile solutions made available by public and private agencies, as well as collaborative devices, which encourages the characterization of the potentiality and accessibility of this instrument for remote health management in times of sanitary restrictions on social contact.

**Keywords:** Smartphone Applications; Remote Health Monitoring; Reliability; Crisis Management.

## 1. Introdução

A crise na saúde mundial causada pela propagação pandêmica do vírus da Covid 19 vem marcando a humanidade de forma devastadora, produzindo desafios no gerenciamento de um cenário hostil e intimidador. A área da saúde, pela própria natureza sanitária da crise, foi a mais afetada e a que demandou esforços titânicos para a produção de inovações e avanços capazes de, em um período de tempo recorde, poupar vidas e permitir o retorno das atividades econômicas e sociais da população mundial. O tempo de resposta das Organizações de Saúde Pública e Privadas pôde ser abreviado a partir da utilização de tecnologias de informação, em níveis genéricos e específicos, visando não só a ajuda humanitária como a continuidade de Organizações cujas estratégias voltaram-se à sobrevivência e adaptação às condições ambientais radicalmente transformadas e inóspitas. (IVANOV,2020).

Estudo realizado nos EUA ao longo da pandemia sobre a utilização de aplicativos de smartfone, esclarece que nove entre dez idosos foram monitorados por familiares ou agentes de saúde, a partir da utilização de seus celulares (Banskota et al, 2020). Levantamentos em diversas localidades corroboram com o estudo citado e apontaram a utilização de aplicativos de saúde em dispositivos móveis como alternativa adotada tanto por usuários como por Instituições Públicas e Privadas para o gerenciamento da saúde durante a pandemia (SILVA et al, 2020; MENDEZ JUNIOR, et al, 2011). Sob o ponto de vista da qualidade temos a questão da acessibilidade dos aplicativos ao público alvo do serviço prestado (STEINMAN et al, 2015).

Assim, entender o quanto é fácil utilizar o aplicativo de monitoramento ofertado é algo muito importante para entender a qualidade do serviço prestado. Essa afirmação nos aponta para uma lacuna importante na literatura acadêmica, “O grau de instrução dos usuários de aplicativos de celular voltados à saúde influencia a confiança depositada nos serviços ofertados?” Com o propósito de esclarecer objetivamente o questionamento que impulsionou esta pesquisa, utilizou-se como variável dependente a confiança dos usuários nos aplicativos de smartphones para saúde de origem pública, privada e colaborativa, à procura de entender se tais fatores impactavam no nível de confiança dos usuários. Outrossim, a hipótese principal na qual a pesquisa se ancora está no entendimento direcionado à relação causal diretamente proporcional entre a confiabilidade dos usuários de aplicativos de smartphones para saúde e o grau de instrução desses usuários.

O presente estudo, metodologicamente quantitativo, ancorou-se em uma abordagem dedutiva, utilizando como levantamento de dados primários uma pesquisa Survey com um “n” inicial de 71 pessoas, demandadas por meios eletrônicos, mais favoráveis ao contexto de isolamento social. Posteriormente, os dados primários foram tratados por meio de uma análise estatística cujos procedimentos foram detalhados em seção futura

deste, e triangulados com a referência bibliográfica revista e levantamentos netnográficos associados à dados estatísticos, como fonte de dados secundários.

Os resultados apontam que não existe relação positiva entre o grau de instrução dos usuários de smartphones e a confiabilidade imposta nas soluções mobiles disponibilizadas por Órgãos Públicos e privados. Esse achado é muito importante, pois além dos dispositivos serem usados de forma colaborativa, isso caracteriza uma grande potencialidade e acessibilidade deste instrumento para a gestão remota da saúde em tempos de restrições sanitárias de contato social. Assim, a contrinuição deste artigo é que os aplicativos para smartfones têm a qualidade e a acessibilidade necessáia para serem utilizado como uma ferramenta de auxílio a pessoas de qualquer grau de instrução.

## **2. Referencial Teórico**

### **2.1. A Tecnologia Digital para a Saúde na Gestão da Crise da Covid 19**

A propagação da pandemia proveniente da Covid 19 fomentou ações táticas de Órgãos de todos os países mirando na propagação, não obstante ao caráter excepcional e provisório, da utilização de tecnologias para o gerenciamento da crise na saúde, ainda que imaturas ou originalmente desenvolvidas para outras áreas. A gestão emergencial de fatores desconhecidos e com impactos mortais acelerou processos avaliativos outrora extremamente criteriosos para implementação de estratégias distintas para fins da saúde. (KOBAYASHI et al, 2020).

A Organização Mundial da Saúde (WHO,2019), ao produzir as primeiras manifestações sobre a pandemia, incentivou os países a lançarem todo aparato tecnológico disponível a fim de que as informações e atendimentos remotos fossem acessados pelo maior número de pessoas, reduzindo desequilíbrios na acessibilidade à saúde. A Resolução do Conselho Federal de Medicina n. 2.227 de 2018 já previa, num cenário pré crítico, o atendimento médico online e de telediagnóstico mediado por um aplicativo de smartphone, processo acelerado em razão das demandas pandêmicas.

Casas et al (2020) versam sobre o incentivo ao uso de tecnologias que atenuem complicações oriundas de situações críticas em escala multisetorial vivenciadas pela Covid 19, justificadas na ausência de medicamentos capazes de prevenir, tratar ou controlar a disseminação da doença.

A utilização de sistemas tecnológicos integrados e multidisciplinares pautou a orientação e o direcionamento de ações públicas e privadas de combate à Covid 19, assim como recomendado pela OMS e Conselho Federal de Medicina.

Celuppi et al (2020) levantaram e classificaram as principais tecnologias de informação utilizadas pelas instituições mundiais no combate ao Corona Vírus, adaptadas e consolidadas no Quadro 1.

A PNAD (2017), realizada antes do advento da Covid 19, identificou que em 93,2% dos domicílios brasileiros existiam smartphones dentre os quais 97% os utilizavam como único ou principal meio de acesso à Internet. Certamente as políticas públicas para gestão da Covid 19 no Brasil respaldaram suas ações de atendimento à população nos dados relativos à grande acessibilidade aos smartphones pelos brasileiros.

<b>Tecnologias de Informação</b>	<b>Funcionalidades na Gestão da Covid 19</b>
<i>Aplicativos de Autoavaliação e verificador de sintomas por meios digitais</i>	Controle de sintomas, autoanálise da situação de saúde evitando consultas desnecessárias.
<i>Serviços online para agendamento de consultas</i>	Agendamento não presencial
<i>Serviços de atendimento por telefone, call center e aplicativos de mensagens</i>	Inclusão da população sem acesso à internet a informações e agendamentos
<i>Prontuário Eletrônico</i>	Acesso virtual em tempo real a informações dos pacientes
<i>Telemedicina</i>	Viabiliza consultas e monitoramento remoto de pacientes por meios digitais
<i>Geolocalização</i>	Permite a visualização da distribuição espacial dos contaminados e a aplicação de medidas específicas por locais

Tabela 1 – Principais tecnologias e suas funcionalidades para o combate a Covid 19

A importância da transmissão contínua de informações, atreladas à capacidade de geolocalização e troca de informações, provem as necessidades que um aplicativo de saúde precisa para operar. Soma-se a esses fatores o tempo de resposta imediato e a possibilidade instantânea de realização de mudanças e personalizações, fato que permite, em tempo real, munir com informações atualizadas os gerenciadores de saúde, tornando um ciclo virtuoso e retroalimentado com melhoramentos contínuos. (MARTIN et al, 2016)

A relevância desse fato, somado as possibilidades infinitas da utilização desse instrumento tecnológico na promoção da saúde, pautaram o enfoque desta pesquisa, que encontrou na literatura o arcabouço teórico que respalda as ações institucionais brasileiras que apostaram no modelo móvel de tecnologia para o controle da saúde no contexto da Covid 19.

## **2.2. Confiabilidade na Utilização de Aplicativos de Smartphones**

A Covid 19 acometeu a sociedade em um momento em que o consumo de soluções tecnológicas atrelados aos negócios, serviços e informação atingiam seu auge. As Organizações se dedicavam a negócios que se baseavam na tecnologia de informação para existir, tais como os serviços de compartilhamento de veículos, as plataformas que reúnem venda e entregas expressas de produtos, os Bancos exclusivamente digitais, os streamings de entretenimento além do nascimento diário de Startups, sempre de base tecnológica. A larga oferta desses serviços fomentou a utilização de aplicativos de smartphones e criou uma cultura que elevou a estima e credibilidade desse instrumento.

## **3. Metodologia**

O caminho metodológico eleito para a condução do estudo ancorou-se no positivismo ao exame da compreensão do fenômeno temático por intermédio da análise de dados estatísticos apoiado em processos neutros e padronizados, visando a máxima retidão dos

dados coletados. Quanto ao seu propósito, a pesquisa foi dedutiva, tendo em vista que partiu de conceitos bibliográficos pacificados e pré estabelecidos para o direcionamento de seus estudos, mesmo diante do caráter emergente do tema. O artigo respaldou-se em dados de múltiplas fontes dispondo como dados primários o resultado de informações extraídas a partir da instrumentalização de uma pesquisa Survey com o “n” validado de 71 pessoas, escolhidas de forma a representarem amostras expressivas da população brasileira, seguindo a pirâmide etária do IBGE de 2019, entretanto, por não ter sido controlado a coleta de dados, não se alcançou a exata reprodução do percentual etário da população brasileira.

A pesquisa Survey nasceu de um roteiro estruturado oportunizado em decorrência de um prévio levantamento netnográfico com enfoque na obtenção de dados claros e objetivos acerca do impacto dos aplicativos de smartphone para os cuidados da saúde.

Para apresentação dos resultados relacionados ao nível de confiança dos usuários sobre os aplicativos de smartphones, foi realizado o cálculo da mediana, desvio padrão e coeficiente de correlação.

Os dados secundários pautaram-se em levantamentos netnográfico sobre a quantidade e variedade de aplicativos voltados à saúde disponibilizados nas lojas virtuais das plataformas de celulares, aliados à dados públicos estatísticos sobre a temática, ambos realizados entre os meses de maio e junho de 2021. O recorte eleito para a análise temporal foi o transversal, dada à natureza emergente dos fatos supracitados.

A partir dos entendimentos oriundos da revisão bibliográfica e da avaliação crítica dos dados secundários, as informações obtidas através da Survey foram tratadas de forma estatísticas e relacionais, que possibilitaram explorar o nexos entre algumas variáveis. A seção seguinte traz luz aos dados coletados e aborda algumas conclusões obtidas pela análise objetiva dos mesmos.

### **3.1. Levantamento Netnográfico**

O levantamento netnográfico teve como objetivo identificar a quantidade e funcionalidade dos aplicativos de smartphones disponíveis nas lojas de aplicativos para dispositivos móveis ligados a instituições de saúde pública e privadas no Brasil. O levantamento transversal foi realizado entre os meses de maio e junho de 2021 e utilizou dispositivos que acessaram os sistemas Android e iOS, além da pesquisa no site de buscas no site GOOGLE.

Como parâmetros de busca utilizou-se as palavras “COVID” e “CORONA” individualmente e “covid+app+store” e “corona+app+store”. Cabe ressaltar que, em razão dos filtros utilizados para busca, os aplicativos públicos e privados que realizam teleatendimento para saúde não apareceram nas buscas, somente os voltados ao combate da COVID. Os dados obtidos foram consolidados em uma planilha e separados pelo nome, criador, objetivo, plataforma e link.

<b>App</b>	<b>Criador</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Plataforma</b>	<b>Link</b>
<i>Coronavírus - SUS</i>	Governo do Brasil	Informativos de diversos tópicos como os sintomas, como se prevenir, o que fazer em caso de suspeita e infecção e etc.	Google Play	<a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=br.gov.datasus.guardioes">https://play.google.com/store/apps/details?id=br.gov.datasus.guardioes</a>
<i>Colab</i>	Colab S.A.	Identificar regiões com maior possibilidade de disseminação do novo coronavírus, além de receber lembretes e informações de fontes confiáveis diretamente no seu celular.	Google Play	<a href="https://www.brasilsemcorona.com.br/">https://www.brasilsemcorona.com.br/</a>
<i>Monitora Covid-19</i>	Consórcio Nordeste	Monitora os casos confirmados, suspeitos e em isolamento domiciliar por Covid.	Google Play	<a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.novetech.monitoracorona">https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.novetech.monitoracorona</a>
<i>OpenWho</i>	HPI	Fornecer um canal sobre covid, com recursos de aprendizagem em 6 línguas oficiais da OMS.	Google Play	<a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=de.xikolo.openwho">https://play.google.com/store/apps/details?id=de.xikolo.openwho</a>
<i>Dados do Bem</i>	Rede D'or São Luiz	Apresenta a estratificação de pacientes, agendamento de testes rápidos, identificação e mapeamento de clusters e planos de contenção.	Google Play	<a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=com.brazil.corona_brazil_check">https://play.google.com/store/apps/details?id=com.brazil.corona_brazil_check</a>
<i>Salvus</i>	Salvus ME	Permite a atualização do status de saúde através da realização de exames e aplicação de protocolo de segurança.	Google Play	<a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=me.salvus.covid19">https://play.google.com/store/apps/details?id=me.salvus.covid19</a>
<i>SOS Corona</i>	Disque Denúncia	Coleta dados sobre Covid, permite o monitoramento e evolução durante a pandemia	Google Play	<a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.soscorona">https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.soscorona</a>
<i>Rio Covid 19</i>	Prefeitura RJ	Perguntas para levantar casos suspeitos, por meio da auto notificação.	Apple Store	<a href="https://apps.apple.com/br/app/rio-covid-19/id1546101668">https://apps.apple.com/br/app/rio-covid-19/id1546101668</a>

Tabela 2 – Aplicativos de Smartphones para Gestão da Saúde no Brasil

O levantamento permitiu identificar que existem aplicativos de Instituições Públicas, Privadas e de plataformas colaborativas. Quanto à funcionalidade percebe-se que podem ser divididos em quatro categorias:

- Informativo: O objetivo primordial é informar os usuários sobre aspectos da doença e como proceder em caso de suspeita de contaminação.
- Controle epidemiológico por geolocalização: O objetivo é controlar o contágio da população de acordo com sua localização geográfica.
- Monitoramento remoto de pacientes: O objetivo é monitorar pacientes com suspeita da doença, os que afirmaram ter tido contato com pessoas

diagnosticadas com Covid, ou ainda o monitoramento da evolução do quadro de pessoas com a doença

- Serviços médicos: O objetivo desses aplicativos é realizar serviços como agendamento de consultas e exames, realização de teleatendimento.

Determinados aplicativos desempenham mais de uma função, possibilitando um desempenho mais completo tanto pra quem fornece os serviços, quanto para quem os utiliza.

### 3.2. Survey

A coleta de dados primários utilizou como ferramenta uma pesquisa Survey que nasceu com o intuito de ser probabilística, visto que intentava captar uma representatividade da pirâmide etária populacional segundo o IBGE (2019), entretanto, as respostas obtidas não validaram tal representatividade, tornando-se uma amostragem não probabilística por sujeitos disponíveis. (BABBIE, 1999). O questionário estruturado a partir do levantamento bibliográfico e da análise dos dados secundários, utilizou a ferramenta Google Form para confecção e apuração de informações e foi enviado aos convidados por intermédio de um link disponibilizado através das redes sociais dos autores.

As questões divididas em variáveis latentes agrupadas pelas temáticas:

- Familiaridade com tecnologia
- Nível de Confiança nos Aplicativos de Smartphones

O objetivo principal da pesquisa survey era identificar se a confiança nos aplicativos de smartphones estava atrelado ao grau de instrução dos usuários.

Como objetivos secundários, o questionário buscou identificar características dos respondentes para, no ato da análise, verificar se existiam variáveis independentes que se correlacionavam ao nível de confiança atribuído aos aplicativos para gestão de saúde dos smartphones.

## 4. Análise dos Resultados

### 4.1. Familiaridade com Tecnologia

O nível de instrução ficou bem dividido, permitindo informações bem equilibradas para o presente estudo.

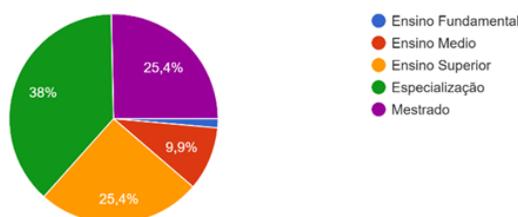


Figura 1 – Nível de Instrução

Questionados sobre a existência de apps ligados à saúde em seus smartphones, 74,6% dos participantes responderam sim, enquanto 25,4% responderam não. Quando questionados sobre possuírem aplicativos ligados à telemedicina, a informação demonstra respostas contrárias às obtidas com apps de saúde. Enquanto 22 participantes (31,4%) responderam que sim, 48 participantes, ou 68,6%, responderam não possuir.

Também foi questionado sobre a existência de aplicativos do Governo para informações ou monitoramento da Covid-19. Nessa pesquisa, 78,9% dos entrevistados responderam que não possuem aplicativos do Governo para esse propósito, e do outro lado, 21,1% respondeu possuir. No que está relacionado a possuir aplicativos colaborativos sobre tratamento e vacinação da COVID-19, apenas 15,7% dos participantes responderam possuir este tipo de aplicativo, contra a esmagadora quantidade de 84,3% que responderam não.

Respostas	Sim	Não
Possui app ligado a saúde em seu smartphone	74,6%	25,4%
Possui aplicativo de telemedicina em seu smartphone	31,4%	68,6%
Possui aplicativo do Governo para informações sobre COVID 19	21,1%	78,9%
Possui aplicativo colaborativo sobre tratamento e vacinação de COVID 19	15,7%	84,3%

Tabela 3 – Possui app ligado a saúde em seu smartphone

O padrão de respostas mostra que os aplicativos para a área de saúde ligados ao monitoramento e acompanhamento de cidadãos está amplamente difundido entre os usuários de planos de saúde e da rede pública de saúde. Evidencia uma percepção de que os aplicativos são úteis para o acompanhamento médico dessas pessoas (MENDEZ JUNIOR, et al, 2011; STEINMAN et al, 2015).

#### 4.2. Nível de Confiança nos Aplicativos de Smartphones

Analisando os presentes resultados, podemos identificar um feedback bem positivo, em geral. Em relação ao questionamento sobre o “Nível de Confiança na Utilização de App de Saúde”, sendo 1 a mais baixa possível e 10 a mais alta possível.

A utilização da mediana foi escolhida por possibilitar que valores discrepantes não distorçam a média de forma drástica. Para estes mesmos casos, também foi realizado o cálculo do desvio padrão como forma de obter o grau de dispersão de um conjunto de valores.

A mediana obtida foi 7 (separada por uma linha identificada na cor vermelha) e foi identificado um desvio padrão de aproximadamente 2,24, o que indica que a maioria das respostas se manteve no intervalo de 5 ( $7 - 2,24 = 4,76$ ) e 9 ( $7 + 2,24 = 9,24$ ).

Essas informações, corroboradas pela estatística, demonstram o alto grau de confiança dos usuários em relação à utilização de aplicativos de Saúde.

Pode-se observar no gráfico, de maneira visual, a evidente concentração de respostas com nível 8 de confiança (23 respostas).

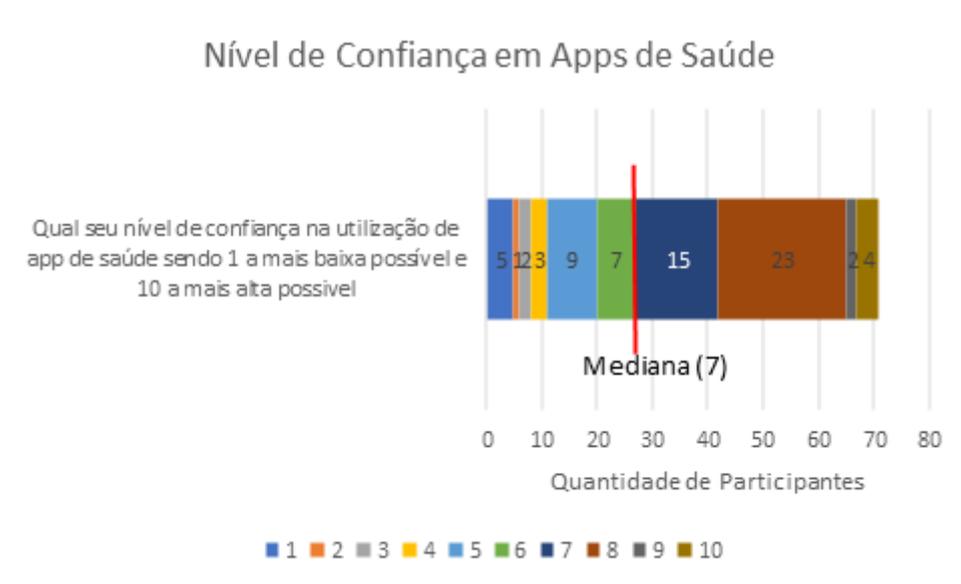


Figura 2 – Nível de Confiança em Apps de Saúde

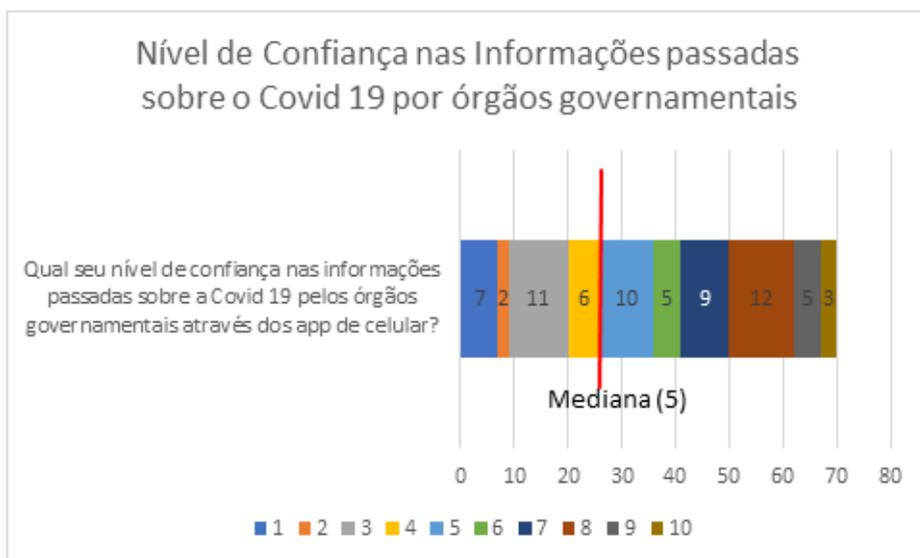


Figura 3 – Nível de Confiança nas Informações Passadas sobre o COVID 19 por órgãos governamentais

A partir das informações relacionadas ao nível de confiança nas informações passadas sobre a Covid 19 por órgãos governamentais, conseguimos identificar uma mediana de 5, que demonstrando um equilíbrio no nível de confiança entre os participantes.

Destes, 26 participantes ficaram abaixo da mediana, contra 44 participantes acima da mediana e com nível de confiança médio para alto nas informações passadas por órgãos governamentais.

O desvio padrão encontrado foi de aproximadamente 2,6.

O último gráfico de nível de confiança se refere as informações contidas nos apps colaborativos sobre a saúde, em que se pode destacar uma mediana de 7, representando um alto nível de confiança nas informações disponíveis em aplicativos colaborativos.

O desvio padrão apurado neste cenário foi de 2,3.

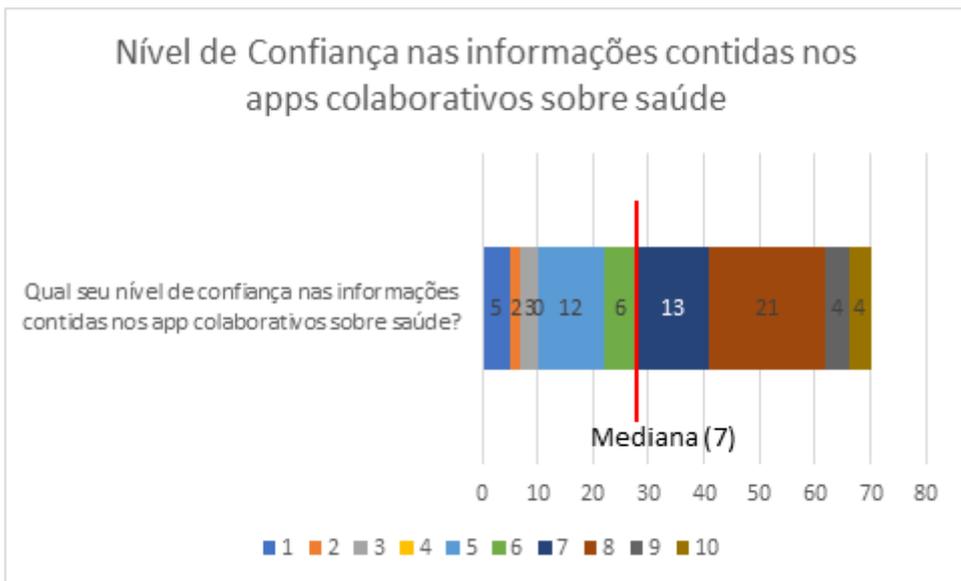


Figura 4 – Nível de Confiança nas Informações Contidas nos Apps Colaborativos Sobre Saúde

### 4.3. Confiabilidade dos Usuários de aplicativos de smartphones e o grau de instrução

Para se analisar a correlação entre o grau de instrução e o nível de confiança nos aplicativos, hipótese principal em que a pesquisa se ancora, foi realizada inicialmente uma padronização dos dados relacionados ao grau de instrução.

Considerando o tempo de estudo em anos necessário para atingir cada uma das escolaridades permitidas como resposta, foi aplicada a seguinte padronização:

Ensino Fundamental = 9 / Ensino Médio = 12 / Ensino Superior = 16 / Especialização = 17

O coeficiente de correlação de Pearson é um teste usado para medir a relação estatística entre duas variáveis contínuas. Se a relação entre os elementos não for linear, os coeficientes não serão representados corretamente.

A equação para o coeficiente de correlação é:

$$Correl(X,Y) = \frac{\sum(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sqrt{\sum(x-\bar{x})^2 \sum(y-\bar{y})^2}} \quad \text{onde } \bar{x} \text{ e } \bar{y} \text{ são as médias de amostra}$$

MÉDIA(matriz1) e MÉDIA(matriz2).

Os seguintes resultados do Cálculo da Correlação foram obtidos através da Ferramenta Excel (Fórmula CORREL):

1. Grau de Instrução x Nível de Confiança em apps do Governo = +0,1622
2. Grau de Instrução x Nível de Confiança em apps de saúde = +0,1236
3. Grau de Instrução x Nível de Confiança em apps Colaborativos = +0,0382

Os baixos valores obtidos indicam que a correlação é positiva, contudo, distantes do valor +1, o que significa a ausência de correlação direta.

### Teste de hipótese

Ho = não há correlação entre o grau de instrução e o nível de confiança do usuário em relação aos aplicativos.

Aplicando a mesma formula de correlação, agora apenas nos resultados dos níveis de confiança, os valores obtidos foram:

1. Nível de Confiança em App de Saúde x Nível de Confiança nas Informações de App Colaborativos = **+0,757**
2. Nível de Confiança em App de Saúde x Nível de Confiança nas informações de App passada pelo Governo = **+0,709**

A partir dos valores superiores a 0,7, observa-se fortes correlações positivas significativas encontradas, podendo afirmar que usuários que confiam em aplicativos de saúde, também confiam em aplicativos com informações repassadas pelo Governo e nos aplicativos colaborativos.

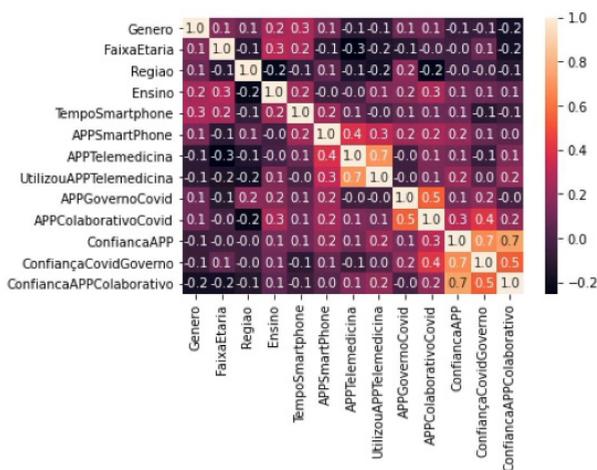


Figura 5 – Correlação das Demais Variáveis Pesquisadas

De forma complementar foi realizada a padronização dos dados também nas demais variáveis pesquisadas (Gênero, Faixa Etária, Região, Tempo de Uso de Smartphone, Utilização de Apps de Saúde e Apps de Telemedicina) com o propósito de verificar se alguma das variáveis apresentava uma correlação próxima de +1, para indicação e sugestão de aprofundamento em estudos futuros. Todavia, não foi identificada nenhuma correlação significativa em nenhuma das variáveis utilizadas no Survey, como se ilustra na no gráfico abaixo:

## 5. Conclusões

A crise na saúde mundial causada pela propagação pandêmica do vírus da Covid 19 vem marcando a humanidade de forma devastadora, produzindo desafios no gerenciamento de um cenário hostil e intimidador. A área da saúde, pela própria natureza sanitária da crise, foi a mais afetada. Essa área demandou esforços titânicos para a produção de inovações e avanços capazes de, em um período de tempo recorde, poupar vidas e permitir o retorno das atividades econômicas e sociais da população mundial (IVANOV,2020).

As medidas de caráter transitório implementadas pelas Organizações e Instituições de saúde visando isolamento e distanciamento social fomentaram a colocação imediata em vigor de tecnologias já existentes, dentre as quais se destacam a telemedicina e o monitoramento remoto, que permitiram a continuidade de serviços essenciais mesmo diante de restrições sanitárias.

Observa-se a velocidade na resposta das áreas da saúde em estabelecer amparos legais e técnicos para a aplicabilidade dessas inovações tecnológicas, o que proporcionou verdadeiros avanços em termos de atendimento remoto, mesmo diante da carência e disparidade social e econômica vivenciada nesse país de dimensões continentais.

Com esse cenário, responder a seguinte pergunta se tornou algo muito importante para avaliar a qualidade e a acessibilidade dos aplicativos ofertados; “O grau de instrução dos usuários de aplicativos de celular voltados à saúde influencia a confiança depositada nos serviços ofertados?” Assim, para responder a essa questão, fizemos um levantamento netnográfico dos tipos de aplicativos disponibilizados para os usuários tanto dos planos de saúde particulares como dos usuários da rede pública de saúde. Partindo dos resultados encontrados, construímos uma survey para capturar a satisfação com os aplicativos e cruzamos essas informações com o grau de instrução dos usuários entrevistados, apontando para uma resposta ao que foi perguntado.

O tratamento dos dados de forma objetiva e estatística permitiu concluir a natureza equitativa dos aplicativos de smartphones e o aceite e larga confiabilidade que eles imprimem na população. Outrossim, os dados permitiram concluir que esses instrumentos devem continuar sendo utilizados na batalha contra a COVID-19, que, certamente, os qualifica para a utilização em outras situações críticas e de emergência de saúde pública.

A confiança atribuída aos aplicativos de smartphones provou-se alta e correlacionada entre si e, rejeitada a hipótese de estar atrelada ao grau de instrução dos usuários ou até mesmo atrelada às demais variáveis pesquisadas. Mostrou-se positiva à propagação desse meio de promoção à saúde, o que não foi possível identificar, e que se recomenda

estudos futuros, é se essa confiança percebida está relacionada as necessidades impostas pela crise pandêmica, ou se, transposto o caráter crítico do contexto, os usuários adotarão esse novo modelo de cuidado com a saúde.

A contribuição deste artigo é que os aplicativos para smartphones têm a qualidade e a acessibilidade necessária para serem utilizados como uma ferramenta de auxílio a pessoas de qualquer grau de instrução. Isso nos garante que podendo atingir pessoas e lugares que os médicos, fisicamente, não conseguiriam chegar para realizarem o monitoramento dos pacientes. Assim, abre-se um grande campo de atuação desses aplicativos mesmo após a fim da pandemia da Covid-19, com um potencial enorme de ajuda a pessoas que antes não teriam acesso a medicina preventiva e a um acompanhamento geriátrico rotineiro

## Referências

- ARAUJO JL, et al. Aplicativo móvel para processo de enfermagem em unidade de terapia intensiva neonatal. *Texto Contexto Enferm* [Internet]. 2019. (Acesso em 07jul2021). < Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1590/1980-265X-TCE-2018-0210>>
- CASAS, C. P. R. et al. Avaliação de tecnologias em saúde: tensões metodológicas durante a pandemia de Covid-19. *Estudos Avançados* [online]. 2020, v. 34, n. 99 [Acessado 10 julho 2021], pp. 77-96. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2020.3499.006>>.
- CELUPPI, I. C; et al. Uma análise sobre o desenvolvimento de tecnologias digitais em saúde para o enfrentamento da COVID-19 no Brasil e no mundo. *Cadernos de Saúde Pública* [online]. v. 37, n. 3 [Acessado 9 julho 2021]. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0102-311X00243220>>.
- CHOI, T.-M. (2020). Operações inovadoras “Traga o serviço perto de sua casa” sob o vírus Corona (COVID-19 / SARS-CoV-2) Surto: a logística pode se tornar o Messias? *Pesquisa de Transporte Parte E: Logística e Transporte*. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.101961>.
- IVANOV, D. (2020). Prevendo o impacto de surtos epidêmicos nas cadeias de abastecimento globais: Uma análise baseada em simulação no exemplo do caso do coronavírus (COVID-19 / SARS-CoV-2). *Transportation Research Part-E*.
- Ivanov, D. (2020). “Uma bênção disfarçada” ou “como se já não fosse difícil o suficiente”: Vulnerabilidades recíprocas e agravadas na cadeia de abastecimento. *International Journal of Production Research*.
- GALINDO, N. M. et al. Covid-19 and digital technology: mobile applications available for download in smartphones. *Texto & contexto - enfermagem* [online]. 2020, v. 29 [Acesso 9 July 2021], e20200150. Disponível em <<https://doi.org/10.1590/1980-265X-TCE-2020-0150>>.
- GIANICOLO E, et al. Epidemiological Measures in the Context of the COVID-19 Pandemic. *Dtsch Arztebl Int* 2020; 117(19):336-342.

- KOBAYASHI, L. M. et al. Extended use or reuse of N95 respirators during Covid-19 pandemic: An overview of national regulatory authority recommendations. *Infect Control Hosp Epidemiol*, p.1-3, Apr 22 2020.
- MARTIN, C.K.; et al. 2016. Smartloss: A personalized mobile health intervention for weight management and health promotion. *JMIR mHealth and uHealth*, n.4, v.1, 2016.
- MEDEIROS, M. S. et al. Limites e contradições do uso de tecnologias digitais em saúde no contexto da pandemia da COVID-19 no Brasil. *Serviço Social e Saúde*, Campinas, SP, v. 20, n. 00, p. e021002, 2021. DOI: 10.20396/sss.v20i00.8665391.(Acesso em: 9 jul. 2021.). Disponível em < <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/sss/article/view/8665391>. >
- MENEZES JUNIOR, J., D'CASTRO, R., MOREIRA RODRIGUES, F., GOMES DE GUSMÃO, C., SELLARO LYRA, N. E SARINHO, S. 2011. InteliMed: Uma experiência de desenvolvimento de sistema móvel de suporte ao diagnóstico médico. *Revista Brasileira de Computação Aplicada*. v. 3, n. 1, p. 30-42, 2011. DOI:<https://doi.org/10.5335/rbca.2013.1316>.
- PALOSKI, G., R.; et al. Contribuição do telessaúde para o enfrentamento da COVID-19. *Escola Anna Nery* [online]. 2020, v. 24, n. spe [acessado 9 julho 2021], e20200287. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/2177-9465-EAN-2020-0287>>.
- RAMOS, F. L. et al. The Effect of Trust in the Intention to Use m-banking. *BBR. Brazilian Business Review* [online]. 2018, v. 15, n. 2 [Acessado 10 Julho 2021], pp. 175-191. Disponível em: <<https://doi.org/10.15728/bbr.2018.15.2.5>>.
- SILVA, R. H.; GATTI, M. A. N.; MARTA, S. N.; MARAFON, R. G. C.; GATTI NETO, G. G.; ANDRADE, E. B. O.; ANDRADE, S. C.; LOPES, V. C. N. Aplicativos de saúde para dispositivos móveis: Uma revisão integrativa. *Brazilian Journal of Health Review*. v. 3, n. 5, p. 11754-11765, 2020.
- STEINMAN, M.; MORBECK, R. A.; PIRES, P. V.; ABREU Filho, C. A. C.; ANDRADE, A. H. V.; TERRA, J. C. C.; TEIXEIRA Junior, J. C.; KANAMURA, A. H. Impacto da telemedicina na cultura hospitalar e suas consequências na qualidade e segurança do cuidado. *Gestão e Economia em Saúde*, v.13, n. (4), 2015. <https://doi.org/10.1590/S1679-45082015GS2893>
- WEF (2020). Uma resposta melhor para a escassez de ventiladores à medida que a pandemia avança. (Acesso em 9 junho 2021). Disponível em <<https://www.weforum.org/agenda/2020/04/covid-19-ventilator-shortage-manufacturing-solution>> .
- WORLD ORGANIZATION (WHO). Recommendations on digital interventions for health system strengthening. Guideline. Geneva: WHO; 2019.

## Evasão de Profissionais de TI nos Tribunais de Contas

Lúcio Camilo Oliva Pereira<sup>1</sup>, Nina Braga Cavalcanti de Albuquerque<sup>1</sup>, Sandra Regina Freitas da Silva Morgado de Gois<sup>1</sup>, Francisco Santos Sabbadini<sup>2</sup>, Antônio Augusto Gonçalves<sup>1</sup>, Ettore de Carvalho Oriol<sup>1</sup>, Rodrigo de Souza Valle<sup>1</sup>

luciocamilo@gmail.com; nina.braga@gmail.com; sandra.gois@estacio.br; sabbadinio1@yahoo.com.br; augusto@inca.gov.br; etторе.oriol@gmail.com; rodvalle@gmail.com

<sup>1</sup> Universidade Estácio de Sá – Programa de Mestrado Profissional - MADE/UNESA

<sup>2</sup> Universidade Estadual do Rio de Janeiro – UERJ

**Pages: 372-385**

**Resumo:** A pandemia advinda com a propagação da COVID 19 ocasionou uma ruptura estrutural nas diversas esferas da sociedade. Setores ligados à gestão da informação foram responsáveis por encontrar soluções que viabilizassem a continuidade de operações econômicas, organizacionais, educacionais e principalmente médicas, adequando-se às recomendações para atividades remotas. O aquecimento do mercado impulsionou a demanda por profissionais da área de TI, causando um movimento de evasão de funcionários em busca de postos de trabalhos e ofertas mais atrativas. O setor público brasileiro foi duramente atingido por esse fenômeno, sofrendo perdas de servidores contratados e ocupantes de cargos em comissão da área de tecnologia da informação. O presente estudo postulou, através de levantamento de dados junto aos Tribunais de Contas do Brasil, identificar a evasão dos profissionais de TI no período, apontando quais fatores foram determinantes no movimento e busca por novas oportunidades.

**Palavras-chave:** Evasão de Profissionais; Tecnologia da Informação; Tribunais de Contas; Covid.

### *Evasion of IT Professionals in Brazilian Courts Accounts*

**Abstract:** The pandemic arising from the spread of COVID 19 caused a structural rupture in the various spheres of society. Sectors linked to information management were responsible for finding solutions that would enable the continuity of economic, organizational, educational and especially medical operations, adapting to the recommendations for remote activities. The heating of the market boosted the demand for professionals in the IT area, causing a movement of evasion of employees in search of more attractive jobs and offers. The Brazilian public sector had been hit hard by this phenomenon, suffering the loss of hired employees and occupants of commissioned positions in the information technology area. The present study postulated, through a survey of data from the Brazilian Courts of Accounts.

**Keywords:** Evasion of Professionals, Information Technology, Courts of Accounts, Covid.

## 1. Introdução

O surgimento do cenário de pandemia causado pelo Covid-19 fez com que diversas empresas investissem de forma mais acentuada no setor de tecnologia e inovação como forma de prover seus serviços sob paralisação das atividades físicas. Pesquisa realizada pelo The Economist Intelligence Unit (EIU), encomendada pela Microsoft<sup>1</sup>, explora como a relação entre tecnologia, negócios e pessoas evoluiu durante a pandemia e permitiu a aceleração da transformação digital pelas empresas.

O processo de evolução de tecnologia dentro das organizações é considerado um fenômeno natural ao longo do tempo (Souza & Bruno-Faria, 2013). Contudo, durante o período de pandemia, diante da indisponibilidade de diversos serviços antes ofertados de modo presencial, as empresas se viram obrigadas a incorporar em suas práticas, técnicas e ferramentas objetivando melhorar os níveis dos processos de trabalhos realizados e incremento da inovação tecnológica em sua produtividade para disponibilizar os serviços de modo mais prático, célere e, sobretudo, de forma remota (Amaral & Maio, 2020).

A máxima “Update or Die” nunca fez tanto sentido, isso porque, inúmeras foram as empresas que não sobreviveram ao cenário apresentado e tiveram que fechar suas portas prematuramente. Segundo o IBGE, por meio da Pesquisa “Pulso Empresa: Impacto da Covid-19 nas empresas”, em se tratado apenas da realidade apresentada no país, o expressivo número de 716.000 empresas fecharam as suas portas<sup>2</sup> desde o início da pandemia.

Por outro lado, para se manterem competitivas e sobreviverem diante desse cenário devastador, as empresas precisaram se adaptar ao novo modelo de mercado de trabalho. Empresas que já estavam familiarizadas com soluções digitais tiveram vantagem em relação às demais, contudo, restou comprovado que a garantia dessa sobrevivência se deu em razão da realização de maiores investimentos em tecnologia (Freitas et al, 2021). O investimento no setor de tecnologia permitiu que muitas organizações realizassem a transformação digital com maior facilidade e celeridade como jamais teriam sido capazes na evolução natural existente nos anos anteriores, principalmente quando lideradas por pessoas que viam nessa modalidade uma vantagem já antes da pandemia (Silva, 2020).

Durante a suspensão das atividades presenciais e medidas restritivas de combate ao Covid-19, a jornada de trabalho remota passou a ser uma ferramenta indispensável para a retomada das operações durante a adoção de medidas de distanciamento social e até mesmo lockdown observado em alguns locais (Freitas et al, 2021; Silva, 2020). A introdução, ainda que temporária, da modalidade de trabalho remoto passou a ser um facilitador para captar profissionais do setor tecnológico, funcionando como um ponto diferenciado no processo de negociação no envolvimento de pessoas interessadas (Okano et al, 2020).

<sup>1</sup> <https://transformationimperative.economist.com/executive-summary/>

<sup>2</sup> Pulso Empresa. IBGE, 2021, disponível em <https://covid19.ibge.gov.br/pulso-empresa/>

Esse mesmo avanço que possibilitou a aceleração digital do desenvolvimento de empresas e permitiu que essas se recuperem com maior agilidade durante grandes interrupções foi também responsável por um grande problema que é enfrentado pelos mais diversos setores privados e públicos, incluindo os Tribunais de Contas, qual seja, a evasão de profissionais de TI (Lima, 2021).

A dificuldade de aquisição e retenção de mão de obra especializada durante a pandemia<sup>3</sup> retratou uma particularidade do mercado de tecnologia, inversamente proporcional aos outros setores econômicos, acarretando um quadro de busca agressiva por talentos com condições de trabalho acima da média (Hernandez, 2020). Alguns efeitos colaterais decorrentes da migração para um ambiente completamente virtual, tais como a oferta do trabalho remoto de forma definitiva e as altas ofertas salariais praticadas pelo mercado, favorecem o aquecimento do mercado para profissionais de TI. O primeiro está sendo utilizado como critério de negociação e o segundo decorre da grande procura por profissionais de TI e a oferta insuficiente.

Uma pesquisa realizada por BR Angels/HSM/LearningVillage, Cenário Pós-Vacina denominada “o que podemos esperar dos negócios”<sup>4</sup>, foi realizada durante o mês de março de 2021 e coletou respostas de 3.220 empresários e executivos do alto escalão de empresas de segmentos variados, como indústria, varejo, serviços, startups e ONGs. A pesquisa chegou ao seguinte resultado: 56% das empresas sinalizaram que ampliarão os investimentos em TI, e 25% delas em inovação. Isso indica que as organizações terão que enfrentar esse desafio que continuará crescendo nos próximos meses.

O desafio, portanto, é identificar a partir da seguinte constatação: Se por um lado temos uma grande quantidade de empresas investindo e até mesmo pretendendo investir nas áreas de TI e inovação, por outro lado mantemos a crescente falta de profissionais de TI para atender todas as demandas existentes e ainda mais ausência nas demandas que ainda serão criadas. Diversas são as empresas que estão contratando profissionais de TI e mesmo assim continuam com vagas em aberto. Segundo relatório da Associação brasileira das Empresas de Tecnologia da Informação e Comunicação (Brasscom)<sup>5</sup>, o Brasil forma 46 mil pessoas na área de Tecnologia por ano. A necessidade do mercado gira por volta de 70 mil vagas. Existe, portanto, um déficit de 24 mil formandos na área de Tecnologia por ano. Essa informação é de 2020, o que demonstra que a pandemia não causou esse problema, apenas acentuou algo que já existia anteriormente. Com profissionais disputados no mercado, seria necessário que o Brasil praticamente dobrasse a quantidade de formandos na área.

A tendência de alta se mantém para os próximos períodos. Um Estudo publicado pela Advance Consulting<sup>6</sup>, empresa de consultoria e treinamento para aumento das vendas,

<sup>3</sup> Jornal Nacional. G1, 17/04/2021, disponível em <https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2021/04/17/falta-de-mao-de-obra-leva-empresas-de-tecnologia-a-investir-na-formacao-de-funcionarios.ghtml>

<sup>4</sup> <https://www.hsm.com.br/blog/pesquisa-hsm-executivos-brasileiros-apontam-vacinacao-como-principal-medida-para-retomada-da-economia/>

<sup>5</sup> <https://brasscom.org.br/mercado-de-ti-tem-grande-demanda-e-deficit-de-novos-profissionais/>

<sup>6</sup> <https://www.advanceconsulting.com.br/pesquisa>

demonstra que a expectativa de crescimento do mercado de TI ficaria em torno de 11%. Porém, com os resultados do primeiro trimestre, as expectativas de crescimento do mercado aumentaram de 11% para 14,6%. Mesmo esses números tendo aumentado diante do ajuste de expectativas, mantém-se abaixo ainda do que estudos têm indicado, que pode chegar a 16,5%. Esses mesmos empresários envolvidos na pesquisa acreditam no crescimento de suas empresas de 22,2% para 26,6%. Dentre os principais desafios na área de tecnologia, lidera a atração e retenção de talentos.

O estudo corrobora com uma informação já prestada neste artigo, a de que empresas menores sofreram mais do que as empresas maiores. Empresas com faturamento anual menor do que R\$ 16 milhões cresceram, em média, 10%, enquanto empresas com faturamento maior do que R\$ 16 milhões cresceram 13%. Isso se explica pelo fato de empresas maiores já deterem experiência em meio digital, sejam processos, ferramentas, e, principalmente, o home office, o trabalho remoto como forma de comunicação entre seus colaboradores e outras empresas. As empresas menores tiveram que trabalhar de maneira remota e atenderem clientes menores que ainda não estavam facilmente acessíveis através dos meios digitais.

Projetos de transformação digital das empresas planejados para serem realizados em 3 anos foram feitos em prazos muito curtos, antecipados e acelerados pela necessidade de adaptação forçada causada pela pandemia (Freitas et al, 2021; Hernandez, 2020; Silva, 2020). Assim, a falta de mão de obra está sendo um fator limitante para muitas empresas, o que exigirá que as organizações trabalhem de maneira diferente, focando em capacitação e melhores ofertas ou atrativos para atrair e reter profissionais de TI em um momento de dificuldades de composição do seu grupo de trabalho (Jiang et al, 2001).

Conforme o esperado, a carência e perda de profissionais de TI não se restringiu apenas a iniciativa privada, mas também pode ser observada no setor público, sobretudo em se tratando de servidores que não pertencem aos quadros efetivos da Administração Pública, como servidores contratados, terceirizados ou que ocupam cargos em comissão (Chang, 2009; Souza Neto & Carvalho, 2020).

Todo esse cenário de mudança e falta de profissionais para dar conta dessa mudança nos aponta para a importância do estudo do tema e como podemos gerar uma grande contribuição para algo emergente e urgente que é o movimento dos profissionais, seu turnover, focando na gestão pública, mais especificamente nos Tribunais de Contas. Essa temática apresenta fundamental relevância ao se analisar o comprometimento dos serviços prestados à sociedade, uma vez que se intenta perceber as razões por trás da evasão dos profissionais de TI do serviço público em um momento crítico

A lacuna com a qual pretendemos contribuir com este estudo é a do entendimento dos principais motivos que levam os profissionais de TI trocarem o serviço público por outros serviços. Para dar conta dessa contribuição propomos a seguinte pergunta de pesquisa: “Quais os motivadores que explicam a evasão de funcionários da área de tecnologia da informação nos Tribunais de Contas do Brasil no cenário da Covid 19?” A hipótese basal da pesquisa se ancora na relação direta entre melhora das condições de trabalho com o aumento exponencial de ofertas dada a aceleração dependência digital das Organizações e a evasão de profissionais de TI das carreiras públicas não estatutárias.

Para responder a questão de pesquisa, foi realizado um levantamento por meio de aplicação de questionário junto aos representantes do Setor de Tecnologia da Informação dos Tribunais de Contas no Brasil com a participação de 17 Tribunais de Contas, dentre os 33 Tribunais de Contas existentes no país que possibilitaram a captura de dados primários embaixadores das considerações expostas no presente. Foi realizada uma análise estatística dos dados levantados e as conclusões são de que os pontos mais relevantes para a opção de troca de emprego por parte dos profissionais de TI dos Tribunais de Contas pesquisados é em primeiro lugar “Salário”, em segundo “A possibilidade de Teletrabalho Definitivo”, em terceiro, “Passar em outro concurso Público” e por fim “Troca de carreira”.

Os resultados apontam para uma importante contribuição tanto teórica como prática, pois o principal motivo para a troca de emprego apontado é a possibilidade de ganhos maiores no novo emprego, no entanto, estudos demonstram que o salário não é o mais importante para a satisfação dos colaboradores, apenas de ser um dos itens que também são considerados em diversas escalas de satisfação no local de trabalho (Siqueira, 2008; Spector, 1997). A questão do teletrabalho também é uma contrução muito importante, pois indica que os profissionais estão valorizando muito a possibilidade de atuarem a partir dessa modalidade de trabalho, contribuindo para ampliar a satisfação dos colaboradores e ainda reduzir os custos do empregadores (Pimentel & Kurtz, 2021).

## **2. Referencial Teórico**

### **2.1. A Rotatividade de Profissionais de TI no Contexto Pandêmico**

A complexidade das carreiras tecnológicas envolve eixos distintos que permeiam desde a procura por formação na área, passando pela necessidade extrema das Organizações no setor. Tais fatores foram impulsionados quando da urgência em soluções disruptivas para continuidade ou implementação de operações que, em razão do distanciamento social adotado como medida sanitária para contenção do avanço da Covid 19, usaram a tecnologia como palco garantidor de alternativas permitidas (Freitas et al, 2021).

A aceleração digital proveniente do momento crítico agravou uma realidade já identificada pela literatura desde o início dos anos 2000: uma relação inversamente proporcional entre os profissionais de tecnologia ingressantes no mercado de trabalho e o crescimento do setor com a consequente exponencial oferta de vagas. Como toda relação de grandezas opostas, a demanda excessiva por profissionais na área supera o mercado e traz luz ao fenômeno da rotatividade de profissionais de tecnologia (Hernandez, 2020; Souza Neto & Carvalho, 2020).

Chang (2009) retrata em seus estudos a importância de se identificar os fatores que tendem a suprimir ou aumentar as decisões de rotatividade dos profissionais de TI. A autora, focou nas ancoras de carreira para se aprofundar no assunto, caracterizadas como as bases norteadoras das escolhas ligadas à construção da carreira. O estudo concluiu que a rotatividade voluntária dos profissionais de tecnologia está atrelada a

não satisfação das âncoras de carreira pelas Organizações, escalonando como principais âncoras o estilo de vida, a estabilidade da Organização e a incitação ao aprendizado. No mesmo caminho, Jiang et al (2001) perceberam que não existe um motivador único que embase ou justifique o fenômeno da rotatividade nas carreiras de TI, mas sim uma relação entre as âncoras de carreira internas e externas como conjunto de fatores motivadores para a busca de novas oportunidades de carreira.

Algumas causas já foram identificadas como positivamente correlacionadas com a intenção de rotatividade entre profissionais de tecnologia da informação, como é o caso de fatores de estresse no trabalho como a ambiguidade na realização de papéis, ou seja, a indefinição quanto as atribuições no trabalho, e existência de conflitos de papéis, que ocorre quando existem expectativas incompatíveis associadas a realização das funções de trabalho (Igbaria & Siegel, 1992).

A literatura parece racional ao perceber a necessidade da gestão da rotatividade dos profissionais de tecnologia, a partir da oportunização de ações e ferramentas estratégicas. Nesse sentido, Arnold (2016) considerou a teorias da motivação e fatores de higiene de Herzberg como base para fundamentar um levantamento junto à líderes de Organizações no intuito de identificar estratégias de retenção dos profissionais. O estudo identificou oito principais estratégias de retenção que atuam diretamente no aspecto motivador dos funcionários: realização profissional; reconhecimento dos superiores e pares; autonomia e responsabilidade pela execução; interesse no trabalho; fluxo de avanço para tarefas superiores; crescimento profissional.

O custo de substituição de funcionários do setor de tecnologia é alto, principalmente considerando o nível de conhecimento estratégico das Organizações que eles detêm, fator tal que corrobora estudos sobre a temática retenção de funcionários de TI. Dhillon (2020) reconheceu as recompensas e o reconhecimento como principais fatores para gestão da rotatividade do setor, entretanto alguns pontos em seu estudo chamam atenção: a mudança de estação de trabalho com promoção e benefícios voltados ao bem estar do funcionário estendido à familiares. Tais pontos, apesar de não serem inéditos na literatura, reforçam aspectos distintos aos majoritariamente abordados previamente. O autor ressalta que a possibilidade de mudança de estação e ambiente de trabalho proporciona o sentimento de movimento, oxigenação e instiga o desenvolvimento de novas habilidades profissionais e sociais, agindo em pontos como aprendizado e desafios, ao passo que a estratégia de proporcionar bem estar aos funcionários e familiares atuam em pontos como benefícios diretos e apoio e envolvimento da família para continuidade na empresa. Ao analisar a retenção sob a perspectiva dos funcionários de TI, Mutssudi et al (2020) detectou a importância de fatores sociais como aspectos causais na permanência nas Organizações.

A coesão e aderência à equipe e apoio de superiores aparecem como fatores preponderantes para permanência em Organizações, mesmo para funcionários da área de tecnologia que atuam de forma remota ou híbrida, fato de importante análise em uma realidade onde as células de trabalho e layouts irão se transformar, demonstrando a importância dos aspectos de relacionamento ainda que uma das grandes motivações dos profissionais da área seja possibilidade de trabalho remoto (Lima, 2021; Mutssudi et al, 2020).

### 3. Metodologia

O percurso metodológico norteador do estudo pautou-se na análise estatística de dados primários coletados por meio de formulário eletrônico encaminhado aos 33 Tribunais de Contas do Brasil. Contudo, visando a solidez das informações, buscou-se o amparo em dados de fontes múltiplas que respaldassem a pesquisa recorrendo-se tanto ao levantamento de teorias consagradas como à dados secundários, garantindo a agilidade que o assunto possui dentro do cenário de enfrentamento de crise mundial.

O formulário, calcado em um roteiro estruturado, foi oportunizado visando obter dados claros e objetivos acerca do fenômeno evasão de profissionais de TI dos Tribunais de Contas no período da Covid 19, o formulário dividiu-se em perguntas que se enquadravam em três categorias:

- Identificar se o fenômeno da evasão dos profissionais de TI ocorreu de forma generalizada nos Tribunais de Contas do Brasil e, caso positivo, qual a natureza dos funcionários evadidos;
- Detectar quais as motivações dos movimentos de evasão;
- Constatar como os gestores públicos lidaram ou pretendiam lidar com o problema.

Os dados secundários pautaram-se em levantamentos de realizados por Institutos de Pesquisas e foram de fundamental importância dada a abrangência e agilidade na obtenção de dados que permitiram analisar o fenômeno em escalas maiores à amostragem definida e compará-la com os dados primários obtidos a partir do formulário.

O caráter emergente do fenômeno estudado propiciou o recorte de análise temporal para os fatos.

A partir dos entendimentos oriundos da revisão bibliográfica e da avaliação crítica dos dados secundários, as informações obtidas através do formulário foram tratadas de forma estatísticas e relacionais, que possibilitaram explorar o nexos entre algumas variáveis.

A seção seguinte aborda e interpreta de forma analítica os dados primários coletados, focando na discussão relacional e causal sobre a Evasão de Profissionais de TI nos Tribunais de Contas do Brasil.

### 4. Resultados e Análise dos Dados

Os dados coletados no mês de junho de 2021 representam o universo majoritário dos Tribunais de Conta do Brasil, configurando a realidade de 17 dos 33 Tribunais de Conta do país. A pesquisa objetivou identificar pontos supracitados na seção de métodos do presente, estando dividida em 3 eixos.

A Figura abaixo demonstra de forma geral como os dados levantados retratam a situação dos Tribunais de Contas respondentes quanto ao fenômeno investigado.

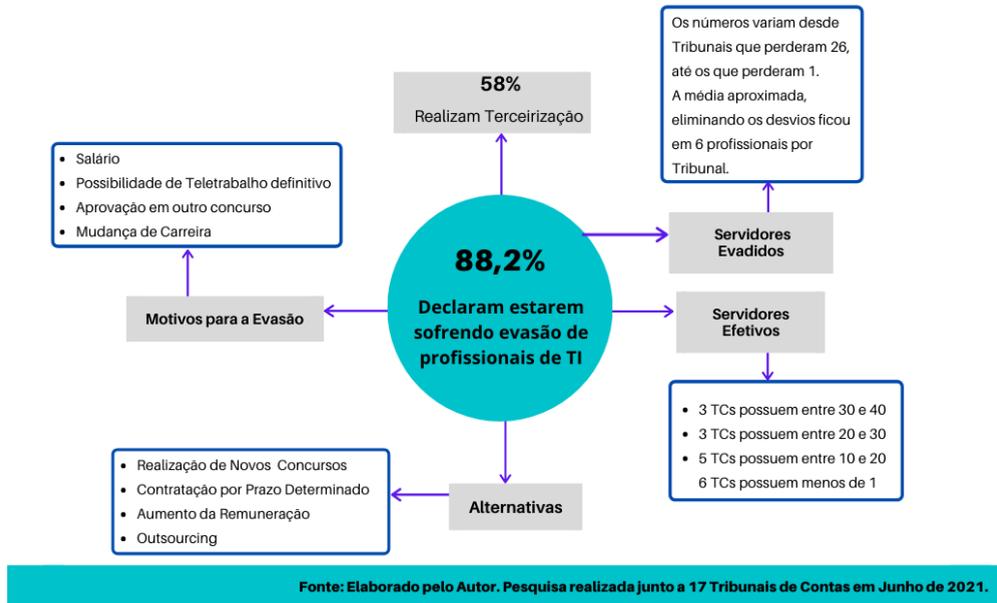


Figura 1 – Panorama sobre a Evasão de Profissionais

#### 4.1. Detecção da Evasão de Profissionais e Formação das Equipes de TI

Os resultados demonstraram que entre 88,2% dos gestores de TI dos Tribunais declaram estarem sofrendo evasão de profissionais de TI em seu Tribunal, o que corresponde a 15 dentre os 17 Tribunais entrevistados. 2 Tribunais declaram não estarem sofrendo os efeitos da evasão de profissionais de TI.

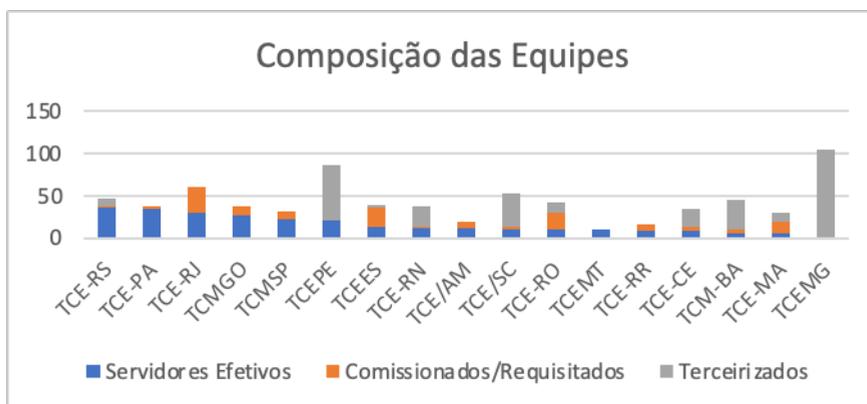


Figura 2 – Composição das Equipes

Em relação ao tamanho das equipes de TI, considerando apenas os servidores efetivos, apenas 3 tribunais possuem mais do que 30 servidores e menos do que 40. 3 Tribunais possuem entre 20 e 30 servidores. 6 possuem entre 10 e 20 e 5 possuem menos de 10 servidores. Na média, o valor encontrado é de 15 servidores efetivos por Tribunal.

No tocante à composição de seu corpo técnico, os números variam de Tribunal para Tribunal. Não existe uma correlação verificada em relação a quantidade de servidores efetivos x comissionados/requisitados ou terceirizados.

Dos tribunais entrevistados, 58,8% (10 Tribunais) realizam a terceirização através da contratação de profissionais de TI; 41,2% (7 Tribunais) ainda não iniciaram essa modalidade de serviço.

A perda de profissionais alcançou praticamente todos os Tribunais entrevistados, entretanto alguns foram mais afetados do que outros. Abaixo podemos verificar com maiores detalhes a composição das perdas de servidores ocorrida.

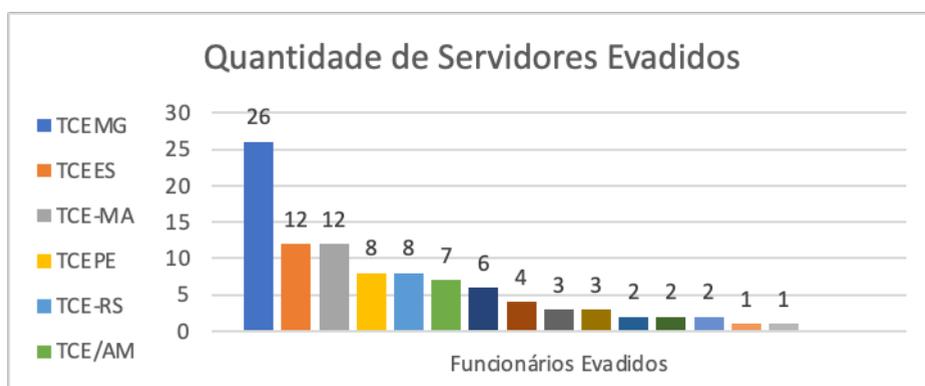


Figura 3 – Quantidade de Servidores Evadidos

Eliminando-se os extremos, para obter uma média mais fidedigna dos valores do grupo, foi aplicada a função “Média.Interna” no excel, com 10% excluído do cálculo. Obteve-se o valor de média de 5,75 profissionais por Tribunal.

Uma informação relevante observada foi a de que, após a evasão, apenas 4 Tribunais de Contas conseguiram repor seus profissionais e, mesmo assim, em um tempo médio de 60 dias para reposição. 11 Tribunais de Contas não conseguiram repor esses profissionais perdidos.

Esses dados demonstram que os Tribunais de Contas estão perdendo seus profissionais de TI para outros empregadores, algo que foi intensificado com a pandemia em acordo com a teoria apresentada (Freitas te al, 2021; Hernandez, 2020; Souza Neto & Carvalho, 2020).

#### 4.2. Motivação para Evasão

No levantamento das dificuldades que foram encontradas como obstáculos de impedimento a reposição, foram listadas diversas dificuldades:

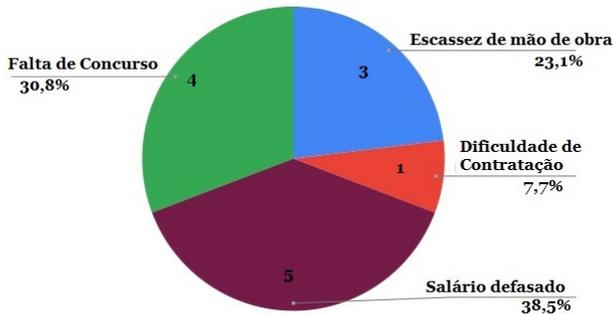


Figura 4 – Dificuldade para a Reposição de Colaboradores

Dado curioso e ao mesmo tempo preocupante, dentre os 11 Tribunais que sofreram com a evasão de profissionais de TI, apenas 2 consideram ter uma boa prática ou sugestão para recomendar aos demais Tribunais de Contas. Um Tribunal recomenda a contratação de Fábrica de Software e outro recomenda a realização de reuniões quinzenais com a empresa contratada para tentar se antecipar aos movimentos de saída e conseguir contornar o que for possível em tempo.

Os entrevistados consideram uma série de fatores como sendo motivos possíveis para essa evasão. Dentre os principais motivos, lidera a questão salarial, sendo esse o principal ponto para 60% dos entrevistados. 6,7% relatam que ocorreu mudança de carreira dos profissionais, enquanto 13,3% relatam que a evasão ocorreu por aprovação em outro concurso. Um aspecto importante, destacado por 20% dos participantes, considera que o motivo para a evasão está relacionado à insegurança quanto à continuidade do teletrabalho.

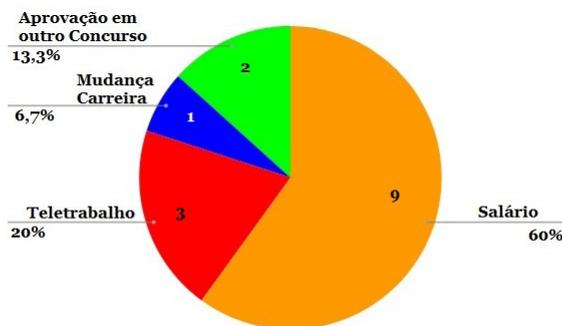


Figura 5 – Motivos para a Evasão

Esses resultados apontam para a questão do salário não competitivo como algo muito importante para a retenção dos profissionais de TI nos Tribunais de Contas. Essa constatação pode ser um problema mais pontual, pois apesar da sua importância na satisfação dos colaboradores, ela pode ser algo secundário, já que outros fatores são

considerados mais importantes para essa satisfação, como apontado pela teoria dos dois fatores de Herzberg (Cheng, 2009; Siqueira, 2008; Spector, 1997).

Os segundo ponto apontado como importante é a questão do Teletrabalho. A falta de uma continuidade nessa modalidade é considerada como um motivo para a evasão. A satisfação com o teletrabalho está ligada tanto à economia provocada pelo não deslocamento até um local de trabalho, que se transforma em renda indireta, como maior mobilidade e adaptabilidade do horário de serviço como outros fatores (Pimentel & Kurtz, 2021)

#### 4.3. Gestão da Crise

Também foi questionado aos participantes quais as ações estavam sendo tomadas para suprir a ausência de profissionais. 6,7% caminha com proposta para justificar a realização de novos concursos que possam aprimorar o quadro técnico dos servidores efetivos. Também 6,7% apostam na realização de contratação por modalidade Contratação por Prazo Determinado. 33,3% dos participantes acreditam que o aumento de remuneração dos servidores/comissionados/terceirizados seria suficiente para impedir a saída de seus colaboradores para outras empresas/órgãos públicos. Já 53,3% dos participantes acreditam que a realização de Contratação de Empresas que possam prestar os serviços necessários seria suficiente para suprir a demanda existente com a perda de seus servidores, sendo essa a modalidade que liderou a pesquisa como alternativa para continuidade dos negócios

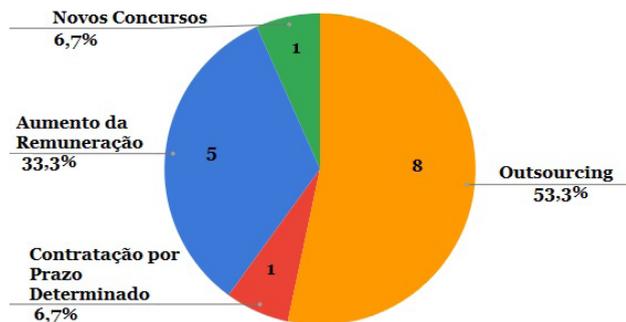


Figura 6 – Alternativas adotadas para a Gestão da Evasão

Encaminhando-se para a parte final deste estudo, importa mencionar a colheita das presentes informações foram extraídas tendo em vista a situação do mercado de trabalho e da crescente evasão de profissionais na área de Tecnologia da Informação que vem ocorrendo e fazendo com que muitas empresas ou organizações públicas tenham que se reorganizar para enfrentar este desafio.

#### 5. Considerações Finais

O presente estudo foi desenvolvido após a aplicação de um questionário dentre os Titulares dos órgãos de TI dos Tribunais de Contas no Brasil.

O resultado demonstra que algumas ações já estão sendo tomadas pelo Sistema Tribunal de Contas no sentido de suprir a demanda que será causada pela perda de profissionais envolvidos nos procedimentos do setor e com experiência. Algumas ações como realização de novos concursos, contratação de empresas para outsourcing de prestação de serviços e contratação por prazo determinado estão sendo consideradas como boas apostas para sanear o problema apresentado.

Constata-se que uma das variáveis mais importantes consideradas na evasão de profissionais de TI está relacionada ao salário, fato que pode se justificar pela dificuldade envolvida na reposição ou no aumento salarial existente no serviço público, bem como a defasagem temporal na concessão desses benefícios em relação ao mercado (Cheng, 2009; Dhillon, 2020; Siqueira, 2008; Spector, 1997). Temos também a questão de teletrabalho sendo considerado como um forte motivador para a permanência e consequentemente a diminuição da intensão de turnover (Pimentel & Kurtz, 2021).

O presente trabalho realizou uma análise prévia, porém significativa e representativa já que espelha um comportamento do mercado e por estar atingindo boa parte dos Tribunais de Contas, e também visível nas demais esferas dos serviço Público. A realização de um estudo mais aprofundado com a participação de todos os tribunais de contas e outros órgãos da administração pública retrataria melhor e de forma mais completa com sugestões para lidar com esse contexto.

Espera-se que com essa análise exploratória de dados em uma série de variáveis, possa apoiar no entendimento das informações e ajudar a entender a evasão de profissionais de TI no âmbito dos Tribunais de Contas no Brasil, bem como as possíveis alternativas para substituição ou retenção desses profissionais.

## Referências

- Amaral, S. & Maio, M. S. Z. (2020) Estratégias de relacionamento com os clientes em tempos de pandemia do novo coronavírus. *Revista Contemporânea*. 2(4), 1-12.
- Arnold, L. R. (n.d.). *ScholarWorks Strategies for Reducing High Turnover Among Information Technology Professionals*. Retrieved from <https://scholarworks.waldenu.edu/dissertations>
- Chang, C. L. H. (2010). The study of the turnover of MIS professionals - The gap between Taiwanese and US societies. *International Journal of Information Management*, 30(4), 301–314.
- Chang, C. L. H., Jiang, J. J., Klein, G., & Chen, H. G. (2012). Career anchors and disturbances in job turnover decisions - A case study of IT professionals in Taiwan. *Information and Management*, 49(6), 309–319. <https://doi.org/10.1016/j.im.2012.08.002>
- Dhillon, M. (2020). Employee Retention Strategies - in Indian Information Technology Sector. *International Journal of Management*, 11(12). <https://doi.org/10.34218/ijm.11.12.2020.148>.
- Executivos Brasileiros Apontam Vacinacao como Principal Medida para Retomada da Economia. Extraído de: <https://www.hsm.com.br/blog/pesquisa-hsm>

- Falta de mão de obra leva empresas de tecnologia a investir na formação de funcionários. *Jornal Nacional*. G1, 17/04/2021. Extraído de: <https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2021/04/17>
- Freitas, R. R.; Sagawe, T. R.; Moura, A. C. D.; Ribeiro, F. G. & Amorim, F. C. (2021) Barriers to telework expansion in the COVID-19 pandemic. *Research, Society and Development*, 10(7), e39110716764
- Hernandez, G. C. (2020) Impactos de la pandemia sobre las organizaciones: una reflexión desde la perspectiva de la gestión de talento humano. *Lúmina – Revisat iberoamericana de contabilidad, administración y economía*. 21, 10-17. <https://doi.org/10.30554/lumina.21.3987.2020>
- Igbaria, M., & Siegel, S. R. (1992). The reasons for turnover of information systems personnel \*. *Information & Management*, 23, 321.
- iMonitor IT (Brazil IT market survey). Estudo Trimestral do Mercado Brasileiro de TI. Abril de 2021. Extraído de: <https://www.advanceconsulting.com.br/pesquisa>
- Jiang, J. J., Klein, G., & Balloun, J. L. (2001). The joint impact of internal and external career anchors on entry-level IS career satisfaction. *Information and Management*, 39(1), 31–39. [https://doi.org/10.1016/S0378-7206\(01\)00077-5](https://doi.org/10.1016/S0378-7206(01)00077-5)
- Lima, J. L. (2021) Gestão de talentos: Realidade sobre a gestão de pessoas durante a pandemia. *Revista Dialogos: Economia e Sociedade*, 5(1), 1-19.
- Mercado de TI tem Grande Demanda e Déficit de Novos Profissionais. Extraído de: <https://brasscom.org.br/mercado-de-ti-tem-grande-demanda-e-deficit-de-novos-profissionais/>
- Okano, M. T.; Santos, H. de C. L. dos; Honorato, W. J.; Viana, A. M. & Ursini, E. L. (2020) Impacts of the Covid-19 pandemic on large companies: evaluation of changes in technology infrastructure for telework under the optics of theories of dynamic capacity and adaptive structure. *Research, Society and Development*, 9(9), e756997852, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i9.7852.
- Pimentel, S. R. & Kurtz, D. J. (2021) Satisfação no trabalho e estresse percebido do teletrabalho no Brasil / Satisfaction at work and perceived stress of home office in Brazil. *Brazilian Journal of Helath Review*. 4(2), 5679-5697.
- Pulso Empresa. IBGE, 2021. Extraído de: <https://covid19.ibge.gov.br/pulso-empresa/>
- Silva, R. L. (2020) Premissas para o êxito do teletrabalho numa abordagem multidisciplinar: Diálogos entre direito e ontopsicologia. *Brazilian Journal of Development*. 6(4), 20717 a 20729. DOI:10.34117/bjdv6n4-301
- Siquira, M. M. M. (2009) Medidas do Comportamento Organizacional: Ferramentas de Diagnóstico e de Gestão. Porto Alegre: Artmed. 267-273.
- Spector, P. E. (1997). *Job satisfaction: Application, assessment, causes, and consequences*. Thousand Oaks, CA.: Sage.

- Souza, J. C.; Bruno-Faria, M. F. (2013) Processo de inovação no contexto organizacional: uma análise de facilitadores e dificultadores. *Brazilian Business Review*, 10(3), 113-136.
- Souza Neto, J. & Carvalho, L. E. M. (2020) A Avaliação da Governança de TI da administração pública sob a ótica dos princípios da governança corporativa. *Revista do Serviço Público*, 71, 345 – 374.
- The Transformation imperative. Digital drivers in the covid-19 pandemic . Extraído de: <https://transformationimperative.economist.com/executive-summary/>
- Valmikam, V. (2016). A Study on Employee Retention in Information Technology Sector. *International journal of research in Management studies* (Vol. 1). Extraído de: <http://www.ijrms.com/olvolume1issue4/Article6.pdf>

# Representación y análisis del retroceso glaciar de la Sierra Nevada de Santa Marta a partir de trayectorias de regiones en movimiento

Camilo Andrés Porras Martín<sup>1</sup>, Álvaro Ortiz Dávila<sup>2</sup>

caporrasm@correo.udistrital.edu.co; aeortizd@udistrital.edu.co

<sup>1-2</sup> Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 110231, Bogotá D.C., Colombia.

**Pages: 386-399**

**Resumen:** Este artículo presenta el retroceso glaciar que ha venido experimentando la Sierra Nevada de Santa Marta ubicada en el Caribe Colombiano debido a los cambios climáticos experimentados a lo largo del tiempo. Para esto, la metodología utilizada contempló la clasificación de imágenes satelitales por medio del algoritmo supervisado de Máquinas de Soporte Vectorial. Posteriormente, se vectorizó la información y se almacenó en una base de datos espacio temporal construida con el propósito de obtener trayectorias, instantáneas visuales de extensión glaciar, modelos tridimensionales y un cálculo estimado del retroceso glaciar durante el periodo de 1850 al 2021. Es relevante mencionar la importancia de las bases de datos espaciotemporales en esta investigación, ya que permiten almacenar información de objetos que cambian constantemente a través del tiempo, es decir que permiten almacenar tanto sus cambios de posición y forma en diferentes periodos de tiempo, lo que abre las puertas a estudios multitemporales, de estos objetos representados a través de regiones en movimiento.

**Palabras-clave:** Retroceso glaciar, clasificación de imágenes, trayectorias, base de datos espacio temporal, regiones en movimiento.

## *Representation and analysis of glacier retreat at Sierra Nevada de Santa Marta from moving regions trajectories*

**Abstract:** This article presents the glacial retreat that the Sierra Nevada de Santa Marta located in the Colombian Caribbean has been experiencing, due to the climatic changes experienced over time. For this, the methodology used contemplated the classification of satellite images by means of the supervised algorithm Vector Support Machines. Subsequently, the information was vectorized and stored in a spatial-temporal database built with the purpose of obtaining trajectories, visual snapshots of glacier extension, three-dimensional models and a estimated calculation of glacier retreat during the period from 1850 to 2021. It is relevant to mention the importance of space-time databases in this research because they allow to store object information that change constantly over time, that is to say,

they allow to store both their changes of position and shape in different periods of time, which opens the doors to multitemporal studies of these objects represented through moving regions.

**Keywords:** Glacier retreat, image classification, trajectories, space-temporal database, moving regions trajectories.

## 1. Introducción

La Sierra Nevada de Santa Marta es el sistema montañoso litoral más alto del planeta el cual redujo su área un 5,5% (aproximadamente 0,39 Km<sup>2</sup>) entre febrero de 2016 y diciembre de 2017. Esta sierra nevada no es una masa continua glaciaria; está conformada por alrededor de 38 masas de hielo independientes de diferente tamaño y relativamente aisladas unas de otras. Esta condición la hace más vulnerable al derretimiento por su mayor grado de exposición al medio (IDEAM, 2017). Adicionalmente, su localización ecuatorial lo hace vulnerable a la pérdida de masa glaciaria, además de la condición global del cambio climático y las problemáticas locales asociadas a prácticas humanas (Lozano et al., 2019).

Es importante tener en cuenta, que la reducción de los glaciares es un proceso mundial que ha venido siendo registrado y documentado por su especial sensibilidad a los cambios climáticos que estamos viviendo actualmente. Desde la segunda mitad del siglo XIX, los glaciares del planeta han experimentado una reducción considerablemente marcada desde hace cuatro décadas y particularmente en Colombia ésta problemática es mucho más notable. En cálculos de área, a mediados del siglo XIX los glaciares de Colombia tenían una extensión de 350 Km<sup>2</sup> y finalizando la década de los cincuenta contó con una extensión de 108Km<sup>2</sup>. Es por ello, que actualmente solo quedan relictos de extensiones glaciares y protegidos bajo la figura de Parques Nacionales Naturales (IDEAM, 2017).

Es importante mencionar, que a través de los años se ha capturado información del área glaciaria de la Sierra Nevada de Santa Marta por medio de diferentes técnicas, como fotografías aéreas, mapas y clasificaciones de imágenes de satélite. Sin embargo, en el presente artículo se hace uso de una base de datos espaciotemporal con información vectorizada de la zona de estudio, con el propósito de obtener instantáneas visuales de extensión glaciaria, modelos tridimensionales y así mismo un cálculo más preciso del factor de cambio del glaciario en el periodo comprendido entre los años 1850 y 2021.

En este sentido, la información almacenada en la base de datos espaciotemporal es producto de diferentes procesos de recolección de información de diversas fuentes, como información oficial de fuentes nacionales, imágenes de satélite, vuelos fotogramétricos y mapas, lo cual garantiza la fidelidad y exactitud de los datos analizados.

Para el desarrollo de la investigación se consultaron diversas fuentes que permitieron destacar que el presente estudio es único en su ámbito debido a que esta metodología no ha sido implementada en escenarios similares al expuesto en el artículo. Sin embargo, se puede resaltar que el modelo semántico utilizado toma como principal referencia la investigación realizada para explorar el crecimiento urbano de Bogotá D.C. a través de trayectorias de regiones en movimiento (Ortiz et al., 2020).

## 2. Metodología

### 2.1. Materiales

Dentro de la metodología se contempló el análisis de imágenes satelitales de diferentes sensores, los cuales brindan información completa del área de estudio. Las imágenes utilizadas se describen en la Tabla 1.

Año	Sensor	Misión	Resolución Espacial	Fecha de Adquisición	Número de Bandas
1986	Landsat 5-TM	Landsat 5	30m	12/22/1986 2:30	7
1992	Landsat 4-TM	Landsat 4	30m	12/14/1992 14:23	7
2000	Landsat-5-TM	Landsat 5	30m	5/18/2000 14:46	7
2007	Landsat-5-TM	Landsat 5	30m	9/11/2007 15:04	7
2015	Sentinel-2A	Sentinel 2	20m	9/22/2015 15:29	13
2021	OLI_TIRS	Landsat 8	30m	3/31/2021 23:07	11

Tabla 1 – Imágenes Satelitales del Área de Estudio

Adicionalmente, se utilizó información vectorial proveniente del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM que contiene la evolución del área glaciar de la Sierra Nevada de Santa Marta calculado a partir de la interpretación de mapas, fotografías aéreas e imágenes satelitales, ver Tabla 2.

Año	Área glaciar (Km <sup>2</sup> )	Fuente de los datos
1850	82.6	
1939	21.4	
1954	19.4	Mapas e interpretación de fotografías aéreas IDEAM y Universidad Nacional de Colombia.
1981	16.1	
1995	11.1	
2010	8.17	
2016	7.1	Interpretación de imágenes satelitales Landsat TM/ETM, Spot, ALOS, RapidEye, QuickBird y Sentinel.
2017	6.54	
2019	6.21	

Tabla 2 – Información Vectorial Utilizada

### 2.2. Clasificación de Imágenes

Para la obtención de las regiones asociadas a las áreas glaciares de la Sierra Nevada de Santa Marta se realizó el proceso de clasificación de imágenes por medio del método supervisado, basado en el algoritmo de Máquinas de Soporte Vectorial - MSV.

### 2.2.1. Máquinas de Soporte Vectorial

Máquinas de Soporte Vectorial – MSV, es el algoritmo clasificador de aprendizaje automático supervisado usado en esta clasificación. Este algoritmo encuentra el hiperplano óptimo para separar el conjunto de datos en clases, centrándose en las muestras de entrenamiento además de los límites de las clases. El hiperplano óptimo se denomina “vector de soporte”. La ventaja de este método de clasificación es su resistencia a valores atípicos, ruido, bandas correlacionadas y muestras de entrenamiento no balanceadas y no distribuidas normalmente. Este clasificador también permite ajustar los pesos de clase a medida que procesa los datos (Green et al., 2017). Una vez realizado el entrenamiento, se procede a la clasificación de cada una de las coberturas presentes en la imagen de la zona de estudio utilizando el algoritmo MSV y el entrenamiento de los polígonos por medio de una clasificación basada en objetos, ver Figura 1.

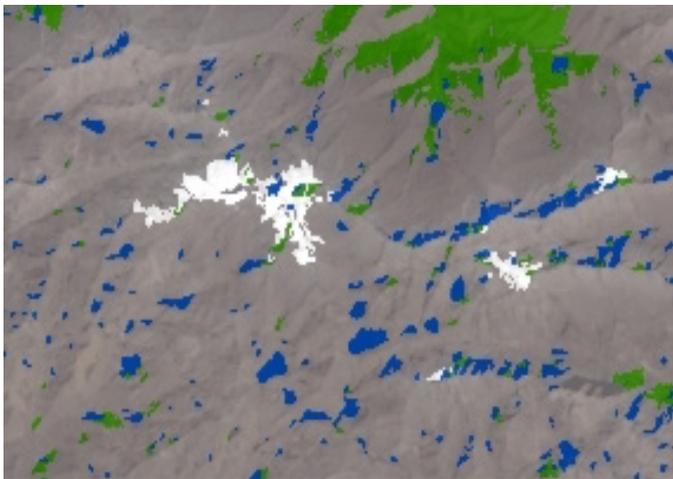


Figura 1 – Clasificación supervisada Sierra Nevada de Santa Marta

### 2.2.2. Precisión de la clasificación

A través de la generación de puntos de referencia (mínimo 50 por cada cobertura identificada), se logra determinar la veracidad de la clasificación, por lo tanto, se procede a crear la matriz de confusión para la validación estadística de la información clasificada, ya que es una herramienta que permite la estimación de desempeño del algoritmo utilizado (Chuvieco Salinero, 1996).

En la Tabla 3 se muestra la precisión general de la clasificación (parte inferior de la diagonal). La precisión general es útil para una comprensión global de las clases del mapa ya que estos resultados explican la precisión de las clases individuales, así como la confusión entre clases. Si los resultados fuera de la diagonal revelan una confusión de clase constante, puede ser necesario ajustes a los parámetros del clasificador o recopilar más muestras de entrenamiento. Es importante tener en cuenta que la precisión del

productor es la precisión con la que los resultados de la clasificación cumplen con las expectativas del creador (Patiño, 2017).

Cobertura	Bosques	Afloramientos Rocosos	Glaciares y Nivales	Lagos, Lagunas, Ciénagas	Total	Precisión Usuario	Kappa
Bosques	114	3	0	0	117	0.9743	0
Afloramientos Rocosos	3	359	1	2	365	0.9835	0
Glaciares y Nivales	0	2	8	0	10	0.8	0
Lagos, Lagunas y Ciénagas	2	0	0	8	10	0.8	0
Total	119	364	9	10	502	0	0
Precisión Productor	0.9579	0.9862	0.8888	0.8	0	0.9741	0
Kappa	0	0	0	0	0	0	0.9378

Tabla 3 – Matriz de confusión OLI\_TIRS 2021

Finalmente, para la precisión general de la clasificación, se calcula el coeficiente kappa que proporciona una evaluación general de la precisión de la clasificación. En la Tabla 4 se muestran los resultados de las estadísticas kappa obtenidas para cada una de las imágenes de satélite clasificadas.

Año	Sensor	Coefficiente Kappa
1986	Landsat 5-TM	0.9836
1992	Landsat 4-TM	0.9110
2000	Landsat-5-TM	0.8794
2007	Landsat-5-TM	0.8956
2015	Sentinel-2A	0.9725
2021	OLI_TIRS	0.9378

Tabla 4 – Coeficiente Kappa de las imágenes satelitales clasificadas

De acuerdo con los coeficientes Kappa obtenidos, se evidencia una alta precisión en la clasificación de las imágenes, ya que según (Landis & Koch, 1977) si el coeficiente Kappa se encuentra entre 0.81-1.00 existe una fiabilidad casi perfecta.

### 2.3. Almacenamiento de la información en bases de datos espacio temporales

Para el almacenamiento de la información, es necesario vectorizar las clasificaciones de las imágenes analizadas en la investigación, con el propósito de generar las instantáneas de tiempo y las trayectorias para cada año. Es importante mencionar que la

estructuración de la información en bases de datos espacio temporales es un factor clave para la representación de las trayectorias y el cálculo del retroceso glaciar utilizando regresiones lineales múltiples (Mckennney & Frye, 2015).

**2.3.1. Modelo de base de datos para el almacenamiento de regiones en movimiento y sus trayectorias.**

En la Figura 2 se define un modelo de almacenamiento de información que permite almacenar de manera adecuada la información de cada una de las entidades que participan en la representación del retroceso glaciar. Adicionalmente, el modelo entidad relación contempla variables importantes que están directamente relacionadas con el objeto de la investigación, como lo pueden ser, la variación de la temperatura, fenómenos climáticos o variaciones estacionales.

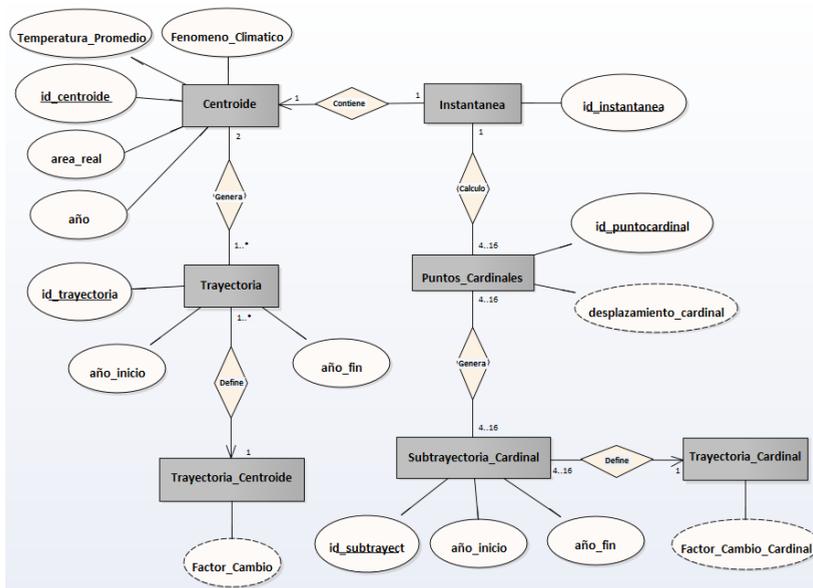


Figura 2 – Modelo ER (Entidad Relación) para la información en la BD espacio temporal

Este modelo muestra desde un nivel semántico como es el movimiento de la región en diferentes periodos de tiempo, asociando información de los cambios presentados en las variables de la dinámica temporal de las regiones en movimiento (Ortiz et al., 2020). De manera general, el modelo describe la generación de una subtrayectoria, entre el centroide de la región en el tiempo inicial y el centroide de la región en el tiempo final, de manera tal que se puede describir el movimiento de la región en cada uno de sus periodos de tiempo. Adicionalmente, permite definir cardinalmente donde se han presentado los desplazamientos de la región (Retroceso Glaciar) entre dos periodos de tiempo distintos directamente relacionados a través de las subtrayectorias del movimiento.

### 2.3.2. Trayectorias de regiones en movimiento

La trayectoria de regiones en movimiento es el trazo generado por un objeto que se mueve en un espacio geográfico (Zheng et al., 2011). En este sentido, en la Figura 3 se detalla el flujo de procesos a realizar dentro de la base de datos espacio temporal para el almacenamiento y análisis de trayectorias de regiones en movimiento aplicadas a la determinación del retroceso glaciar de la Sierra Nevada de Santa Marta.

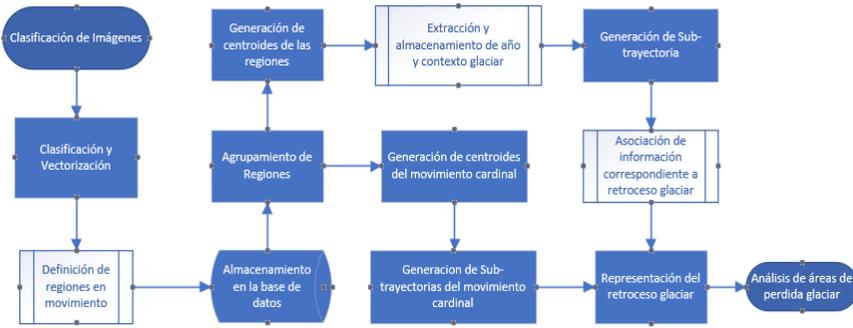


Figura 3 – Flujo de actividades para la generación de trayectorias de regiones en movimiento

El proceso descrito dentro del flujo de la Figura 3 relacionado con la generación de las trayectorias de las regiones en movimiento y sus puntos cardinales, comprende la generación de un conjunto de funciones SQL y procedimientos almacenados en la base de datos.

En la Figura 4 se puede observar un ejemplo de la función que permite generar las subtrayectorias cardinales para cada uno de los puntos cardinales generados a partir de una función espacial.

```

Algoritmo subtrayectorias cardinales (
    ai integer,
    af integer,
    ti integer,
    tf integer)
    retorna int
Declare pinicio := 1, pfinal, := 17 ;
Begin
    While (pinicio < pfinal)
        Loop
            geometria = ST_3DShortesLine( geometria from puntos cardinales where año = ai and trayec = ti,
                                           geometria from puntos cardinales where año = af and trayec = ti)
            Insertar into Tabla_Subtrayectoria_Cardinal (
                año_inicio,
                año_fin,
                id_trayectoria,
                líneaXYZ) values (ai,af,ti,geometria)
            pinicio := pinicio + 1;
        End loop
    RETORNE 0
END;
    
```

Figura 4 – Algoritmo de generación de las subtrayectorias cardinales

Una vez creadas cada una de las funciones que permiten la generación de cada una de las entidades descritas en el modelo ER, se procede a la utilización de una interfaz gráfica para renderizar los elementos almacenados en la base de datos y obtener las representaciones graficas de las trayectorias de regiones en movimiento.

A continuación, se encuentra el resultado del flujo de actividades y conjunto de algoritmos descritos anteriormente, en donde se pueden visualizar las trayectorias del retroceso glaciar de la Sierra Nevada de Santa Marta en el periodo comprendido entre 1850-2021.

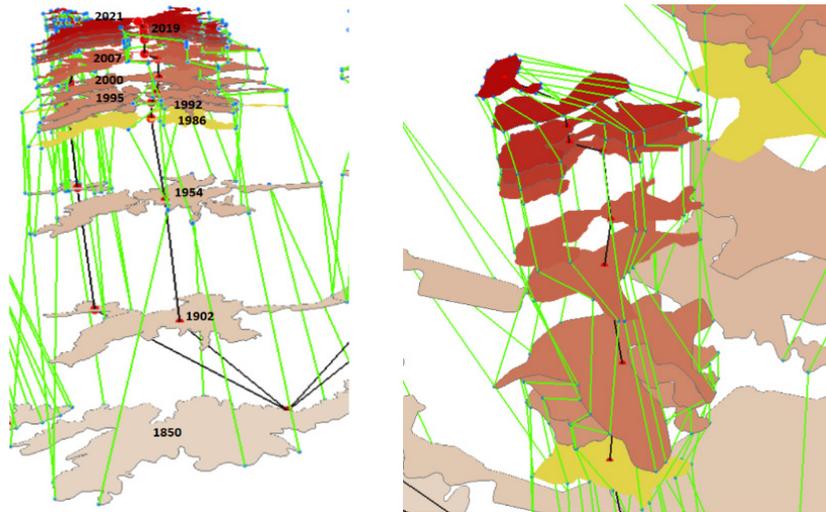


Figura 5 – Trayectorias de regiones en movimiento

### 3. Resultados

Como resultado del almacenamiento de información en bases de datos espacio temporales y la aplicación de algoritmos que permiten la obtención de trayectorias, se pueden implementar proyecciones gráficas y predicción de posibles valores futuros para las regiones en movimiento por medio de la integración de modelos estadísticos (Düntgen et al., 2007).

#### 3.1. Modelo de Regresión Lineal Múltiple

El análisis de regresión lineal múltiple permite establecer la relación entre una variable dependiente y un conjunto de variables independientes (Granados, 2016). Es por ello que a diferencia del modelo de regresión simple, el modelo múltiple se aproxima más a situaciones de análisis real puesto que los fenómenos, hechos y procesos naturales, por definición, son complejos y, en consecuencia, deben ser explicados en la medida de lo posible por la serie de variables que, directa e indirectamente, participan en su definición (Rodríguez & Mora, 2001).

La regresión múltiple está dada por la ecuación (1):

$$Y = a + b_{1x_1} + b_{2x_2} + \dots + b_{n \times n} + e \quad (1)$$

En donde la variable  $Y$  es la variable dependiente o a predecir, y las variables  $a, b_{1x_1}, b_{2x_2}, \dots, b_{n \times n}$ , son los parámetros desconocidos a estimar junto con la variable  $e$  que define el error de la predicción de los parámetros (Rodríguez & Mora, 2001). Teniendo en cuenta lo explicado anteriormente, es necesario establecer las variables que participaran en el análisis de regresión lineal múltiple, las cuales se describen en la Tabla 5.

Area ( $Y$ )	Año ( $b_1$ )	Temperatura ( $b_2$ )	Fenomenos Climaticos ( $b_3$ )	Temperatura Mundial ( $b_4$ )
81.49253	1850	26.23984566	0	7.78
23.50071288	1954	26.81492122	-0.383333333	8.57
12.81680338	1986	26.83460825	0.241666667	8.83
12.36602757	1992	27.30988283	0.641666667	8.81
12.19598419	1995	27.33988296	-0.158333333	9.3
8.693314572	2000	26.93984967	-0.825	9.23
8.26684744	2007	27.47486852	-0.608333333	9.5
8.159306644	2010	27.7087802	-0.475	9.55
7.731185318	2015	28.28487228	1.458333333	9.92
7.233755087	2016	27.74997117	0.325	10
6.530237896	2017	27.43489748	-0.208333333	9.83
6.10758857	2019	28.12432399	0.475	10.08
5.040224713	2021	28.13497823	-0.358333333	10.13

Tabla 5 – Variables definidas para la regresión lineal múltiple

A partir de la información de la Tabla 5, se define la variable dependiente  $Y$ , como el área de la región expresada en  $Km^2$  y las variables independientes como:

$b_1$  = Año

$b_2$  = Temperatura promedio de la región de la Sierra Nevada de Santa Marta ( $^{\circ}C$ )

$b_3$  = Variación climática por fenómenos climáticos como El Niño o La Niña ( $^{\circ}C$ )

$b_4$  = Promedio del incremento de las temperaturas a nivel mundial ( $^{\circ}C$ )

La información de la temperatura fue obtenida por medio de fuentes de datos históricos publicados por la organización independiente sin fines de lucro de Estados Unidos centrada en ciencias de datos Berkeley Earth (Berkeleyearth.org, 2021) y la información de la variación climática extraída de la página web de la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica NOAA (Climate Prediction Center Internet Team, 2005).

### 3.2. Análisis de regresión exploratoria

El análisis de regresión exploratoria es una herramienta de extracción de datos que calcula todas las posibles combinaciones de variables explicativas para ver qué modelo cumple todos los diagnósticos por medio de OLS (Mínimos Cuadrados Ordinarios) (Wright &

Harder, 2019). Al evaluar todas las combinaciones posibles de variables independientes, se puede incrementar las probabilidades de encontrar el mejor conjunto de variables que se ajusten al modelo.

En la Figura 6 se visualiza el análisis de regresión exploratoria en donde se puede observar el conjunto de variables que mejor se ajusta a la investigación.

Debido al  $R^2$  ajustado de 0.99, el cual muestra la efectividad que tienen las variables independientes de explicar la variable dependiente (Rodríguez & Mora, 2001), se establece que el mejor conjunto de variables que explica el retroceso glaciar son el año del área calculada, temperatura promedio de la región, temperatura promedio mundial y los fenómenos climáticos. Dando como resultado un modelo muy preciso para aplicar a las trayectorias de regiones en movimiento y obtener un factor de retroceso glaciar expresado en una ecuación, que determina los posibles valores futuros de las áreas de cobertura glaciar de la Sierra Nevada de Santa Marta.

```

Choose 4 of 5 Summary
Highest Adjusted R-Squared Results
AdjR2 AICc JB K(BP) VIF SA Model
0.99 71.63 0.37 0.27 12.51 0.84 -YEAR*** -TEMPPROM +TEMPCOL** +TEMPWORLD**
0.99 73.03 0.10 0.42 11.57 0.72 -YEAR*** +TEMPCOL* +TEMPWORLD* -FENOMENO
0.99 77.90 0.04 0.50 14.12 0.40 -YEAR*** +TEMPPROM +TEMPWORLD** +FENOMENO
-----
Passing Models
AdjR2 AICc JB K(BP) VIF SA Model
-----
Choose 5 of 5 Summary
Highest Adjusted R-Squared Results
AdjR2 AICc JB K(BP) VIF SA Model
0.99 81.84 0.48 0.31 15.66 0.81 -YEAR*** -TEMPPROM +TEMPCOL* +TEMPWORLD** +FENOMENO
-----
Passing Models
AdjR2 AICc JB K(BP) VIF SA Model
-----
***** Exploratory Regression Global Summary (AREA) *****
Percentage of Search Criteria Passed
Search Criterion Cutoff Trials # Passed % Passed
Min Adjusted R-Squared > 0.70 31 16 51.61
Max Coefficient p-value < 0.05 31 5 16.13
Max VIF Value < 7.50 31 17 54.84
Min Jarque-Bera p-value > 0.10 31 22 70.97
Min Spatial Autocorrelation p-value > 0.10 15 13 86.67
-----
    
```

Figura 6 - Análisis de regresión exploratoria aplicada al caso de estudio.

### 3.2.1. Análisis de regresión lineal múltiple para toda la Sierra Nevada de Santa Marta

Como resultado del análisis de regresión exploratoria, se extrajeron los conjuntos de variables más adecuados para generar la regresión lineal múltiple desde el motor de base de datos, el cual permitió obtener el siguiente conjunto de coeficientes que se ajusta al modelo con un alto nivel de precisión, dichos valores se muestran en la Tabla 6.

Estadísticas de la regresión	
$R^2$	0.991763211
$R^2$ ajustado	0.987644817
Error estandar	2.270307379
# Observaciones	13
Significancia F	2.28628e <sup>-0.8</sup>

Estadísticas de la regresión	
Intercept	1045.462871
$b_1$ año	-0.565989394
$b_2$ temperatura	0.316998864
$b_3$ fenómeno climático	0.680883473
$b_4$ temperatura mundial	9.421491153

Tabla 6 – Resultados del análisis de regresión múltiple

Definiendo el  $R^2$  como el coeficiente de correlación múltiple al cuadrado, este valor mide la variabilidad de la variable dependiente explicada por las variables independientes (Rodríguez & Mora, 2001). Y el  $R^2$  ajustado como coeficiente de variabilidad el cual no se ve influenciado por el número de variables (Granados, 2016). Se puede concluir que el modelo tiene una confiabilidad de cerca del 98%, lo que significa que las temperaturas de los años registrados en la base de datos, las variaciones climáticas generadas por los fenómenos del Niño y la Niña tienen una relación directa muy estrecha con la disminución del área glaciar de la Sierra Nevada de Santa Marta. Esta relación que determina el factor de cambio se explica a través de la ecuación (2):

$$Area\ Glaciar = 1045.46 - 0.565(año) + 0.316(Temperatura) + 0.68(Fenomeno\ Climatico) + 9.42(Temperatura\ Mundial) + e \tag{2}$$

En la Tabla 7 se muestran las proyecciones construidas a partir de la ecuación obtenida en donde se puede concluir que aproximadamente para el 2032 la Sierra Nevada de Santa Marta, perderá la totalidad de su masa glaciar.

Área Glaciar	Año
5.167406597 km <sup>2</sup>	2022
4.63311709 km <sup>2</sup>	2023
4.098827583 km <sup>2</sup>	2024
3.564538075 km <sup>2</sup>	2025
3.030248568 km <sup>2</sup>	2026
2.495959061 km <sup>2</sup>	2027
1.99336944 km <sup>2</sup>	2028
1.459079933 km <sup>2</sup>	2029
0.924790425 km <sup>2</sup>	2030
0.390500918 km <sup>2</sup>	2031
0 km <sup>2</sup>	2032

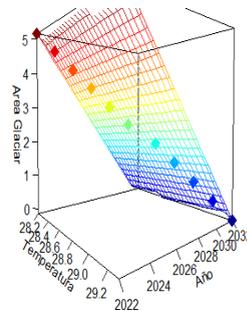


Tabla 7 – Proyecciones de la Sierra Nevada de Santa Marta entre 2022 y 2032

### 3.2.2. Análisis de regresión múltiple para una trayectoria

Una de las ventajas de poder utilizar las trayectorias de regiones en movimiento en este tipo de análisis, es poder filtrar los datos y generar análisis aislados para una sola de las trayectorias que componen la trayectoria general de toda la Sierra Nevada de Santa Marta. Por lo tanto, en la Figura 7, se visualizan las trayectorias que conforman el área de estudio.

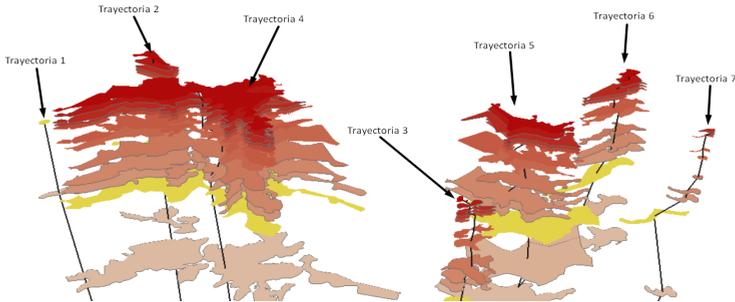


Figura 7 – Trayectorias que componen la Sierra Nevada de Santa Marta

El análisis aislado se centra en la trayectoria número 3, asociada a la región glaciaria que se encuentra más al sur de la Sierra Nevada de Santa Marta y es una de las más afectadas por el paso de los años, ver Tabla 8.

Estadísticas de la regresión		Coeficientes	
$R^2$	0.885215677	Intercept	60.25749189
$R^2$ ajustado	0.846954237	$b_1$ año	-0.036748335
Error estandar	0.611220528	$b_2$ temperatura	0.496859624
# Observaciones	13	$b_3$ fenómeno climático	0.000381301
Significancia F	0.000144816		

Tabla 8 – Resultados del análisis de regresión múltiple aplicados a la trayectoria 3

Una vez validado que el modelo, se puede obtener el factor de cambio expresado en la ecuación (3):

$$\begin{aligned}
 \text{Area Glaciaria} = & 60.25 - 0.036(\text{año}) + 0.496(\text{Temperatura}) \\
 & + 0.0003(\text{Fenomeno Climatico}) + e
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

Como resultado, se puede concluir que la trayectoria 3 desaparecerá aproximadamente en el año 2022, como se describe en la Tabla 9.

Área Glaciar	Año
5.843136914	1850
0.183408977	1954
0.959510899	1986
0.418751447	1992
0.418751447	1995
0.612025491	2000
0.202384079	2007
0.168152857	2010
0.168152857	2015
0.071236893	2016
0.11233253	2017
0.11233253	2019
0.033484221	2021
-0.036201018	2022

Tabla 9 – Proyecciones área de la trayectoria 3 para el 2022

#### 4. Conclusiones

Se puede concluir que a través de la semántica del movimiento de las regiones y usando como base las trayectorias de puntos en movimiento, podemos generar trayectorias de regiones en movimiento, las cuales describen como una región puede cambiar a través del tiempo, y así mismo verse afectada por diferentes factores que influyen directamente en cómo se desplazan y transforman en el espacio (Ortiz et al., 2020). Por lo tanto, la semántica del movimiento de las regiones permite describir con gran precisión como la Sierra Nevada de Santa Marta ha ido cambiando a través del tiempo, y así mismo obtener una trayectoria del cambio de cada una de las masas glaciares que la componen.

La Sierra Nevada de Santa Marta afronta un destino crítico, debido a diferentes factores (aumento de las temperaturas y fenómenos climáticos) que están generando una pérdida de masa glaciar considerable a medida que transcurre el tiempo. Es por ello, que en aproximadamente 10 años la masa glaciar de la Sierra Nevada de Santa Marta habrá desaparecido por completo y de igual manera en aproximadamente 1 año la masa glaciar que se encuentra más al sur se habrá derretido en su totalidad.

Adicionalmente se logra determinar un factor de cambio expresado a través de una ecuación de regresión lineal múltiple, la cual permite evaluar con base en su trayectoria de movimiento, los posibles escenarios futuros a los que se enfrenta la Sierra Nevada de Santa Marta y así mismo poder proyectar como evolucionara su masa glaciar en el futuro, no solo para la totalidad de ella, sino que también podremos determinar específicamente las regiones que desaparecerán o en un caso optimista se generarán a partir de su trayectoria.

## Referencias

- Berkeleyearth.org. (2021). *Berkeley Earth data files*. <https://berkeleyearth.org/data>
- Chuvieco Salinero, E. (1996). *Fundamentos de teledetección espacial* (Ediciones RIALP (ed.); Ediciones RIALP). Ediciones RIALP. <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=catalco.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=064261>
- Climate Prediction Center Internet Team. (2005). *El Niño / Southern Oscillation (ENSO)*. <https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/MJO/enso.shtml#history>
- Düntgen, C., Behr, T., Güting, R. H., Hagen, D., Christian, D., & G, R. H. (2007). BerlinMOD: A Benchmark for Moving Object Databases. *Science*, 1–40.
- Granados, R. M. (2016). *Modelos de regresión lineal múltiple*. Universidad de Granada.
- Green, K., Russell, C., & Tukman, M. (2017). Imagery and GIS : best practices for extracting information from imagery. In *Esri Press*. Esri Press.
- IDEAM. (2017). *Informe del estado de los glaciares Colombianos*. <http://www.ideam.gov.co/documents/24277/72621342/Informe+del+Estado+de+los+glaciares+colombianos.pdf/26773334-c132-4672-91db-f620e8a989f9>
- Lozano, R. J., Ministro, P., González, Y., Directora General, H., Bautista, G. G., General, S., Vargas, N. O., & Subdirector De Hidrología, M. (2019). *Informe del estado de los glaciares Colombianos*.
- Mckennney, M., & Frye, R. (2015). Generating Moving Regions from Snapshots of Complex Regions. *ACM Trans. Spatial Algorithms Syst.*, 1(1), 4:1–4:30. <https://doi.org/10.1145/2774220>
- Ortiz, A. E., Rocha, L. A., & Medina, R. J. (2020). Modelo Semántico para Trayectorias de Regiones en Movimiento. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*.
- Patiño, J. E. (2017). Emilio Chuvieco, Fundamentals of satellite remote sensing: An environmental approach. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 44(6), 1171–1173. <https://doi.org/10.1177/2399808317711988>
- Rodríguez, M., & Mora, R. (2001). *Estadística informática casos y ejemplos con el SPSS* (S. de P. Universitat d'Alacant / Universidad de Alicante (ed.)).
- Wright, D., & Harder, C. (2019). *GIS for Science: Applying Mapping and Spatial Analytics* (Esri Press (ed.); Vol. 1).
- Zheng, Y., Zhou, X., Jeung, H., Yiu, M. L., & Jensen, C. S. (2011). *Computing with Spatial Trajectories* (Y. Zheng (ed.)). Springer US.

# Tendencias investigativas en procesos de gestión del conocimiento en el aprendizaje por medio de dispositivos móviles: un análisis bibliométrico

Luis Fernando Garcés-Giraldo<sup>1</sup>, Paula Rodriguez-Correa<sup>2</sup>, Alejandro Valencia-Arias<sup>1</sup>, Cristina Ocampo-Osorio<sup>2</sup>, Orfa Nidia Patiño-Toro<sup>3</sup>, Martha Benjumea-Arias<sup>3</sup>

lgarcés@americana.edu.co; cies4@escolme.edu.co; jvalencia@americana.edu.co;  
cies@escolme.edu.co; orfapatino@itm.edu.co; marthabenjumea@itm.edu.co

<sup>1</sup> Corporación Universitaria Americana, 050012, Medellín, Colombia. Autor de correspondencia\*

<sup>2</sup> Institución Universitaria Escolme, 02804, Medellín, Colombia.

<sup>3</sup> Instituto Tecnológico Metropolitano, 050012, Medellín, Colombia

**Pages: 400-416**

**Resumen:** La gestión del conocimiento es un pilar de relevancia dentro del contexto de la globalización en donde la información es uno de los principales bienes de interés. El propósito de esta investigación se centra en identificar las tendencias investigativas en los procesos de gestión del conocimiento en el aprendizaje por medio de dispositivos móviles mediante un análisis bibliométrico. Se lleva a cabo un análisis bibliométrico como metodología, donde se encuentran 82 trabajos científicos alrededor del campo, información a partir de la cual se construyeron y analizaron indicadores de productividad, calidad y tendencias temáticas. Se identifica un crecimiento en el tema y principalmente se encuentran como tendencias temáticas los dispositivos móviles, la interacción persona-ordenador, sistemas basados en el conocimiento, sistemas de aprendizaje y tecnología e informática móviles. Se concluye que la gestión del conocimiento es un factor importante dentro del proceso de adopción de las tecnologías relacionadas al aprendizaje en línea aplicado a los dispositivos móviles.

**Palabras-claves:** Aprendizaje; bibliometría; dispositivos móviles; gestión del conocimiento

## *Augmented reality applications in learning through mobile devices: a bibliometric analysis*

**Abstract:** Knowledge management is a pillar of relevance within the context of globalization where information is one of the main assets of interest. The purpose of this research focuses on identifying research trends in knowledge management processes in learning through mobile devices by means of a bibliometric analysis. A bibliometric analysis is carried out as a methodology, where 82 scientific papers around the field are found, information from which indicators of productivity, quality and thematic trends were built and analyzed. A growth in the subject is

identified and mainly mobile devices, human-computer interaction, knowledge-based systems, learning systems and mobile technology and informatics are found as thematic trends. It is concluded that knowledge management is an important factor in the adoption process of technologies related to online learning applied to mobile devices.

**Keywords:** Learning; bibliometrics; mobile devices; augmented reality

## 1. Introducción

La sociedad del conocimiento en la que se mueve el mundo de hoy en día se ha caracterizado por lograr un avance en las comunicaciones y en el tratamiento de la información, incluyendo el desarrollo tecnológico que implica (De La Torre-Martínez et al. 2016; Correa-Díaz et al. 2019). Dado el rápido crecimiento que ha tenido el sector de las telecomunicaciones y el desarrollo de herramientas digitales para los dispositivos móviles, es de resaltar la importancia de estos dispositivos dentro de los procesos culturales y sociales, que se entremezclan en la gestión del conocimiento, la cual es un pilar de relevancia dentro del contexto de la globalización en donde la información es uno de los principales bienes de interés (Rodríguez-Lora et al. 2016; Escalante-Ferrer et al. 2020).

Este auge de las herramientas enfocadas en las tecnologías móviles ha traído una gran variedad de ventajas en diferentes sectores (Acevedo-Correa et al. 2019; Becerril-Elías y Merritt, 2021), entre ellos el educativo con la incorporación de las alternativas de educación virtual y el uso de las herramientas digitales en las clases regulares. La gestión del conocimiento es un factor importante dentro del proceso de adopción de las tecnologías relacionadas con el aprendizaje en línea aplicado a los dispositivos móviles, conocido más comúnmente como M-learning en donde se integran distintas herramientas que permiten mejorar el proceso de aprendizaje por medio de las tecnologías de la información y las comunicaciones (Ismail & Arshah, 2016; Malik & Al-Emran, 2018; Díez-Echavarría et al. 2018).

Como los dispositivos móviles, que se encuentran muy presentes en la vida de los estudiantes, están disponibles en todas las áreas y escenarios, las instituciones educativas de todo el mundo han empezado a utilizar la tecnología móvil para facilitar el aprendizaje de manera innovadora (Valencia-Arias et al. 2018). La tecnología móvil puede mejorar la experiencia de aprendizaje y el rendimiento de los estudiantes. Esto se logra proporcionando entornos de aprendizaje ampliables y motivando el aprendizaje adaptativo y de colaboración fuera del contexto del aula (Nedungadi & Raman, 2012).

En las instituciones de educación es un tema de interés el conocimiento de los factores que permitan incorporar las tecnologías asociadas al M-learning, como una estrategia para el mejoramiento de los procesos educativos dentro de las tendencias tecnológicas. En este aspecto, los sistemas de M-learning se ven beneficiados de los factores de la gestión del conocimiento para poder mejorar la capacidad de aprendizaje de los estudiantes haciendo uso de los dispositivos móviles. De ese modo, los estudiantes pueden adquirir los conocimientos que se transfieren a través de dispositivos móviles, compartir los conocimientos adquiridos con otros y aplicar los conocimientos adquiridos y compartidos en sus procesos de aprendizaje (Al-Emran et al., 2020; AlSagri & Zemirli, 2015).

Aspectos como la calidad de la información, la compatibilidad, seguridad y confianza, así como la disponibilidad de los recursos, son percibidas por los estudiantes como los principales motivadores de la aceptación de sistemas de M-learning, así como del éxito de la ejecución de este tipo de proyectos, dentro de los procesos educativos que se llevan a cabo en las instituciones de educación superior (Almaiah et al., 2019; Pocatilu et al., 2010).

En lo que respecta a la gestión del conocimiento, el M-learning es una práctica en la que se puede ver aplicada esta gestión, ya que favorece una atmósfera de aprendizaje fiable, en la que los conocimientos se han adquirido y compartido eficazmente entre los usuarios (Viberg & Grönlund, 2013). Desde la comunidad académica, el énfasis sobre la investigación en el tema gira alrededor de las relaciones que hay entre la gestión del conocimiento y su influencia dentro de los procesos de adopción tecnológica. En su estudio Al-Emran y Mezhuyev (2020), enfocan su atención en la comprensión de la dinámica que hay en el comportamiento de la intención de los estudiantes para utilizar sistemas de M-learning y el impacto de la gestión del conocimiento, a partir de sus factores: adquisición, difusión, aplicación y protección. A través del uso de un análisis de datos empíricos, se pudo concluir que, tanto el intercambio de conocimientos como la protección de estos funcionan bien para determinar la intención conductual de los estudiantes. Este tipo de estudios permiten tener una mayor comprensión de cómo es el proceso de adopción que se tiene respecto a la incorporación de los avances del M-learning.

Otro de los temas atractivos en el campo investigativo es el desarrollo de aplicaciones de M-learning en las que se integre la perspectiva de la gestión del conocimiento y sus factores, para mejorar el rendimiento de los procesos de aprendizaje. Estas aplicaciones centran sus funciones en la incorporación de los estudiantes en medios en los que sea fácil tener conversaciones y participar de manera activa con los demás miembros de la comunidad educativa, encontrar las respuestas a las preguntas que surgen, facilitar la colaboración en equipos y el intercambio de conocimientos, con el fin de mejorar el aprendizaje, haciendo también que este tipo de opción sea aplicable en contextos curriculares variados y con diferentes propósitos (Agbo & Oyelere, 2019).

Todo este interés encuentra impulso en factores como la disponibilidad que se tiene en los dispositivos móviles, costos, nivel de acceso a la infraestructura móvil (acceso a Internet), así como la motivación de los estudiantes (Al-Emran et al., 2018; Sitzmann et al., 2013). De esta manera, también es importante tener el conocimiento y comprensión de las relaciones que hay en la dinámica de la percepción y adopción de estas tecnologías en los estudiantes, quienes son los usuarios finales de este tipo de herramientas digitales.

Teniendo en cuenta las ventajas de la accesibilidad que tienen los avances en M-learning en el desarrollo personal y educativo, y teniendo en cuenta tanto los gustos y habilidades de los usuarios, Osipova et al. (2016) desarrollan una aplicación móvil centrada en la práctica del idioma inglés para la promoción de una formación en las competencias comunicativas, general y profesional, de los especialistas en la sociedad globalizada. La aplicación móvil permite organizar el proceso de aprendizaje de la fonética práctica del inglés a través de un modelo que integra formas de aprendizaje flexible. Este tipo de aplicaciones además ayudan en la adquisición de nuevo vocabulario y de mejoras en los

procesos de lectura y comprensión, aprovechando la afinidad que tienen los estudiantes con estas herramientas tecnológicas (Chiou et al., 2015).

También hay ejemplos de varios desarrollos para mejorar el aprendizaje de las matemáticas como Mathsway, Malmaths, Cymaths, o Mathematics, que fueron diseñadas con el fin de cambiar la manera en que los estudiantes interactúan con esta materia, incorporando nuevas formas de interacción a través de gráficas, modelos, simulaciones y otros elementos relacionados (Başaran & Haruna, 2017). En otros estudios, la atención se centra en el desarrollo de herramientas que están dirigidas a los más jóvenes, como el estudio desarrollado por Kraveva et al.,(2016) quienes enfocan la discusión en la elección de los mejores materiales para la formación de una aplicación móvil para estudiantes preescolares, haciendo énfasis en las condiciones de seguridad de la información que se entrega y a la que los estudiantes pueden ingresar. En general, se tiene una gran variedad de aplicaciones destinadas a varias áreas del conocimiento y para niveles educativos diferentes.

Estos avances también enfrentan varios desafíos en términos técnicos, referidos a las características propias de los dispositivos móviles, como el tamaño de pantalla, capacidad de almacenamiento limitada y un contexto de usuario cambiante, los cuales son de gran relevancia para el proceso de adopción de las tecnologías por los usuarios con fines educativos (Kumar & Mohite, 2018). De esta manera, los estudios en aspectos como los análisis en la usabilidad se han posicionado como temas de interés en la evaluación de las aplicaciones de M.-learning, ya que estas son un proceso obligatorio para garantizar que las aplicaciones sean prácticas, eficaces y fáciles de usar (Kumar & Mohite, 2016).

## 2. Metodología

### 2.1. Estrategia de búsqueda de información

Con el fin de indagar a cerca de las tendencias investigativas de los procesos de gestión de conocimiento para el aprendizaje por medio de los dispositivos móviles se plantea un estudio bibliométrico. Se plantea entonces comenzar por la definición de los términos claves que conforman la ecuación de búsqueda respecto al campo de investigación de interés para esta consulta, estos términos fueron: *m-learning*, *learn\* mobile*, *teach\* mobile* y *Knowledge Management*; de igual forma se usaron algunos operadores booleanos (OR/AND) para delimitar la gran cantidad de documentos alojados en la base de datos. También, se consideró la utilización de comodines (\*) procurando encontrar todas las formas posibles de las palabras *learn* y *teach* y operadores de proximidad (w/n), buscando mayor precisión en la ubicación de las terminologías en la ecuación originada y a la vez en el registro. Adicional a esto, se apreciaron los textos que incluían los términos en el título o las palabras clave más empleadas por los autores en los documentos obtenidos. Con esta estrategia se obtuvo la siguiente ecuación: (TITLE ({*m-learning*} OR *mlearning* OR (*learn\* W/1 mobile*) OR (*teach\* W/1 mobile*)) AND TITLE ({*Knowledge Management*}) OR KEY ({*Knowledge Management*})).

### 2.2. Elección de la base de datos

Para la consulta de las fuentes literarias y desarrollar el análisis bibliométrico, se seleccionó la base de datos *Scopus*, al ser estimada como una fuente de alta calidad y

confiabilidad para la búsqueda de información a través de un sistema de clasificación de destacadas publicaciones indexadas de diferentes campos del saber (ciencias sociales, Negocios, ciencias de la computación, Administración y Contabilidad, entre otras) (Khiste y Paithankar, 2017); esta plataforma entrega gran cantidad de registros en relación con resúmenes y citas de divulgaciones científicas evaluadas por expertos a los cuales es posible acceder (Khiste, 2017); además se resalta la interdisciplinariedad de los datos que brinda Scopus y suele ser muy usada en este tipo de estudios (Michael Hall, 2011; Arias-Ciro. 2020).

### 2.3. Exploración de información y refinación de registros

Tomando como referente la ecuación de búsqueda mencionada, la consulta arrojó 82 resultados dentro de una ventana de tiempo comprendida entre el año 2001 y el año 2020 (periodo de descarga de los datos), a partir de estos estudios se seleccionaron aquellas publicaciones que cumplieran con el criterio de pertinencia, según el tema concreto de consulta, a partir de los cuales se construyen y analizan los indicadores bibliométricos de cantidad (productividad en relación con la divulgación de publicaciones por año) e impacto que evalúan el nivel de citas por autor y por revista. Finalmente, se realizó un análisis de las tendencias temáticas y los tópicos emergentes, basados en las palabras clave aportadas y que evidenciaban los mayores índices de reiteración en los textos obtenidos (Peralta et al., 2015).

## 3. Resultados

### 3.1. Indicadores de cantidad

#### 3.1.1. Publicaciones por año



Figura 1 – Nuevas publicaciones por año a partir de la información recolectada en Scopus

Dentro de los indicadores bibliométricos de cantidad se encuentra el indicador “nuevas publicaciones por año”, el cual indica el comportamiento de la cantidad de publicaciones que se han desarrollado en una ventana de tiempo alrededor del campo de investigación. Para este caso se presentan publicaciones desde el año 2001 al año 2020, evidenciando un incremento en el interés del estudio e investigación por los procesos de gestión del conocimiento en el aprendizaje por medio de dispositivos móviles debido a que todos los años se presentan nuevas publicaciones, siendo los años de mayor productividad el 2009, 2010 y 2013, con 12 y 10 publicaciones nuevas respectivamente como se puede observar en la Figura 1. Pese a que se presentan ciertas disminuciones se evidencia que a partir del año 2016 se incrementa constantemente el número de publicaciones. El número de publicaciones se aumenta anualmente en un 42.3%, además en los últimos 5 años se evidencia que se ha incrementado en un 4,9%.

### 3.2. Indicadores de impacto

Los indicadores de impacto muestran el comportamiento de la cantidad de citas que reciben las publicaciones alrededor de un campo de estudios y se da en términos del mayor número de citas asociadas a las publicaciones sea por autor, país o revista.

#### 3.2.1. Impacto por autor

Con el impacto por autor se encuentra la calidad de estos en términos del número de citas que reciben sus trabajos publicados, en la figura 2 se pueden observar los 10 autores que tiene un mayor nivel de impacto dada la cantidad de citas asociadas a sus publicaciones respecto a los procesos de gestión del conocimiento para el aprendizaje por medio de dispositivos móviles. En primer lugar, se encuentran los autores Liaw S.-S., Hatala M. y Huang H.-M. con más de 170 citas asociadas a un único trabajo en el campo de interés titulado “*Investigating acceptance toward mobile learning to assist individual knowledge management: Based on activity theory approach*”, donde se investigan los factores positivos para la aceptación de los sistemas de aprendizaje móvil, se desarrolló un sistema que mostró como resultado que mejorar la satisfacción de los alumnos, alentar su autonomía al potenciar las funciones del sistema como tal y las actividades de interacción y comunicación tienen un impacto positivo para la aceptación de los sistemas m-learning (Liaw et al., 2010).

Posteriormente, se encuentran los autores Al-Emran M. y Mezhuyev V., quienes cuentan con alrededor de 56 citas asociadas y el autor Kamaludin A., con 50 menciones relacionadas con sus estudios enfocados en examinar los factores de gestión del conocimiento en la aceptación y adopción del aprendizaje móvil (Al-Emran et al., 2020; Al-Emran & Mezhuyev, 2020), asimismo estudian la forma de desarrollar aplicaciones m-learning a través de la gestión de conocimiento. El estudio de mayor impacto de estos autores cuenta con 19 menciones titulado “*Students’ perceptions towards the integration of knowledge management processes in M-learning systems: A preliminary study*”, donde en primera instancia revelan la importancia de entender cuáles son los factores de la gestión del conocimiento implicados en la aceptación o no de los estudiantes respecto a los sistemas de aprendizaje móvil, con el fin de mejorar la adquisición, intercambio, aplicación y protección del conocimiento; que los educadores logren generar estrategias de enseñanza que se adapten al uso de sistemas y satisfaga la necesidad de los estudiantes (Al-Emran et al., 2018).

Precede el ranking los autores *Hyman J.A.*, *Moser M.T.* y *Segala L.N.* con un único trabajo en el campo de investigación con cerca de 48 citas titulado “*Electronic reading and digital library technologies: Understanding learner expectation and usage intent for mobile learning*”, abordan la comprensión de la intención de uso y el uso real del aprendizaje móvil como resultado de la facilidad y utilidad de uso de los dispositivos móviles (Hyman et al., 2014). Asimismo, este indicador permite medir en general la distribución del impacto en el campo, por ejemplo, que el 30,9% del total de los autores del tema no tienen ninguna citación asociada y que según el índice de producción 7.7 de los autores, es decir, el 3,4% de estos dan cuenta de la mitad de las citaciones en el campo. Por consiguiente, el 1,5% de los autores da cuenta del 25% de las menciones, el 16,2% del 75% de las citas asociadas y el 20.6% de los investigadores recibe el 80% de las citaciones en la literatura de interés. De lo cual se puede inferir que las menciones de los estudios relacionados con los procesos de gestión del conocimiento en el aprendizaje por medio de dispositivos móviles están concentradas en un pequeño grupo de autores de alto impacto.

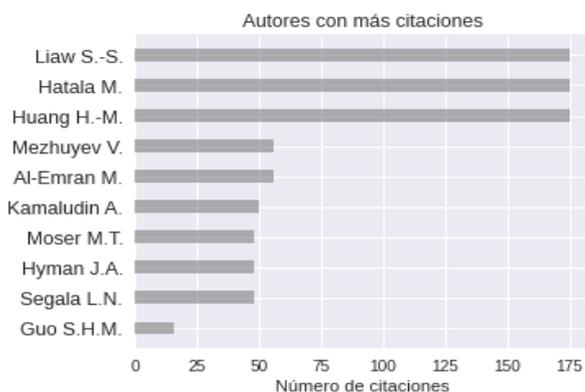


Figura 2 – Autores con más citaciones a partir de la información recolectada en Scopus

### 3.2.2. Impacto por revista

El indicador de impacto por revistas se da de acuerdo con la cantidad de citaciones que reciben las revistas asociadas a las publicaciones que tienen en el campo de investigación. En la figura 3, se presentan así las 10 revistas que cuentan con mayor nivel de impacto, o bien, con un mayor número de citas asociadas en sus publicaciones. Encabeza la lista la revista *Computers and Education*, que enfoca sus publicaciones en investigaciones sobre el uso pedagógico de la tecnología digital, con el fin de aumentar el conocimiento y la comprensión de las formas en que la tecnología digital puede mejorar la educación. Cuenta con una única publicación en el campo que es la de mayor impacto al ostentar 175 menciones titulada “*Investigating acceptance toward mobile learning to assist individual knowledge management: Based on activity theory approach*”, donde a partir de la premisa que los dispositivos móviles podrían facilitar la interacción humana y el acceso a los recursos de conocimiento en cualquier lugar y momento, se identifica la necesidad de investigar acerca de los factores que inciden en la aceptación de los estudiantes hacia el aprendizaje móvil (Liaw et al., 2010).

En segundo lugar, se encuentra la revista *Educational Technology Research and Development*, que realiza publicaciones basadas en las prácticas educativas y proporciona información acerca de investigaciones actuales en tecnologías educativas, planificación, implementación, evaluación y gestión de una variedad de tecnologías de instrucción y entornos de aprendizaje, sobre cómo se utilizan las tecnologías para mejorar el aprendizaje. Dicha revista posee una única publicación en el campo llamada “*Electronic reading and digital library technologies: Understanding learner expectation and usage intent for mobile learning*”, que tiene asociadas 51 citas, donde se propone una investigación para el uso de la tecnología educativa para ayudar articular mejor los factores críticos de éxito en la implementación de los dispositivos móviles para el aprendizaje, como por ejemplo, una Tablet (Hyman et al., 2014).

Posteriormente se encuentra la revista “*Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in artificial intelligence and lecture notes in bioinformatics)*”, una distinguida serie de actas de congresos que publica los últimos avances en investigación en las áreas de la informática en general. Registra 13 publicaciones en el campo con al menos 43 menciones en total, el artículo de mayor impacto titula “*Social knowledge building in a mobile learning environment*”, que da cuenta de 9 citaciones, donde se señala que la actividad colaborativa es el pilar de la transferencia del conocimiento y se propone un modelo para el proceso de construcción de conocimiento móvil (MKBP); esto se hace para analizar la evolución de una experiencia de aprendizaje colaborativo móvil a través de sus interacciones con lo social, la información y los espacios geográficos (Chun & Tsui, 2010; Gentile et al., 2007).

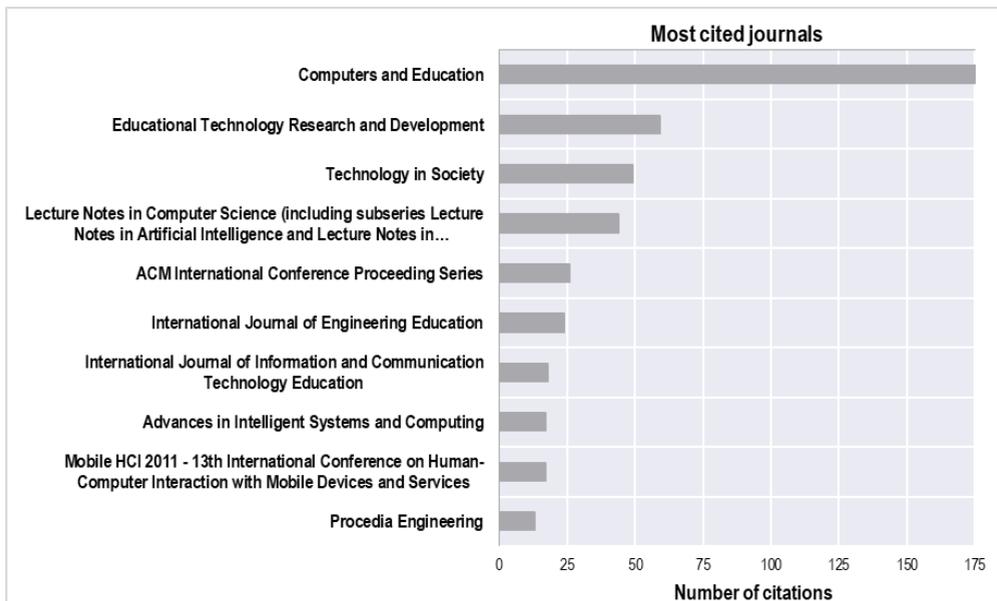


Figura 3 – Revistas con más citaciones a partir de la información recolectada en Scopus.

Las demás revistas cuentan con menos de 25 menciones asociadas a investigaciones de los procesos de gestión del conocimiento en el aprendizaje por medio de dispositivos móviles. Con este indicador además se puede evidenciar, según el índice de producción, que la mitad de las citaciones en el campo corresponden al 3.3 de las revistas, es decir, el 6,1% de los recursos. De igual forma se identificó que el 22,4% de las revistas da cuenta del 80% de las citaciones, el 2,0% del 25% y el 18,4% de las publicaciones tienen asociadas el 75% de las citaciones en el campo de estudio. Además, este indicador muestra que hay un 24.5% de revistas (12.12) que no tienen impacto en el campo por tener cero citaciones.

#### 4. Discusión

A partir del análisis de los términos clave obtenidos en la búsqueda, se establecen aquellos que presentan mayor reiteración entre los recursos consultados, traducándose en fuentes relevantes de información donde se pueden evidenciar las principales temáticas en tendencia investigativa (Figura 4). De tal forma que, se logran identificar elementos que alcanzan gran connotación como son los Dispositivos Móviles (*Mobile Devices*), considerando su importancia actual y las funcionalidades que exhiben (Toh et al., 2016), los cuales han tenido gran crecimiento y generado diversas oportunidades para el avance tecnológico y aprovechamiento por parte de los usuarios en los entornos educativos, al facilitar las experiencias durante la formación y la democratización del acceso al conocimiento (Vrana, 2016). Esto debido a que favorecen los procesos de gestión del conocimiento (interacción, obtención implementación y protección) en forma ubicua (Al-Emran et al., 2018; Liaw et al., 2010).

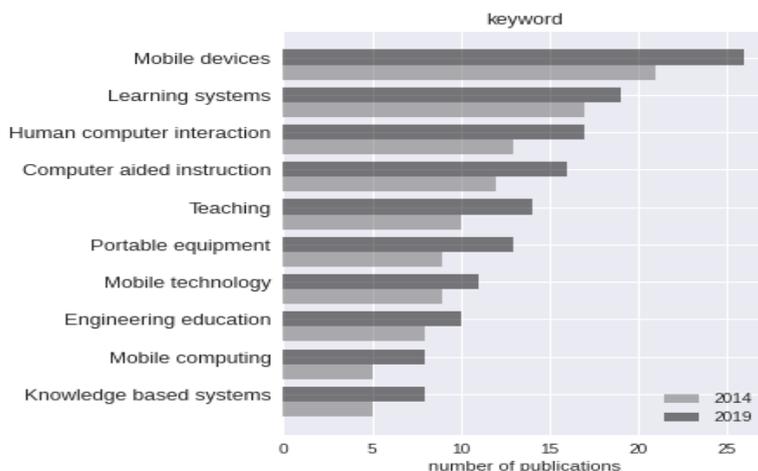


Figura 4 – Tendencias temáticas a partir de la información recolectada en Scopus

De otra parte, los Sistemas de Aprendizaje (*Learning System*) se convierten en otro de los aspectos destacados en la literatura consultada en esta investigación, reflejando el interés y necesidad de incorporar sistemas de aprendizaje basados en M-learning

que satisfagan las expectativas de los alumnos, y especialmente, que las metodologías didácticas empleadas sean adaptadas conforme a las necesidades particulares de los estudiantes (Al-Emran et al., 2018). Al respecto Al-Hunaiyyan et al. (2017) sostienen que la efectividad en la aplicación de los distintos sistemas utilizados para la gestión adecuada del conocimiento se sustenta en el método empleado y la capacidad para hacer una representación comprensible del conocimiento, mediante aplicaciones de M-learning y estrategias pedagógicas apropiadas.

En relación con la Interacción Hombre-Ordenador (*Human Computer Interaction*) las investigaciones evidencian la importancia de los dispositivos móviles como facilitadores en el intercambio de conocimiento (Vrana, 2016), en escenarios académicos híbridos (aulas tradicionales y tecnología), pretendiendo alcanzar un aprendizaje basado en experiencias y recursos tecnológicos mejorados y diferenciados de las estrategias de educación tradicional (Lin et al., 2015). En este contexto, son diversos los desafíos en infraestructura para ofrecer dispositivos tecnológicos para la educación, en especial en los países en desarrollo (Jain et al., 2011; Shrestha et al., 2011), por lo que conforme a lo expuesto por Glavinic et al. (2008); Edirisinghe (2012), la aceptación entre los usuarios de sistemas, aplicativos y servicios de M-learning para el fortalecimiento del aprendizaje, deriva de la usabilidad, es decir, los atributos asociados con el diseño personalizado de los aplicativos, plataformas, contenidos, entre otros. Estos son importantes porque permiten la mejor interacción entre el individuo y el equipo, favoreciendo la experiencia de los estudiantes en el contexto educativo.

Al referirse a la Instrucción Asistida por Ordenador (*Computer Aided Instruction*) según las indagaciones, esta debe adaptarse atendiendo las preferencias, perfiles y requerimientos de los estudiantes (Eap et al., 2009), en particular para aquellos con condiciones y necesidades especiales, lo que, a su vez, demanda mayores esfuerzos para aplicarlos en las actividades de Enseñanza (*Teaching*) de conceptos abstractos y para el aprendizaje práctico (Zare, 2011). En línea con lo anterior, Nimnual & Chaisanit (2012) resaltan la trascendencia de hallar soluciones a diferentes dificultades para la instrucción en el ambiente habitual (salón de clase), como por ejemplo, el tiempo que el docente o instructor comparte con los estudiantes y las estrategias utilizadas para el aprendizaje, lo que limita el progreso de sus capacidades. Estos autores refieren que debe fomentarse el uso de herramientas de M-learning para fortalecer la autonomía en el aprendizaje; partiendo de la implementación de modelos de gestión del conocimiento, logrando así, hacer seguimiento a sus avances y contribuir a que otros alumnos puedan basarse y robustecer su conocimiento.

Finalmente, los Equipos Portátiles (*Portable Equipment*) y la Tecnología Móvil (*Mobile Tecnology*) han modificado la realidad de las personas, incluidas las formas de aprendizaje en las que el alumno debe gestionar de forma autónoma y diferenciada el conocimiento (Toh et al., 2016); también, estas herramientas han aportado al desarrollo del aprendizaje, mediante la constante apropiación e intercambio del conocimiento entre diferentes culturas, con distintos niveles de desarrollo, esto a través de la generación, obtención y aplicación de nuevo conocimiento (Waliński, 2014). Todo esto, a partir de la generalización de estructuras de comunicación inalámbricas, plataformas y dispositivos, en los que el diseño de la interfaz para la aceptación del usuario es crucial en la gestión del conocimiento (Gil-Rodríguez & Rebaque-Rivas, 2010; Pelet & Uden, 2014).

Es así como a medida que el uso de los aplicativos móviles inteligentes se hace más usual en el entorno académico y la sociedad, se deberán seguir actualizando y adaptando para la mejor apropiación del conocimiento, ajustando los recursos a las exigencias del contexto y las necesidades de las personas (Banane et al., 2020; Wang et al., 2006). En especial resulta novedoso el propósito de desarrollar tecnologías de M-learning orientadas a mejorar procesos de gestión del conocimiento, propiciando alternativas tecnológicas e incentivando su uso entre los alumnos para desarrollar mejores conocimientos y habilidades.

En la misma línea de palabras claves, la Figura 5 presenta aquellos temas que han tenido mayor relevancia en la línea del tiempo, a partir de un mapa de redes de coocurrencia diseñado con la ayuda del software *VOSviewer*. Se puede observar que en lo que corresponde al periodo de 2011 al 2012 se evidencia mayor interés en los temas vinculados con dispositivos móviles, aparatos telefónicos, equipo portátil, la interacción de persona–ordenador, tecnologías móviles, sistemas de información y educación a distancia.

Por otra parte, en el periodo de 2012 a 2013 los temas más relevantes en el estudio de procesos de gestión del conocimiento en el aprendizaje se enfocaron precisamente en la gestión del conocimiento, aprendizaje móvil, educación, educación en ingeniería, equipo de telecomunicaciones, entornos de aprendizaje móvil, computación ubicua, tecnología y enseñanza.

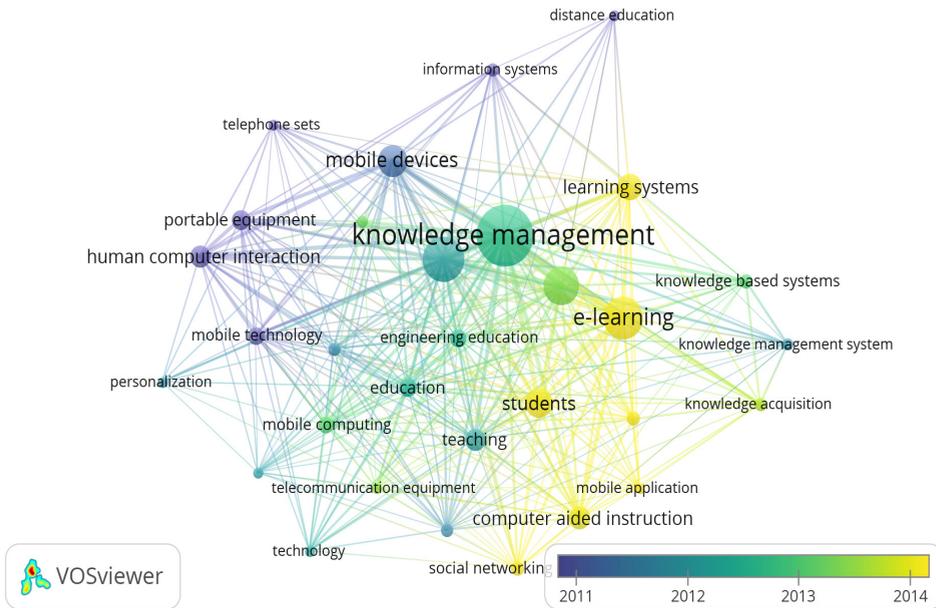


Figura 5 – Tendencias temáticas en la línea del tiempo a partir del software WOSviewer.

Finalmente, en el periodo de 2013 a 2014 el interés ha sido en torno al aprendizaje móvil, el aprendizaje basado en sistemas y la adquisición de conocimientos, mientras que las últimas tendencias en investigación de procesos de gestión del conocimiento para el aprendizaje se han enfocado en los estudiantes, el aprendizaje electrónico, sistemas de aprendizaje, aplicaciones móviles, instrucción asistida por computador y las redes sociales. Así pues, se ha evidenciado una importante inclinación en cuanto a las tecnologías de información móvil y cómo estas han estado cambiando el panorama educativo al ofrecer a los alumnos la oportunidad de participar en una instrucción asincrónica y ubicua (Al-Ansari et al., 2019; Hyman et al., 2014).

## 5. Conclusiones

Con el análisis bibliométrico se encontró que el campo de investigación ha tenido un crecimiento constante en los últimos cuatro años, los procesos de gestión del conocimiento para el aprendizaje por medio de dispositivos móviles han demostrado ser un factor relevante en la adopción de nuevas e innovadoras tecnologías, teniendo en cuenta la incursión de múltiples alternativas tecnológicas y digitales en la educación que deben ser conocidas previo a su implementación. Por ejemplo, en las Instituciones de Educación Superior el conocimiento se percibe como una estrategia para el mejoramiento respecto a la capacidad de aprendizaje de los estudiantes al hacer un uso adecuado de dispositivos móviles. Las tendencias temáticas que se han presentado en los últimos cinco años evidencian un crecimiento en el interés por indagar más acerca de los dispositivos móviles, la interacción persona-ordenador, inducción asistida por ordenador, los sistemas basados en el conocimiento, los sistemas de aprendizaje y tecnología e informática móviles, de lo cual se puede inferir que hay una especial iniciativa por investigar los procesos de gestión del conocimiento como apoyo al aprendizaje por medio de los dispositivos móviles.

La gestión del conocimiento dentro de la adopción tecnológica se ha convertido en un tema transversal para conseguir efectivamente el uso, aceptación y adopción de estas, las actividades propias de la gestión del conocimiento como la interacción y comunicación también tienen un impacto positivo para la aceptación de los sistemas m-learning. Estas aplicaciones con sus funcionalidades buscan que los estudiantes tengan acceso a medios digitales que les permita tener una participación con los demás actores de la comunidad educativa, facilitando además la colaboración e intercambio de conocimientos, logrando adquirir y compartir los conocimientos que se transfieren a través de estos dispositivos móviles; todo ello, con el fin de mejorar el aprendizaje en cualquier tipo de contexto gracias a su adaptabilidad y a la generación, obtención y aplicación del conocimiento.

Entre las recomendaciones se sugiere realizar nuevos estudios con cadenas de búsqueda alternativas que permitan comparar el comportamiento de indicadores en otras bases de datos y ampliar las perspectivas de investigación y, con esto, la obtención de resultados más profundos, a partir de los datos recolectados de diversas bases de datos.

## Referencias

- Acevedo-Correa, Y., Valencia-Arias, A., Bran-Piedrahita, L., Gómez-Molina, S., & Arias-Arciniegas, C. (2019). Alternativas para modelos de gestión del conocimiento en Instituciones de Educación Superior. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 27(3), 410-420.
- Agbo, F. J., & Oyelere, S. S. (2019). Smart Mobile Learning Environment for Programming Education in Nigeria: Adaptivity and Context-Aware Features. *Intelligent Computing-Proceedings of the Computing Conference*, 1061-1077. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-22868-2\\_71](https://doi.org/10.1007/978-3-030-22868-2_71)
- Al-Ansari, M. A., Hamdan, A., Razzaque, A., Reyad, S., & Al-Sartawi, A. (2019). The moderating role of m-learning activities in the relationship between students' social capital and knowledge sharing. *Multi Conference on Computer Science and Information Systems, MCCSIS 2019*, 139-146. [https://doi.org/10.33965/el2019\\_201909f018](https://doi.org/10.33965/el2019_201909f018)
- Al-Emran, M., & Mezhuyev, V. (2020). Examining the Effect of Knowledge Management Factors on Mobile Learning Adoption Through the Use of Importance-Performance Map Analysis (IPMA). In *Advances in Intelligent Systems and Computing* (Vol. 1058). [https://doi.org/10.1007/978-3-030-31129-2\\_41](https://doi.org/10.1007/978-3-030-31129-2_41)
- Al-Emran, M., Mezhuyev, V., & Kamaludin, A. (2018). Students' perceptions towards the integration of knowledge management processes in M-learning systems: A preliminary study. *International Journal of Engineering Education*, 34(2), 371-380.
- Al-Emran, M., Mezhuyev, V., & Kamaludin, A. (2020). Towards a conceptual model for examining the impact of knowledge management factors on mobile learning acceptance. *Technology in Society*, 61. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101247>
- Al-Hunaiyyan, A., Bimba, A. T., Idris, N., & Al-Sharhan, S. (2017). A cognitive knowledge-based framework for social and metacognitive support in mobile learning. *Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management*, 12, 75-98.
- Almaiah, M. A., Alamri, M. M., & Al-Rahmi, W. (2019). Applying the UTAUT Model to Explain the Students' Acceptance of Mobile Learning System in Higher Education. *IEEE Access*, 7(8918396), 174673-174686. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2957206>
- AlSagri, H. S., & Zemirli, N. (2015). Toward knowledge management approach to enhance the mobile learning management systems. *International Conference on Mobile Web and Information Systems*, 74-83. [https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-319-23144-0\\_7](https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-319-23144-0_7)
- Arias-Ciro, J. (2020). Estudio bibliométrico de la eficiencia del gasto público en educación. *Revista CEA*, 6(11), 127-144. <https://doi.org/10.22430/24223182.1588>

- Banane, M., Erraissi, A., & Belangour, A. (2020). A new scalable semantic Web system based on Big Data: A use case in the mobile learning. *2020 International Conference on Computing and Information Technology, ICCIT 2020*. <https://doi.org/10.1109/ICCIT-144147971.2020.9213793>
- Başaran, S., & Haruna, Y. (2017). Integrating FAHP and TOPSIS to evaluate mobile learning applications for mathematics. *Procedia Computer Science*, *120*, 91–98. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.11.214>(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050917324249>)
- Becerril-Eliás, J. C., & Merritt, H. (2021). Alianzas para la innovación en organizaciones intensivas en conocimiento: el caso de México. *Revista CEA*, *7*(14), e1780. <https://doi.org/10.22430/24223182.1780>
- Chiou, Y.-F., Kuo, B.-C., & Liao, C.-H. (2015). Increasing students' vocabulary size through the use of latent semantic analysis in a mobile learning environment. *12th International Conference on Web-Based Learning, ICWL 2013*, 136–144. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-46315-4\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-662-46315-4_14)
- Chun, D., & Tsui, E. (2010). A reflection of the state of mobile learning in Asia and a conceptual framework. *IADIS International Conference Mobile Learning 2010*, 369–372.
- Correa-Díaz, A. M., Benjumea-Arias, M., & Valencia-Arias, A. (2019). La gestión del conocimiento: Una alternativa para la solución de problemas educacionales. *Revista Electrónica Educare*, *23*(2), 1-27
- De La Torre-Martínez, Y., Ramos-Salinas, N. M., & González-Sosa, E. (2016). La gestión del conocimiento herramienta decisiva en la gestión de los recursos intangibles en una Industria Aeroespacial. *Revista CEA*, *2*(3), 31-48. <https://doi.org/10.22430/24223182.264>
- Díez-Echavarría, L., Valencia, A., & Cadavid, L. (2018). Mobile learning on higher educational institutions: how to encourage it?. Simulation approach. *Dyna*, *85*(204), 325-333.
- Eap, T. M., Gašević, D., Kinshuk, & Lin, F. (2009). Personalised mobile learning content delivery: a learner centric approach. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, *3*(1), 84–101. <https://doi.org/10.1504/IJMLO.2009.023054>
- Edirisinghe, N. (2012). *Sustaining student retention of computer programming with mLearning apps*. 388–392.
- Escalante-Ferrer, A. E., Torres-Salazar, M. del C., & García-Garnica, A. (2020). Indicadores de sustentabilidad en empresas manufactureras y vinculación con instituciones generadoras de conocimiento: estudio de caso. *Revista CEA*, *6*(12), 29-46. <https://doi.org/10.22430/24223182.1601>
- Gentile, M., Taibi, D., Seta, L., Arrigo, M., Fulantelli, G., Di Giuseppe, O., & Novara, G. (2007). Social knowledge building in a mobile learning environment. *On the Move to Meaningful Internet Systems 2007: OTM 2007 Workshops. OTM 2007*, 4805 LNCS(PART 1), 337–346. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-76888-3\\_56](https://doi.org/10.1007/978-3-540-76888-3_56)

- Gil-Rodríguez, E. P., & Rebaque-Rivas, P. (2010). Mobile learning and commuting: Contextual interview and design of mobile scenarios. *6th Symposium of the Workgroup Human-Computer Interaction and Usability Engineering, USAB 2010*, 266–277. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-16607-5\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-642-16607-5_17)
- Glavinic, V., Ljubic, S., & Kukec, M. (2008). A holistic approach to enhance universal usability in m-learning. *2008 The Second International Conference on Mobile Ubiquitous Computing, Systems, Services and Technologies*, 305–310. <https://doi.org/10.1109/UBICOMM.2008.54>
- Hyman, J. A., Moser, M. T., & Segala, L. N. (2014). Electronic reading and digital library technologies: Understanding learner expectation and usage intent for mobile learning. *Educational Technology Research and Development*, 62(1), 35–52. <https://doi.org/10.1007/s11423-013-9330-5>
- Ismail, M. I. B., & Arshah, R. B. A. (2016). The impacts of social networking sites in higher learning. *International Journal of Software Engineering and Computer Systems*, 2(1), 114–119. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15282/ijsecs.2.2016.10.0021>
- Jain, M., Birnholtz, J., Cutrell, E., & Balakrishnan, R. (2011). Exploring display techniques for mobile collaborative learning in developing regions. *MobileHCI '11: Proceedings of the 13th International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services*, 81–90. <https://doi.org/10.1145/2037373.2037388>
- Khiste, G. P. (2017). Publication productivity of ‘consortia’ by scopus during 1989-2016. *International Journal of Current Innovation Research*, 3(11), 879–882.
- Khiste, G. P., & Paithankar, R. R. (2017). Analysis of Bibliometric term in Scopus. *International Journal of Library Science and Information Management (IJLSIM)*, 3(3), 81–88.
- Kraleva, R. S., Kraleva, V. S., & Kostadinova, D. (2016). A Conceptual Design of Mobile Learning Applications for Preschool Children. *International Journal of Computer Science and Information Security (IJCSIS)*, 14(5), 259–264.
- Kumar, B. A., & Mohite, P. (2016). Usability guideline for mobile learning apps: An empirical study. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 10(4), 223–237. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procbio.2015.12.013>
- Kumar, B. A., & Mohite, P. (2018). Usability of mobile learning applications: a systematic literature review. *Journal of Computers in Education*, 5, 1–17. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s40692-017-0093-6>
- Liaw, S.-S., Hatala, M., & Huang, H.-M. (2010). Investigating acceptance toward mobile learning to assist individual knowledge management: Based on activity theory approach. *Computers and Education*, 54(2), 446–454. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.08.029>

- Lin, H.-L., Fang, C.-C., Su, Y.-N., Hsu, C.-C., Shih, M.-Y., & Huang, Y.-M. (2015). *An E-book based competitive learning system for conducting mobile plants learning activities to improving student learning outcome* (L. Q., L. R., C. D.K.W., S. T.K., Y. C.-S., P. E., W. M., & S. D.G. (eds.); Vol. 8390, pp. 118–127). Springer Verlag. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-46315-4\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-662-46315-4_12)
- Malik, S. I., & Al-Emran, M. (2018). Social Factors Influence on Career Choices for Female Computer Science Students. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 13(5), 56–70. <https://doi.org/https://doi.org/10.3991/ijet.v13i05.8231>
- Michael Hall, C. (2011). Publish and perish? Bibliometric analysis, journal ranking and the assessment of research quality in tourism. *Tourism Management*, 32(1), 16–27. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tourman.2010.07.001>
- Nedungadi, P., & Raman, R. (2012). A new approach to personalization: integrating e-learning and m-learning. *Educational Technology Research and Development*, 60(40), 659–678. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11423-012-9250-9>
- Nimnual, R., & Chaisanit, S. (2012). M-learning for eco-packaging using KM. *2012 International Conference for Internet Technology and Secured Transactions*, 793–794.
- Osipova, N., Gnedkova, O., & Ushakov, D. (2016). Mobile learning technologies for learning English. *Proceedings of the 12th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer*, 872–679.
- Pelet, J.-E., & Uden, L. (2014). Mobile Learning Platforms to Assist Individual Knowledge Management. *Knowledge Management in Organizations. KMO 2014. Lecture Notes in Business Information Processing, 185 LNBIP*, 267–278. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-08618-7\\_26](https://doi.org/10.1007/978-3-319-08618-7_26)
- Peralta, M. J., Frías, M., & Chaviano, O. G. (2015). Criterios, clasificaciones y tendencias de los indicadores bibliométricos en la evaluación de la ciencia. *Revista Cubana de Información En Ciencias de La Salud*, 26(3).
- Pocatilu, P., Doinea, M., & Ciurea, C. (2010). Development of distributed mobile learning systems. *9th WSEAS International Conference on Circuits, Systems, Electronics, Control and Signal Processing, CSECS'10*, 196–201.
- Rodríguez-Lora, V., Henao-Cálad, M., & Valencia Arias, A. (2016). Taxonomías de técnicas y herramientas para la Ingeniería del Conocimiento: guía para el desarrollo de proyectos de conocimiento. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 24(2), 351-360.
- Shrestha, S., Moore, J., & Nocera, J. A. (2011). Open-source platform: Exploring the opportunities for offline mobile learning. *13th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services, Mobile HCI 2011*, 653–658. <https://doi.org/10.1145/2037373.2037476>

- Sitzmann, D., Möller, D. P. F., Becker, K., & Richter, H. (2013). TIO - A software toolset for mobile learning in MINT disciplines. *9th International Conference on Information and Communication Technologies in Education, Research and Industrial Applications: Integration, Harmonization and Knowledge Transfer, ICTERI 2013*, 424–435.
- Toh, S. Y., Abdullah, N. S., Miskon, S., Rahman, A. A., & Habil, H. (2016). A framework of knowledge personalization in mobile learning. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 89(1), 104–114.
- Valencia-Arias, A., Benjumea Arias, M. L., Morales Zapata, D., Silva Cortés, A., & Betancur Zuluaga, P. (2018). Actitudes de docentes universitarios frente al uso de dispositivos móviles con fines académicos. *Revista mexicana de investigación educativa*, 23(78), 761–790.
- Viberg, O., & Grönlund, Å. (2013). Cross-cultural analysis of users' attitudes toward the use of mobile devices in second and foreign language learning in higher education: A case from Sweden and China. *Computers & Education*, 69, 169–180. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.07.014>
- Vrana, R. (2016). Facilitating mobile learning by use of open access information resources. In B. P., C.-S. M., M. M., S. V., G. S., B. Z., R. S., V. B., S. K., G. G. T., L. D., & T. E. (Eds.), *2016 39th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)* (pp. 962–966). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/MIPRO.2016.7522279>
- Waliński, J. T. (2014). Implementing linguistic landscape investigations with m-learning for intercultural competence development. *International Journal of Mobile and Blended Learning*, 6(2), 15–25. <https://doi.org/10.4018/ijmbl.2014040102>
- Wang, J., Li, X., Huang, T., & Wu, B. (2006). Personalized knowledge service framework for mobile learning. *2006 Semantics, Knowledge and Grid, Second International Conference*, 102–103. <https://doi.org/10.1109/SKG.2006.69>
- Zare, S. (2011). Personalization in mobile learning for people with special needs. *UAHCI'11: Proceedings of the 6th International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction: Applications and Services, PART 4*, 662–669. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-21657-2\\_71](https://doi.org/10.1007/978-3-642-21657-2_71)

# Aplicaciones de realidad aumentada en el aprendizaje por medio de dispositivos móviles: un análisis bibliométrico

Luis Fernando Garcés-Giraldo<sup>1</sup>, Cristina Ocampo-Osorio<sup>2</sup>, Alejandro Valencia-Arias<sup>1</sup>, Paula Rodriguez-Correa<sup>2</sup>, Martha Benjumea-Arias<sup>3</sup>, Juan Camilo Patino-Vanegas<sup>3</sup>

lgarcés@americana.edu.co; cies@escolme.edu.co; jvalencia@americana.edu.co;  
cies4@escolme.edu.co; marthabenjumea@itm.edu.co; juanpatino@itm.edu.co

<sup>1</sup> Corporación Universitaria Americana, 050012, Medellín, Colombia. Autor de correspondencia\*

<sup>2</sup> Institución Universitaria Escolme, 02804, Medellín, Colombia.

<sup>3</sup> Instituto Tecnológico Metropolitano, 050012, Medellín, Colombia

**Pages: 417-430**

**Resumen:** La realidad aumentada tiene un papel importante como motor de desarrollo y mejoramiento de herramientas para el sector educativo a través del uso de los dispositivos móviles, creando nuevos ambientes dentro del salón de clase. Esta investigación se lleva a cabo con el fin de indagar acerca de las tendencias en aplicaciones de realidad aumentada en el aprendizaje por medio de dispositivos móviles, así como la evolución de los temas en el tiempo. Se implementa como metodología un análisis bibliométrico que incluye 111 trabajos científicos, donde se plantearon y analizaron indicadores de productividad, calidad, estructura y tendencias temáticas. Se evidencia el creciente interés por la investigación del campo en general abordando principalmente las temáticas de sistemas de aprendizaje, realidad aumentada móvil y dispositivos móviles. Se concluye que las aplicaciones de nuevas tecnologías brindan mejores resultados en los procesos de aprendizaje y experiencias más significativas, al involucrar a los estudiantes directamente, darles autonomía y enseñarles en contextos más dinámicos e interactivos.

**Palabras-clave:** Aprendizaje; bibliometría; dispositivos móviles; realidad aumentada.

## ***Augmented reality applications in learning through mobile devices: a bibliometric analysis***

**Abstract:** Augmented reality has an important role as an engine for the development and improvement of tools for the educational sector through the use of mobile devices, creating new environments within the classroom. This research is carried out in order to investigate trends in augmented reality applications in learning through mobile devices. A bibliometric analysis is implemented as a methodology that includes 111 scientific papers, where indicators of productivity, quality, structure and thematic trends were raised and analyzed. There is evidence

of the growing interest in research in the field in general, mainly addressing the topics of learning systems, mobile augmented reality and mobile devices. It is concluded that the applications of new technologies provide better results in learning processes and more meaningful experiences, by involving students directly, giving them autonomy and teaching them in more dynamic and interactive contexts.

**Keywords:** Learning; bibliometrics; mobile devices; augmented reality.

## 1. Introducción

En la sociedad del conocimiento en la que se mueven día a día cantidades enormes de información y en donde los avances tecnológicos se vuelven cada día más relevantes, es importante poder enfocar diferentes esfuerzos en poder aplicar dichos avances no solo en actividades investigativas o productivas, sino también dentro de actividades básicas y cotidianas (Rodríguez-Lora et al. 2016; Escalante-Ferrer et al. 2020). La educación es una de las áreas que puede tener un gran beneficio de los avances tecnológicos, ayudando en el proceso de enseñanza-aprendizaje, que afronta nuevos desafíos con las nuevas generaciones (Valencia-Arias et. al. 2018; Mayor-Ríos et al. 2019)

En este aspecto una tecnología que ha tenido un avance notorio y que tiene la capacidad para adaptarse en diferentes áreas, es la Realidad Aumentada (RA), la cual se puede definir como la tecnología que permite que los objetos virtuales se superpongan interactivamente en imágenes en tiempo real (Valencia-Arias et al. 2020). A través de esta tecnología, los objetos virtuales y las imágenes en tiempo real se entregan en conjunto y de forma sincronizada. De manera que los datos virtuales son incluidos en el entorno físico del usuario para permitirle interactuar con el contenido virtual (Billinghurst, 2002; Kerawalla, Luckin, Seljeflot, & Woolard, 2006). A diferencia de la realidad virtual, la realidad aumentada no reemplaza el mundo real por uno simulado, sino que lo amplía (Craig, 2013). La aplicación de estas tecnologías ha tenido una gran acogida por parte de los sectores del entretenimiento, en específico en el caso de Pokemon Go. Sin embargo, este tipo de aplicaciones no solo están disponibles o desarrolladas para el sector del entretenimiento y los juegos, es claro el potencial que se tiene respecto a sus usos y las áreas que puede llegar a impactar, como es el caso de los almacenes de cadena, el sector educativo desde primaria hasta el nivel superior, sector del turismo, entre otros (Hernández, Pennesi, Sobrino, & Vázquez, 2012; Prendes Espinosa, 2015).

Ahora bien, con el masivo y rápido crecimiento que ha tenido la telefonía móvil, sobre todo el desarrollo de smartphones que cada vez integran mayor cantidad de herramientas y capacidad de procesamiento (Díez-Echavarría et al. 2018) ha permitido que se pueda incrementar las aplicaciones móviles que usan la RA como parte principal de su funcionamiento, brindando más oportunidades en la incursión para el desarrollo de nuevas aplicaciones en diversas áreas del conocimiento. Así también, el mayor acceso a internet es otro de los grandes factores que han permitido este crecimiento en el mercado y la consideración de nuevas formas de acercar a las personas a diferentes conceptos y experiencias interactivas (Wu, Lee, Chang, & Liang, 2013).

El segmento educativo ha reportado un gran impacto en el uso de la RA con fines de enseñanza, convirtiéndose en un tema de importancia para el sector académico, por la ayuda que representa, pero también con interés investigativo, enfocado a ver los

beneficios que representa para la educación en los diferentes ámbitos que se apliquen (Fleck, Hachet, & Christian Bastien, 2015). Algunos estudios se han centrado en identificar algunas de las ventajas que representa el uso de la RA como herramienta en el proceso de enseñanza-aprendizaje, tales como la influencia en aumentar la capacidad de logro (Estapa & Nadolny, 2015), aumentar la motivación y por consiguiente que los estudiantes tengan mayor interés en las clases, logrando que participen de mejor manera en el proceso (Bressler & Bodzin, 2013; C. ping Chen & Wang, 2015; Solak & Cakir, 2015). La facilitación del proceso de aprendizaje como tal es una de las principales ventajas que otorga esta tecnología (Carlson & Gagnon, 2016), permitiendo que se baje un poco la carga cognitiva, desarrollando habilidades espaciales y asegurando un entorno en el que pueden aprender de forma dinámica y divertida (Bressler & Bodzin, 2013; C. ping Chen & Wang, 2015; Yilmaz, 2016).

Cabe resaltar la importancia que tienen estos avances dentro de los procesos de accesibilidad a la educación, ya que ofrece alternativas en el contexto educativo vinculando los dispositivos móviles como medios por los cuales se facilita este tipo de actividades destinadas a la educación, permitiendo que se adapte a las condiciones de los alumnos. Esto requiere un diseño que sea abierto y flexible en el que se pueda lograr una adaptación en los diferentes niveles escolares y según las necesidades que se tengan, las aptitudes y los intereses de los estudiantes, y las características y requisitos de los contextos en los que se desarrollan y aprenden (Escudero & Martínez, 2011). Este tipo de transformación en el sistema educativo hace referencia a las metas que se tienen dentro de la UNESCO para los asuntos de inclusión y de mejoramiento en el acceso a la educación en todos los niveles, haciendo referencia particularmente al cuarto Objetivo de Desarrollo Sostenible sobre la nueva agenda para la educación en el mundo (United Nations Educational Scientific and Cultural Organization, 2018).

## 2. Metodología

La metodología propuesta para la presente investigación es un estudio bibliométrico a partir de la formulación de una ecuación de búsqueda en la base de datos Scopus, teniendo en cuenta que es una herramienta que permite el análisis de información a gran escala al ser un repositorio multidisciplinario de resúmenes y citas en la investigación científica (Archambault, Campbell, Gingras, & Larivière, 2009; Arias-Ciro, 2020). Para cumplir con el objetivo de encontrar tendencias en la producción científica sobre las aplicaciones de realidad aumentada en el aprendizaje por medio de dispositivos móviles y realizar el análisis de la evolución en el tiempo primero se toman en cuenta los términos clave *m-learning*, *mlearning*, *learn\**, *mobile*, *teach\**, *mobile* y *Augmented Reality* para la creación y ejecución de la ecuación de búsqueda. A partir de estos términos y los operadores booleanos (OR/AND), comodines (\*) y de proximidad (w/n) se construyó la siguiente ecuación de búsqueda: *(TITLE ({m-learning} OR mlearning OR (learn\* W/2 mobile) OR (teach\* W/2 mobile)) AND TITLE ({Augmented Reality}))*. La búsqueda en la base de datos arrojó 111 resultados dentro de la ventana de tiempo del 2006 al 2020, a partir de dichos datos se plantean y analizan los indicadores bibliométricos de calidad y estructura.

### 3. Resultados

#### 3.1. Indicadores de calidad

Los indicadores de calidad dan cuenta del impacto que generan las publicaciones sea por autores, países o revistas, dada la cantidad de citaciones que tengan asociadas.

##### 3.1.1. Impacto por autor

Este indicador da cuenta de la calidad de los autores teniendo en cuenta el número de citaciones que tiene cada uno de ellos en sus trabajos investigativos. En la Figura 1, se puede evidenciar los 10 autores con mayor número de citaciones en publicaciones de aplicaciones de realidad aumentada en el aprendizaje por medio de dispositivos móviles. El ranking de los primeros 10 lo encabezan los autores Yang S.J.H, Hwang G.-J y Chiang T.H.C., quienes cuentan con 172 menciones asociadas, sus investigaciones están enfocadas en análisis de estrategias y métodos para mejorar el aprendizaje móvil en estudiantes, donde han evidenciado que el aprendizaje a través de estos métodos puede mejorar el interés y la motivación de los estudiantes en su aprendizaje, el trabajo de mayor impacto de estos autores es *“An augmented reality-based mobile learning system to improve students’ learning achievements and motivations in natural science inquiry activities”*, cuenta con 172 citaciones, donde se evalúa la eficacia del sistema de aprendizaje móvil basado en la realidad aumentada con el fin de encontrar las motivaciones de los estudiantes y el logro del aprendizaje basado en indagación, encontrando una alta relevancia en dimensiones como la atención y confianza (Chiang, Yang, & Hwang, 2014).

Seguido se encuentran los autores Ferguson R., Mor Y., Gaved M., Thomas R., Fitzgerald E. y Adams A., quienes cuentan con alrededor de 106 citaciones en el campo, con una única publicación titulada *“Augmented reality and mobile learning: The state of the art”* estos autores analizan los desafíos técnicos y pedagógicos que presenta la realidad aumentada para el aprendizaje, además de su potencial para los procesos de aprendizaje al aire libre en estudiantes, demostrando sus impactos tanto negativos como positivos y clasificando la realidad aumentada según el modo de interacción, tipo de experiencia, los resultados del aprendizaje, entre otros (FitzGerald et al., 2013). Finalmente, en la lista de los 10 con mayor impacto en el campo se encuentra el autor Tarng W., quien cuenta con 86 citas asociadas, está enfocado en realizar investigación con el desarrollo de sistemas basados en tecnologías de realidad aumentada y aprendizajes móviles, su trabajo de mayor impacto titula *“A study of campus butterfly ecology learning system based on augmented reality and mobile learning”*, con más de 40 menciones asociadas el estudio se basó en el uso de la realidad aumentada y tecnología de aprendizaje móvil para diseñar un entorno ecológico de mariposas, en donde encontraron ventajas al reducir las dificultades que en ocasiones se presentan por los espacios reales que involucran construcción, administración e inversiones para conseguir mariposas reales que según el estudio escasean, además al proporcionar un entorno de aprendizaje en estos términos se mejora la motivación y el interés de los estudiantes por aprender a través de actividades de observación virtuales (Tarng & Ou, 2012).

Asimismo, este indicador permite medir en general los impactos del campo, por ejemplo, que el 26,1% del total de los autores del tema no tienen ninguna citación asociada y que según el índice de producción el 6,9% de los autores dan cuenta de la mitad de las citaciones en el campo. Por consiguiente, el 2,5% de los autores da cuenta del 25% de las menciones, el 17,9% del 75% de las citas asociadas y el 22% de los autores da cuenta del 80% de las citaciones en la literatura de interés. De lo cual se puede inferir que las menciones de los trabajos de aplicaciones de realidad aumentada en el aprendizaje por medio de dispositivos móviles están concentradas en un pequeño grupo de autores de alto impacto.

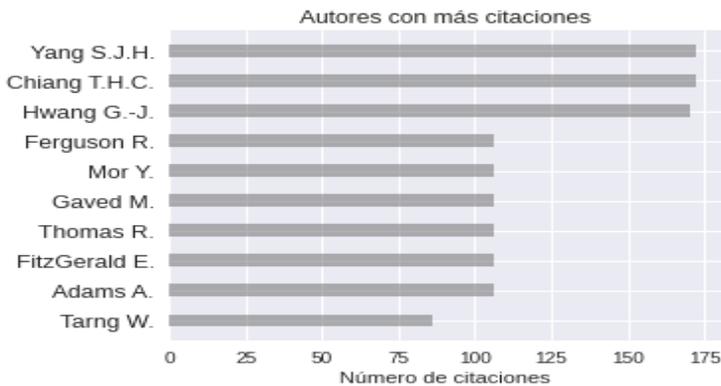


Figura 1 – Autores con más citaciones a partir de la información recolectada en Scopus

### 3.1.2. Impacto por revista

El impacto que tienen las revistas que publican en el campo de investigación está dado por el número de citaciones asociadas en sus publicaciones, así las revistas de mayor impacto serán las que cuenten con mayor número de citas. En la Figura 2, se pueden observar las 10 revistas con mayor impacto en el campo de la investigación, debido a la cantidad de citaciones asociadas a sus publicaciones. Encabeza la lista la revista *Educational Technology & Society*, con alrededor de 170 citas asociadas, es una revista académica de acceso abierto que enfoca sus publicaciones en investigaciones donde se unen la pedagogía y la práctica en tecnologías avanzadas para la educación, para los procesos de aprendizaje, enseñanza y evaluación, sobre cómo usar la tecnología para superar dificultades y mejorar en la educación. Su publicación de mayor impacto con más de 170 citaciones es “*An augmented reality-based mobile learning system to improve students’ learning achievements and motivations in natural science inquiry activities*”, donde se evidenció que un grupo de estudiantes que aprendieron bajo el aprendizaje móvil basado en realidad aumentada muestran mayor nivel de motivación que los que aprendieron con un enfoque convencional de aprendizaje (Chiang et al., 2014).

En segundo lugar, se encuentra la revista “*International journal of mobile and blended learning*”, sus publicaciones están enmarcadas en áreas tales como las ciencias de la computación, las ciencias sociales, la educación y el aprendizaje semipresencial, su misión es proporcionar información de las nuevas tecnologías y cómo ellas impactan el aprendizaje móvil y mixto. Su trabajo de mayor impacto en las aplicaciones de la

realidad aumentada en los procesos de aprendizaje a través de dispositivos móviles es *“Augmented reality and mobile learning: The state of the art”*, en donde además de encontrar aspectos positivos y negativos de la realidad aumentada como potencial para el aprendizaje, el trabajo tiene un enfoque hacia las tecnologías que podrían emplearse en el futuro para la pedagogía (FitzGerald et al., 2013).

Las demás revistas cuentan con menos de 50 menciones asociadas a investigaciones de aplicación de realidad aumentada para el aprendizaje por medio de dispositivos móviles. Con este indicador además se puede evidenciar según el índice de producción que la mitad de las citaciones en el campo corresponden al 7,6% de las revistas, asimismo que el 22,8% de las revistas da cuenta del 80% de las citaciones, el 3,3% del 25% de las menciones y el 18,5% de las revistas tienen asociadas el 75% de las citaciones en el campo de estudio. Además, este indicador muestra que hay un 25% de revistas (23.23) que no tienen impacto en el campo por no tener ninguna citación.



Figura 2 – Revistas con más citaciones a partir de la información recolectada en Scopus

### 3.2. Indicadores de estructura

Los indicadores de estructura permiten analizar las redes existentes de colaboración y coautoría de los trabajos de un campo de investigación, en este caso en investigaciones relacionadas con la aplicación de realidad aumentada para los procesos de aprendizaje a través de dispositivos móviles.

#### 3.2.1. Red de autores más citados

En la Figura 3, se presentan las cuatro redes existentes entre 15 autores que cuentan con más de 50 citaciones en el campo, la más extensa cuenta con 6 autores, dos cuentan con la participación de 3 autores y una red conformada por 2 autores. Esta última la conforman los autores Tarnng W. y Ou K.-L., cuentan con un total de 84 citaciones y enfocan sus investigaciones en el desarrollo de sistemas para el aprendizaje de la ciencia, por ejemplo, cuando plantearon un sistema ecológico de mariposas virtual desarrollado por medio de la realidad aumentada y las tecnologías de aprendizaje móvil, donde los estudiantes desde sus dispositivos pueden aprender sobre la reproducción de estos animales, motivándolos por la educación científica de una manera dinámica (Tarnng &

Ou, 2012). Asimismo, desarrollaron una investigación de un sistema para la observación de la fase lunar con tecnologías como la realidad aumentada y GPS, con el fin de proveer a los estudiantes una herramienta eficaz para el proceso de aprendizaje al localizar la luna y registrar datos lunares sin ningún tipo de obstáculo y en tiempo real, con el estudio se demostró que el sistema es efectivo en el aprendizaje de los conceptos lunares (Tarnng, Lin, Lin, & Ou, 2016).

Seguido se encuentran las dos redes que están conformadas por tres autores la primera de Küçük S., Kapakin S. y Göktaş Y., tienen asociadas a su publicación más de 70 citas, investigan el aprendizaje de la anatomía mediante realidad aumentada móvil para identificar los efectos sobre la carga cognitiva y el rendimiento de los estudiantes, con la prueba realizada a partir de una recolección de datos a 70 estudiantes se evidenció que el uso de dichas aplicaciones, la experiencia sensorial y la interacción en tiempo real en la educación contribuyen al aprendizaje productivo, y que además la carga cognitiva se disminuye considerablemente (Küçük, Kapakin, & Göktaş, 2016). La segunda es la red compuesta por los autores Chiang T.H.C., Yang S.J.H. y Hwang G.-J., quienes han realizado publicaciones del uso de aplicaciones de realidad aumentada con el modelo de enseñanza de la estrategia 5E, donde demuestran que estimula el interés de los estudiantes por descubrir nuevos horizontes, por pensar y observar de nueva manera las actividades ecológicas para ese caso (Chiang, Yang, Huang, & Su, 2015), también proponen en otro estudio un sistema de aprendizaje móvil enfocado en realidad aumentada para los procesos de aprendizaje basados en la indagación (Chiang et al., 2014).

Por último, se encuentra la red más extensa conformada por los autores FitzGerald E., Adams A., Ferguson R., Gaved M., Mor Y. y Thomas R., estos autores analizan los desafíos técnicos y pedagógicos que presenta la realidad aumentada para el aprendizaje, además de su potencial para los procesos de aprendizaje al aire libre en estudiantes, demostrando sus impactos tanto negativos como positivos y clasificando la realidad aumentada según el modo de interacción, tipo de experiencia, los resultados del aprendizaje, entre otros, además de encontrar aspectos positivos y negativos de la realidad aumentada como potencial para el aprendizaje, el trabajo tiene un enfoque hacia las tecnologías que podrían emplearse en el futuro para la pedagogía (FitzGerald et al., 2013).

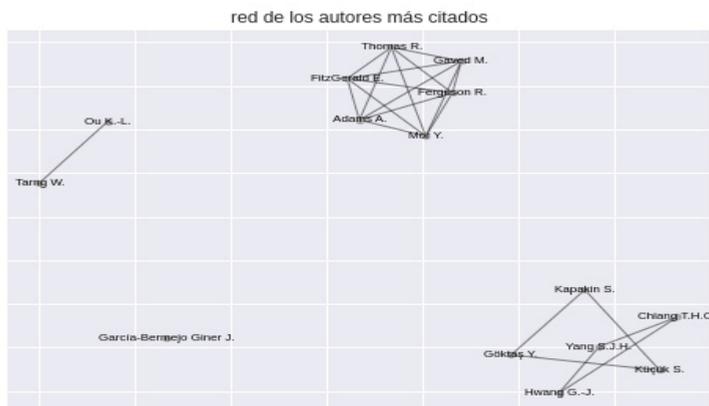


Figura 3 – Red de los autores más citaciones a partir de la información recolectada en Scopus

#### 4. Discusión

El comportamiento de las tendencias temáticas para el campo de investigación, se presentan en dos ventanas de tiempo, el primero desde el año 2006 al año 2014 y desde el año 2015 al año 2019. Como se puede evidenciar en la Figura 4, durante los últimos 5 años todas las temáticas presentan un crecimiento relevante en el número de publicaciones asociadas, demostrando así que hay interés respecto a las aplicaciones de realidad aumentada en el aprendizaje por medio de dispositivos móviles.

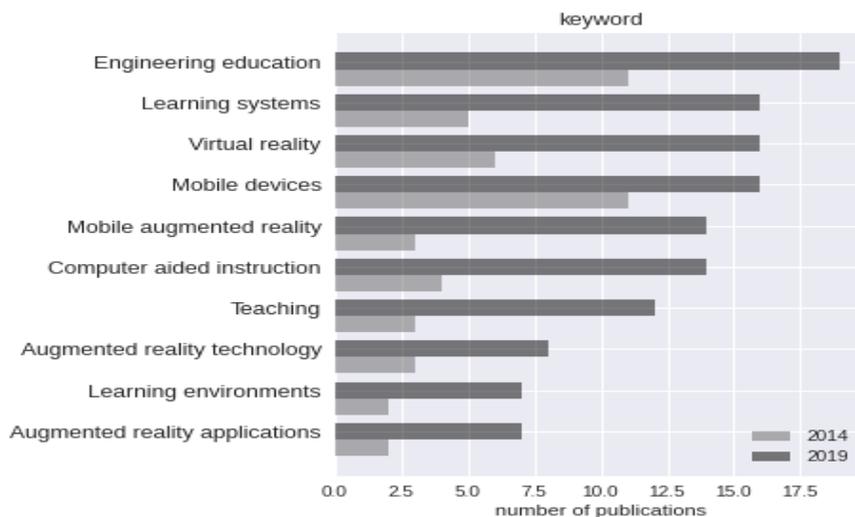


Figura 4 – Tendencias temáticas a partir de la información recolectada en Scopus

La temática que cuenta con mayor contribución en el campo de investigación es *Engeneering education*, la ingeniería forma parte fundamental de las grandes áreas que se trabajan en la ciencia, disciplinas relevantes como la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM), en la educación STEM la ingeniería se ve como la forma de desarrollar los conocimientos teóricos para ponerlos en práctica, enfocados a la resolución de problemas, a ello se le suman tecnologías para el aprendizaje basado en realidad aumentada, un ejemplo de ello es un estudio que se realizó para la creación de un módulo de aprendizaje habilitado digitalmente, con el que se determina la efectividad de estas aplicaciones en el contexto de escenarios de m-learning y u-learning en comparación con los procesos de enseñanza tradicionales (Joo-Nagata, Martinez Abad, García-Bermejo Giner, & García-Peñalvo, 2017). En el mundo de hoy es muy común el uso de diferentes tecnologías para el apoyo al aprendizaje de los estudiantes tanto de manera presencial como para motivarlos a ser autodidactas con un aprendizaje independiente y autónomo, como el aprendizaje móvil, aprendizaje virtual y la realidad aumentada (Kiat, Ali, Halim, & Ibrahim, 2017) esta última permite por medio de aplicaciones móviles aprender de forma interactiva y acceder al conocimiento de un área específica, cumpliendo con criterios de desempeño tecnológico, arquitectura de la información y valor educativo (Dreimane & Daniela, 2020). Asimismo, se encuentran asociadas a esta

temática estudios de exploración para nuevas herramientas para resolver desafíos que se presentan en la educación, aparte de la realidad aumentada y el aprendizaje móvil, la cognición distribuida en los albores de la web social y semántica (Pence, Williams, & Belford, 2015) y aparece la realidad aumentada colaborativa en donde se plantea un complemento del proceso de aprendizaje con realidad aumentada e interacción entre alumno y profesor en el mismo entorno para una mayor comprensión del conocimiento dentro del aula de clase (Guo, Mei, Wu, Puckett, & Qian, 2016).

De igual forma con una tendencia creciente se encuentra la temática *Learning systems*, estos sistemas de aprendizaje han tenido un gran auge en los últimos años al potenciar la experiencia educativa en todos los niveles, la mayoría de los sistemas de aprendizaje y aprendizaje móvil basados en realidad aumentada se han desarrollado con el apoyo de softwares, pero no solo basta con crearlos, sino que cobra especial importancia su uso e implementación para lograr su éxito en los procesos de mejorar la enseñanza y aprendizaje (Pigueiras, Ruiz-Zafra, & Maciel, 2020). Las nuevas tendencias de tecnologías dentro de la educación como lo son la realidad aumentada, el entorno de aprendizaje virtual y el aprendizaje móvil se identifican como sistemas de aprendizaje que se incorporan de manera exitosa para los procesos de enseñanza, que pueden llegar a proporcionar entornos de mejor calidad al convertirse en un aprendizaje divertido e interesante con las nuevas tecnologías y con el cambio de los educadores al ser más creativos e innovadores con ayuda de dichas herramientas (Kiat et al., 2017). Por ejemplo, un estudio demuestra la eficacia de un sistema de aprendizaje que se basa en un código QR y un sistema de aprendizaje móvil compatible con la realidad aumentada, en donde los estudiantes podrían ver en sus dispositivos unos mapas para visitar zonas de aprendizaje, con lo que podían recibir material de aprendizaje respecto al contexto donde se encontraban de forma inalámbrica (Liu, Tan, & Chu, 2010), asimismo se presentó un estudio que demuestra la aceptación de la tecnología involucrando tecnologías 3D y 2D útiles para el aprendizaje cognitivo (Hsu & Shih, 2016). Con estas tecnologías se busca mejorar la enseñanza tradicional, y efectivamente se ha demostrado la obtención de mejores resultados en cuanto al aprendizaje, al comportamiento, actitud y motivación de los estudiantes, proporcionando múltiples espacios para ellos, con una interfaz amigable, interactiva y atractiva, además de mejorar la retención del alumno con la estrategia de aprendizaje situado (D.-R. Chen, Chen, Huang, & Hsu, 2013).

*Virtual reality* es la siguiente temática en tendencia en el campo y tiene una gran importancia dentro de esta discusión de temática al ser una de las tecnologías que va de la mano con la realidad aumentada en busca de brindar mejores experiencias en el aprendizaje, como se propone en un estudio en donde se plantea un mapeo espacial 3D entre la nube de puntos segmentada del objeto real y su modelo virtual, evidenciando que la información virtual se puede sincronizar de manera automática con su objeto real, y con ello lograron demostrar que dicho enfoque basado en el aprendizaje profundo es más preciso y adecuado para las interacciones basada en realidad aumentada (Park, Choi, Kim, & Lee, 2020). De esta manera, la aplicación de estos recursos tecnológicos aportan una nueva visión a la hora de acceder al conocimiento, lo que resulta bastante útil para aplicación en las aulas de clases de una forma dinámica, respondiendo a la necesidad de cambio de la enseñanza tradicional considerada ya obsoleta, a una forma diferente de construir aprendizajes, inherente al marco temporal y los estudiantes de

esta nueva generación (Moreno-Guerrero, García, Navas-Parejo, Campos-Soto, & García, 2020).

Dentro de la estructura de las palabras claves las redes de coocurrencia pueden reflejar fácilmente cuáles han sido esas líneas temáticas más abordadas en los últimos años. En la figura 5 se presenta la red de coocurrencia de palabras claves para las aplicaciones de realidad aumentada en el aprendizaje. La red permite observar que en lo que concierne al periodo de 2014 a 2016 los temas se enfocaron principalmente en realidad virtual, sistemas de información, sistemas de comunicaciones móviles, sistemas de aprendizaje móvil, educación informática, ecología y entornos de aprendizaje. Luego, el interés se trasladó a los temas de educación, realidad aumentada, aprendizaje móvil, educación en ingeniería, e-learning, enseñanza, motivación, instrucción asistida por computadora y aplicaciones de realidad aumentada. Finalmente, el interés se ha estado orientando a las tecnologías móviles, las aplicaciones móviles, la interacción humano – ordenador y el aprendizaje basado en juego. Estos últimos temas, son los que han estado orientando las tendencias de los últimos años de la investigación del tema.

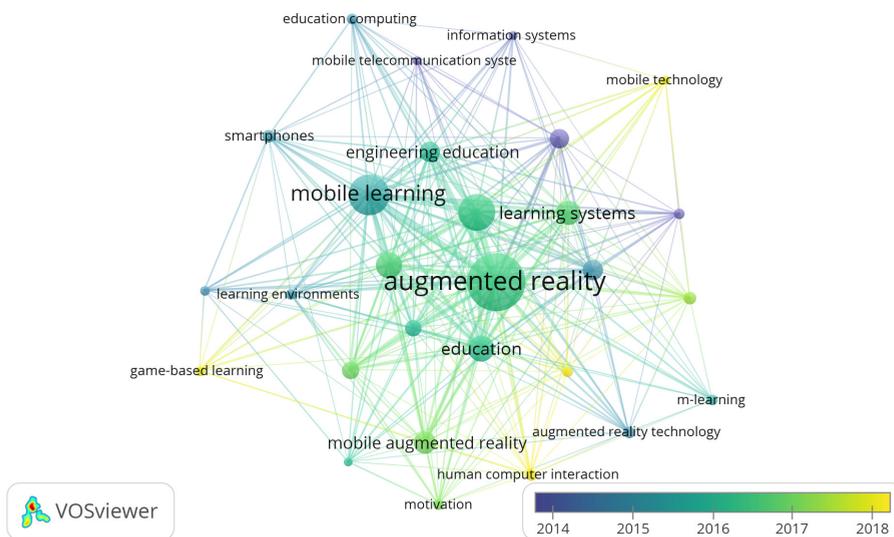


Figura 5 – Tendencias temáticas en la línea del tiempo a partir de software VOSviewer

## 5. Conclusiones

Con este estudio bibliométrico se logró identificar que el campo en general se encuentra en crecimiento y más aún en los últimos años, los procesos de aprendizaje se han visto en la necesidad de incursionar en diferentes metodologías para garantizar mejores procesos de aprendizaje y enseñanza. Las tendencias temáticas de mayor contribución para el campo y que apoyan esta teoría fueron educación en ingeniería, sistemas de aprendizaje, realidad virtual, dispositivos móviles, realidad aumentada móvil,

instrucción asistida por computadora, tecnología de realidad aumentada, ambientes de aprendizaje y aplicaciones de realidad aumentada, además se demostró en los últimos 5 años un crecimiento dentro de las investigaciones respecto a dichas temáticas, de lo que se puede inferir que hay un gran interés por las aplicaciones de realidad aumentada en los procesos de aprendizaje a través de dispositivos móviles.

El avance de las tecnologías ha configurado herramientas que permiten mejorar procesos en todo sentido, especialmente en procesos de aprendizaje y formación, la aplicación de la realidad aumentada a través de los dispositivos móviles para el aprendizaje es ejemplo de ello, ya que se presentan como un nuevo método de apoyo y es altamente valorado por sus beneficios, actualmente se ha demostrado que tiene un alto potencial para el aprendizaje en ambientes dinámicos y que genera mejores resultados de formación en diferentes contextos, permitiendo al estudiante involucrarse directamente y llevar un proceso más interactivo, sin embargo, es necesario seguir investigando y realizar pruebas en todo tipo de contexto. Finalmente, como trabajo futuro se podría explorar la combinación de palabras claves como m-learning y Augmented Reality con educación con el fin de obtener una mayor profundidad en el tema y explorar tendencias interesantes para los investigadores.

## Referencias

- Archambault, É., Campbell, D., Gingras, Y., & Larivière, V. (2009). Comparing bibliometric statistics obtained from the Web of Science and Scopus. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 60(7), 1320–1326. <https://doi.org/10.1002/asi.21062>
- Arias-Ciro, J. (2020). Estudio bibliométrico de la eficiencia del gasto público en educación. *Revista CEA*, 6(11), 127-144. <https://doi.org/10.22430/24223182.1588>
- Billinghurst, M. (2002). Augmented Reality in Education. *New Horizons for Learning*, 5.
- Bressler, D. M., & Bodzin, A. M. (2013). A mixed methods assessment of students' flow experiences during a mobile augmented reality science game. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(6), 505–517. <https://doi.org/10.1111/jcal.12008>
- Carlson, K. J., & Gagnon, D. J. (2016). Augmented Reality Integrated Simulation Education in Health Care. *Clinical Simulation in Nursing*, 12(4), 123–127. <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2015.12.005>
- Chen, C. ping, & Wang, C. H. (2015). Employing augmented-reality-embedded instruction to disperse the imparities of individual differences in earth science learning. *Journal of Science Education and Technology*, 24(6), 835–847. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9567-3>
- Chen, D.-R., Chen, M.-Y., Huang, T.-C., & Hsu, W.-P. (2013). Developing a mobile learning system in augmented reality context. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/594627>

- Chiang, T. H. C., Yang, S. J. H., Huang, C. S. J., & Su, A. Y. S. (2015). The effects of 5E learning strategies by image-based augmented reality of mobile learning for elementary students. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 9(4), 301–314. <https://doi.org/10.1504/IJML0.2015.074514>
- Chiang, T. H. C., Yang, S. J. H., & Hwang, G.-J. (2014). An augmented reality-based mobile learning system to improve students' learning achievements and motivations in natural science inquiry activities. *Educational Technology and Society*, 17(4), 352–365.
- Craig, A. (2013). *Understanding Augmented Reality - 1st Edition* (1st ed., Vol. 1). Morgan Kaufmann.
- Dreimane, S., & Daniela, L. (2020). Educational Potential of Augmented Reality Mobile Applications for Learning the Anatomy of the Human Body. *Technology, Knowledge and Learning*. <https://doi.org/10.1007/s10758-020-09461-7>
- Escalante-Ferrer, A. E., Torres-Salazar, M. del C., & García-Garnica, A. (2020). Indicadores de sustentabilidad en empresas manufactureras y vinculación con instituciones generadoras de conocimiento: estudio de caso. *Revista CEA*, 6(12), 29-46. <https://doi.org/10.22430/24223182.1601>
- Escudero, J. M., & Martínez, B. (2011). Educación inclusiva y cambio escolar. *Revista Iberoamericana de Educación*, 55, 85–105. <https://doi.org/10.35362/rie550526>
- Estapa, A., & Nadolny, L. (2015). The Effect of an Augmented Reality Enhanced Mathematics Lesson on Student Achievement and Motivation. *Journal of STEM Education*, 16(3), 40–49.
- FitzGerald, E., Ferguson, R., Adams, A., Gaved, M., Mor, Y., & Thomas, R. (2013). Augmented reality and mobile learning: The state of the art. *International Journal of Mobile and Blended Learning*, 5(4), 43–58. <https://doi.org/10.4018/ijmbl.2013100103>
- Fleck, S., Hachet, M., & Christian Bastien, J. M. (2015). Marker-based Augmented Reality: Instructional-design to improve children interactions with astronomical concepts. *Proceedings of IDC 2015: The 14th International Conference on Interaction Design and Children*, (May), 21–28. <https://doi.org/10.1145/2771839.2771842>
- Guo, R., Mei, C., Wu, Y., Puckett, M., & Qian, K. (2016). WIP: Promote inquiry-based linear algebra conceptual learning using mobile devices with Collaborative Augmented Reality (CAR). *Lecture Notes in Engineering and Computer Science*, 2225, 259–262.
- Hernández, J. O., Pennesi, M. F., Sobrino, D. L., & Vázquez, A. G. (2012). Tendencias emergentes en educación con TIC. In *Tendencias Emergentes En Educación Con Tic*.
- Hsu, W.-C., & Shih, J.-L. (2016). Applying augmented reality to a mobile-assisted learning system for martial arts using kinect motion capture. *International Journal of Distance Education Technologies*, 14(3), 91–106. <https://doi.org/10.4018/IJDET.2016070106>

- Joo-Nagata, J., Martínez Abad, F., García-Bermejo Giner, J., & García-Peñalvo, F. J. (2017). Augmented reality and pedestrian navigation through its implementation in m-learning and e-learning: Evaluation of an educational program in Chile. *Computers and Education*, *111*, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.04.003>
- Kerawalla, L., Luckin, R., Seljeflot, S., & Woolard, A. (2006). “Making it real”: Exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual Reality*, *10*(3–4), 163–174. <https://doi.org/10.1007/s10055-006-0036-4>
- Kiat, L. B., Ali, M. B., Halim, N. D. A., & Ibrahim, H. B. (2017). Augmented Reality, Virtual Learning Environment and Mobile Learning in education: A comparison. *2016 IEEE Conference on E-Learning, e-Management and e-Services, IC3e 2016*, 23–28. <https://doi.org/10.1109/IC3e.2016.8009034>
- Küçük, S., Kapakin, S., & Göktaş, Y. (2016). Learning anatomy via mobile augmented reality: Effects on achievement and cognitive load. *Anatomical Sciences Education*, *9*(5), 411–421. <https://doi.org/10.1002/ase.1603>
- Liu, T.-Y., Tan, T.-H., & Chu, Y.-L. (2010). QR code and augmented reality-supported mobile English learning system. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-12349-8\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-642-12349-8_3)
- Mayor-Ríos, J. A., Pacheco-Ortiz, D. M., Patiño-Vanegas, J. C., & Ramos-y-Yovera, S. E. (2019). Análisis de la integración del Big Data en los programas de contaduría pública en universidades acreditadas en Colombia (Analysis of the Integration of Big Data into Public Accounting Programs at Accredited Universities in Colombia). *Revista CEA*, *5*(9).
- Moreno-Guerrero, A.-J., García, S. A., Navas-Parejo, M. R., Campos-Soto, M. N., & García, G. G. (2020). Augmented Reality as a Resource for Improving Learning in the Physical Education Classroom. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(10), 3637. <https://doi.org/10.3390/IJERPH17103637>
- Park, K.-B., Choi, S. H., Kim, M., & Lee, J. Y. (2020). Deep learning-based mobile augmented reality for task assistance using 3D spatial mapping and snapshot-based RGB-D data. *Computers and Industrial Engineering*, *146*. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106585>
- Pence, H. E., Williams, A. J., & Belford, R. E. (2015). New Tools and Challenges for Chemical Education: Mobile Learning, Augmented Reality, and Distributed Cognition in the Dawn of the Social and Semantic Web. In *Chemistry Education: Best Practices, Opportunities and Trends*. <https://doi.org/10.1002/9783527679300.ch28>
- Pigueiras, J., Ruiz-Zafra, A., & Maciel, R. (2020). An augmented reality-based mlearning approach to enhance learning and teaching: A case of study in guadalajara. In *Advances in Intelligent Systems and Computing*. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-52538-5\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-030-52538-5_18)

- Prendes Espinosa, C. (2015). Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas. *Pixel-Bit, Revista de Medios y Educación*, (46), 187–203. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2015.i46.12>
- Rodríguez-Lora, V., Henaó-Cálad, M., & Valencia Arias, A. (2016). Taxonomías de técnicas y herramientas para la Ingeniería del Conocimiento: guía para el desarrollo de proyectos de conocimiento. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 24(2), 351-360.
- Solak, E., & Cakır, R. (2015). Exploring the effect of materials designed with augmented reality on language learners' vocabulary learning. *Journal of Educators Online*, 13(2), 50–72. <https://doi.org/10.9743/jeo.2015.2.5>
- Tarng, W., Lin, Y.-S., Lin, C.-P., & Ou, K.-L. (2016). Development of a Lunar-Phase Observation System Based on Augmented Reality and Mobile Learning Technologies. *Mobile Information Systems, 2016*. <https://doi.org/10.1155/2016/8352791>
- Tarng, W., & Ou, K.-L. (2012). A study of campus butterfly ecology learning system based on augmented reality and mobile learning. *Proceedings 2012 17th IEEE International Conference on Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education, WMUTE 2012*, 62–66. <https://doi.org/10.1109/WMUTE.2012.17>
- United Nations Educational Scientific and Cultural Organization. (2018). Issues and trends in Education for Sustainable Development. In *UNESCO Publishing*.
- Valencia-Arias, A., Benjumea Arias, M. L., Morales Zapata, D., Silva Cortés, A., & Betancur Zuluaga, P. (2018). Actitudes de docentes universitarios frente al uso de dispositivos móviles con fines académicos. *Revista mexicana de investigación educativa*, 23(78), 761-790.
- Valencia-Arias, A., Ocampo-Osorio, C., Quiroz-Fabra, J., Garcés-Giraldo, L. F., & Valencia, J. (2020). Tendencias investigativas en la aplicación de realidad aumentada en el sector turístico: un análisis bibliométrico. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, (E36), 229-242.
- Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers and Education*, 62, 41–49. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>
- Yilmaz, R. M. (2016). Educational magic toys developed with augmented reality technology for early childhood education. *Computers in Human Behavior*, 54, 240–248. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.07.040>

# Desinformación y verificación de datos. El caso de los bulos sobre la vacunación contra la Covid-19 en España

Álvaro López-Martín<sup>1</sup>, Bernardo Gómez-Calderón<sup>2</sup>, Alba Córdoba-Cabús<sup>3</sup>

alvarolopezmartin@uma.es; bjgomez@uma.es; albacordoba@uma.es

<sup>1</sup> Universidad de Málaga, Departamento de Periodismo, 29010, Málaga, España.

<sup>2</sup> Universidad de Málaga, Departamento de Periodismo, 29010, Málaga, España.

<sup>3</sup> Universidad de Málaga, Departamento de Periodismo, 29010, Málaga, España.

**Pages: 431-443**

**Resumen:** La proliferación de bulos sobre la Covid-19 ha sido una constante desde el inicio de la pandemia, acarreado graves consecuencias sociales y sanitarias en numerosos países. El artículo explora los rasgos de los contenidos fraudulentos referidos a las vacunas contra el SARS-Cov-2 difundidos en España y registrados en las plataformas de verificación Newtral y Maldita.es entre el 27 de diciembre de 2020 y el 27 de junio de 2021 (n=158). Los resultados obtenidos permiten concluir que estos mensajes se difunden predominantemente en formato texto a través de las redes sociales y las aplicaciones de mensajería instantánea. Asimismo, se infiere una finalidad eminentemente ideológica en la fabricación y difusión de estos bulos, los cuales presentan una notable multiplicidad temática, tienden a no personalizar el relato y no atribuyen la información a fuente alguna.

**Palabras-clave:** Noticias falsas; Desinformación; Covid-19; Verificación; Redes sociales.

## *Misinformation and fact-checking. The case of fake news about vaccination against Covid-19 in Spain*

**Abstract:** The proliferation of fake news about Covid-19 has been a constant since the beginning of the pandemic, having serious social and public health consequences. The article explores the features of the fraudulent content referring to SARS-Cov-2 vaccines disseminated in Spain and registered in the fact-checking platforms Newtral and Maldita.es between December 27, 2020 and June 27, 2021 (n = 158). The results obtained allow us to conclude that these messages are predominantly broadcast in text format through social media and messaging applications. Likewise, an eminently ideological purpose is inferred in the construction and dissemination of these hoaxes, which are articulated around a multiplicity of themes, tend not to personalize the stories and are don't attribute the information to any source.

**Keywords:** Fake news; Misinformation; Covid-19; Fact-checking; Social media.

## 1. Introducción

La masiva difusión de bulos referidos a la pandemia de Covid-19 desde comienzos de 2020 constituye un problema social y sanitario de envergadura (Apuke & Omar, 2021; Moreno-Castro, Vengut-Climent, Cano-Orón & Mendoza-Poudereux, 2021) que amenaza con restar credibilidad a instituciones médicas y gobiernos, desembocando en un contexto de escepticismo e incertidumbre entre la población. A la misma velocidad que se expandía el virus, la incidencia de las noticias falsas aumentaba en la Red, un fenómeno que diversos autores denominaron “infodemia” o “epidemia informativa” (Sánchez-Duarte & Magallón, 2020; Vaezi & Javanmard, 2020). En febrero de 2020, el director general de la Organización Mundial de la Salud, Tedros Adhanom, alertaba sobre ello: “Las noticias falsas se difunden más rápido y más fácilmente que este virus, y es igual de peligroso” (Naciones Unidas, 2020).

Con anterioridad, brotes víricos como el del ébola en 2014 o el del Zika en 2016 generaron también desinformación (Dredze, Broniatowski & Hilyard, 2016; Salaverría et al., 2020), si bien ninguno de ellos alcanzó el impacto y la dimensión del SARS-CoV-2. Así lo atestiguan Hao & Basu (2020), quienes sostienen que se trata de la primera pandemia global en las redes sociales. Desde entonces, cuestiones como el origen del virus, su tratamiento, los posibles remedios, así como el desarrollo y la inoculación de la vacuna han generado miles de bulos que circularon —y siguen presentes— en Internet (Pennycook et al., 2020; López-Martín & Córdoba-Cabús, 2021). En el contexto pandémico, estos mensajes resultan peligrosos en dos sentidos: por una parte, pueden ser utilizados con una finalidad ideológica para reforzar los argumentos de movimientos negacionistas; y, por otra, la credibilidad de las prácticas y curas erróneas que se identifican en el relato de estas *fake news* podrían provocar un empeoramiento de la salud pública.

Ante este escenario, los principales medios sociales, como Facebook, Twitter o WhatsApp, han reforzado sus filtros de verificación para, al menos, paliar la ingente cantidad de bulos que circulan a través de ellos. Unas medidas que, sin embargo, a la luz de diversas investigaciones (Pérez-Dasilva, Meso-Ayerdi & Mendiguren-Galdospín, 2020; Apuke & Omar, 2021), se han revelado hasta el momento ineficaces, debido a la alta proporción de contenidos fraudulentos que siguen presentes en las redes.

## 2. El auge de la desinformación en la sociedad actual

La digitalización de los contenidos y la elevada penetración de las nuevas tecnologías han transformado los hábitos de consumo informativo y de entretenimiento de la población (Valarezo-Cambizaca & Rodríguez-Hidalgo, 2019; Gómez-Calderón, 2020), especialmente entre el público joven, el cual opta mayoritariamente por las redes sociales para informarse en detrimento de los medios de comunicación convencionales (Reuters Institute, 2021). A través de estos canales se neutraliza la unidireccionalidad de los flujos informativos, teniendo cualquier usuario la capacidad de emitir sus propios mensajes (Valarezo-Cambizaca & Rodríguez-Hidalgo, 2019). Esta circunstancia, sumada al alcance universal y a la inmediatez que proporcionan las redes, las han convertido —junto con muchas páginas web— en las vías idóneas para la difusión indiscriminada de bulos (Gómez-Calderón, Córdoba-Cabús & Méndez-Nieto, 2020).

Es indudable que las noticias falsas han existido siempre, aunque no fue hasta 2016 cuando la desinformación comenzó a adquirir un protagonismo inédito a escala internacional a raíz de dos hechos fundamentales: la victoria de Donald Trump en las elecciones presidenciales estadounidenses y el resultado del Brexit (Allcott & Gentzkow, 2017; Gómez-Calderón, 2020). Desde entonces, es frecuente el concurso de las *fake news* en acontecimientos de cualquier índole, lo que ha dado pie a que autores como Bennet y Livingston (2018) sostengan que la desinformación es una de las mayores amenazas actuales para la democracia y la libertad de expresión.

Es preciso destacar la importancia del factor psicológico en el éxito propagador de los bulos. Según Kappes et al. (2020), existe una cierta inclinación a dar crédito solo a aquellos mensajes que uno desea creer. Tampoco ayuda la apariencia de textos periodísticos verídicos con la que habitualmente se presentan estos contenidos, lo que los dota de verosimilitud (Canavilhas, Colussi & Moura, 2019; Tandoc, Jenkins & Craft, 2019). En este contexto, estaríamos próximos al escenario de fabricación de consentimiento teorizado por Chomsky y Hernan (1988), según el cual las personas, inmersas en el entretenimiento, consideran que están bien informadas y, erróneamente, se autoconvencen de que conocen la verdad.

Las motivaciones a las que respondería la producción de estos “mensajes maliciosos” (Gentzkow, Shapiro & Stone, 2016) también han suscitado el interés de la academia. Al respecto, resulta especialmente reseñable la propuesta de Allcott & Gentzkow (2017), quienes esgrimen dos motores dominantes: uno, el económico, debido a los beneficios publicitarios que reportan los contenidos basados en el *clickbait*; y otro, el ideológico, que busca desacreditar a políticos o a instituciones de signo ideológico opuesto al del generador del bulo. Vinculado con este último, Gómez-Calderón et al. (2020) añaden una tercera motivación: la estratégica, encaminada a fortalecer o minar la posición de determinados gobiernos o países.

### **2.1. Fact-checking: Innovación para combatir la desinformación**

Si bien diversos autores cuestionan el poder “desestabilizador” de las *fake news* (Margolin, Hannak & Weber, 2018), el grueso de los estudios evidencia la necesidad de combatirlas (Ufarte-Ruiz, Peralta-García & Murcia-Verdú, 2018; Blanco-Alfonso, Chaparro-Domínguez & Repiso, 2021). De ahí que en los últimos años hayan surgido numerosas plataformas de verificación de datos o *fact-checking*, con el propósito de “desenmascarar los errores, ambigüedades, mentiras, falta de rigor e inexactitudes” de los contenidos que circulan por la Red (Ufarte-Ruiz et al., 2018, p. 734), recurriendo para ello a novedosas técnicas de chequeo de la información.

Esta práctica, de origen estadounidense, se ha popularizado especialmente a raíz de la Covid-19, por lo que en el último año se ha asistido a un crecimiento masivo de *fact-checkers* (Brennen, Simon, Howard & Nielsen, 2020). El Reporter’s Lab de la universidad estadounidense de Duke tiene censadas actualmente 349 plataformas de verificación activas a nivel mundial, 101 de ellas pertenecientes a la International Fact-Checking Network (IFCN), institución que agrupa a las entidades más importantes (dato a 31 de agosto de 2021). En ella, España cuenta con cuatro integrantes: Maldita.es, Verificat, EFE Verifica y Newtral, esta última habitual colaboradora de la cadena de televisión La Sexta.

### 3. Objetivos

El propósito fundamental de esta investigación estribaba en explorar los rasgos de los bulos difundidos en España en torno a las vacunas desarrolladas contra el SARS-CoV-2, virus responsable de la pandemia de Covid-19. Con esto se perseguía establecer, a través de evidencias empíricas, un modelo paradigmático que resulte útil para abordar futuros trabajos sobre procesos desinformativos. Además, este análisis permitiría ahondar en el fenómeno de las *fake news*, aportando un conocimiento más certero sobre la construcción y difusión de estos mensajes.

Junto con este propósito principal, se establecieron cuatro objetivos subsidiarios. El primero de ellos era identificar cuáles son las vías a través de las cuales se diseminan los bulos, así como explorar su eco mediático (O1). En segundo lugar, se planteó examinar las características formales y de producción de las piezas (O2). Atendiendo a la serie lingüística, se incluyó como tercer objetivo el análisis de los rasgos del relato de las *fake news* (O3). Y, por último, en relación con los *fact-checkers*, los autores se propusieron categorizar las fuentes consultadas en los procesos de verificación (O4).

### 4. Metodología

El método de investigación empleado en este trabajo, de carácter exploratorio, es el análisis de contenido. La elección de esta técnica como herramienta heurística responde a la fiabilidad y flexibilidad instrumental que ofrece para el estudio de mensajes (Wimmer & Dominick, 1996; Igartua, 2006).

Para la composición de la muestra se seleccionaron todos los bulos sobre la vacuna de la Covid-19 registrados en las plataformas de verificación Newtral y Maldita.es entre el 27 de diciembre de 2020 y el 27 de junio de 2021, es decir, durante los seis primeros meses de vacunación en la Unión Europea. La elección de los dos *fact-checkers* obedece a que constituyen las plataformas españolas más veteranas de la IFCN. Se contabilizó un total de 158 unidades de análisis, 91 de ellas en Maldita.es (57,59%) y 67 en Newtral (42,41%).

Todas las piezas fueron sometidas a una ficha de análisis dividida en tres bloques, para cuyo diseño se tomaron como referencia estudios previos sobre *fake news* (Aparici, García-Marín & Rincón-Manzano, 2019; Sánchez-Duarte & Magallón, 2020; Salaverría et al., 2020; Blanco-Alfonso et al., 2021), incorporándose variables *ad hoc* vinculadas a los propósitos de la investigación:

Bloque 1: Información de registro. Incluía aquellos ítems útiles para la identificación de las piezas, como plataforma y fecha de verificación.

Bloque 2: Análisis formal. Aquí se recabó información sobre los aspectos de producción y diseminación del bulo:

- Vía de difusión. Canales a través de los cuales se expande el mensaje: Twitter, Facebook, WhatsApp, medios de comunicación... En el caso de estos últimos, además, se estudió en qué medios tuvo eco la noticia falsa.
- Formato. Se refiere al código comunicativo o soporte empleado: texto, vídeo, audio, fotografía u otro.

- Protagonista del mensaje y del elemento visual (si lo hubiera). Se distinguía entre personal (políticos, gobiernos, empresas, instituciones, famosos, personas anónimas, expertos, aglomeraciones de personas...) y no personal (inventos o patentes, resoluciones, sentencias y leyes u otros).
- Promotor del bulo. Registrado cuando, tras el proceso de verificación, se identificaba la procedencia del contenido fraudulento.
- Territorio. La ubicación geográfica del suceso relatado.
- Fuentes consultadas. Este apartado pretendía conocer cuáles son las principales fuentes a las que recurren los *fact-checkers* para contrastar los hechos: fuentes gubernamentales, políticas, personal de seguridad, sanitario o experto, fuentes empresariales, fuentes académicas, asociaciones, ONG o sindicatos, famosos, medios de comunicación y periodistas, recursos digitales, redes sociales y otras fuentes.

Bloque 3: Análisis del mensaje. Se incluyeron en él las variables referidas a la serie lingüística y la intencionalidad del relato:

- Tema. Si bien todas las piezas están vinculadas con la vacuna, para un análisis exhaustivo se establecieron las siguientes categorías: 1) calendario de vacunación, 2) composición, 3) conspiración, 4) desarrollo de la vacuna, 5) efectos secundarios, 6) eficacia, 7) muertes y 8) otros asuntos.
- Fuente a la que se le atribuye el hecho. Podía ser real, anónima, suplantada o ficticia.
- Lenguaje. Se diferenciaba, en el cuerpo del mensaje, entre léxico cotidiano y especializado.
- Tipo de bulo. Se establecieron aquí las siguientes categorías en base a la clasificación de Allcott & Gentzkow (2017) y Salaverría et al. (2020): broma, exageración, descontextualización o noticia manipulada, engaño y teoría de la conspiración.
- Finalidad. Examinaba la intencionalidad del bulo: política, religiosa, delictiva, económica, ideológica, humorística, organizativa...
- Presencia de declaraciones.
- Modalidad de contenido de la pieza: informativa, interpretativa u opinativa.

A partir de la información extraída, se generó una matriz de datos en el programa SPSS para el posterior análisis estadístico y la identificación de posibles relaciones entre las variables estudiadas.

## 5. Resultados

### 5.1. Análisis formal

El primer dato reseñable que se deriva del análisis de las *fake news* es su ubicación temporal. Los bulos sobre la vacuna se concentran principalmente en el periodo del 27 de diciembre al 27 de enero (21,52%) y del 28 de marzo al 27 de abril (24,05%), registrándose en estas franjas una incidencia notablemente superior a la del resto de meses, cuyos valores oscilan entre el 9,49% (febrero) y el 18,36% (mayo). Esta preponderancia podría

obedecer a que, por una parte, fue al comienzo del año cuando se comenzó a inocular las primeras dosis de las vacunas de Pfizer y Moderna en la Unión Europea; y, por otra, a que en el mes de abril se paralizó la vacunación con el suero de AstraZeneca debido a su posible vinculación con efectos secundarios como la aparición de trombos. Esto último sirvió de caldo de cultivo para campañas negacionistas y antivacunas, lo que dio pie a la proliferación de bulos.

Respecto a los canales de difusión, lo habitual es la propagación simultánea a través de dos o más vías (2,58), lo que hace que estos mensajes adquieran una gran capacidad expansiva y, por tanto, sean difícilmente controlables. En este sentido, las redes sociales y las aplicaciones de mensajería instantánea son los canales con mayor protagonismo. En líneas generales, se aprecia cierta relación entre los soportes con mayor presencia de bulos y las plataformas o redes que registran una mayor penetración entre la audiencia. En concreto, Twitter (72,78%), Facebook (71,52%) y WhatsApp (53,16%) son las vías preferentes para la propagación de *fake news*, lo que contrasta con el discreto alcance de YouTube (1,90%) o la cada vez más popular aplicación de vídeos TikTok (2,53%).

Resulta especialmente llamativa la participación de los medios de comunicación en el proceso propagador de los bulos (17,72% de incidencias). No obstante, salvo excepciones, estos casos corresponden a diarios digitales nacionales e internacionales de dudosa credibilidad cuyo principal fin es la consecución de un alto número de visitantes web —*El Diestro*, *Handelsblatt*, *The Commons*, *Principia Scientific*, *Diario26*, *The Daily Exposure* o *El Puntual 24H*, entre otros—. Tan solo una noticia sin contrastar correctamente —el fallecimiento de 23 ancianos en Noruega como consecuencia de posibles efectos de la vacuna de Pfizer— tuvo eco en medios convencionales como *TeleCinco*, *La Razón* o *El Correo*.

Como puede apreciarse en la tabla 1, el texto es el código comunicativo mediante el cual se presentan mayoritariamente los bulos, aunque también es habitual su difusión junto a otros elementos como audios, fotografías o vídeos. Si bien se distinguen diversas categorías, la modalidad de texto incrustado en imagen es la registrada en el mayor número de piezas (39,24%). Esta variedad de *fake news* es la que mejor replica la apariencia de contenidos periodísticos reales: el mensaje —texto— se presenta mediante montajes gráficos en los que se emulan la tipografías y otros elementos propios de las ediciones digitales de medios como *El Mundo* o *As*, haciendo creer al receptor que la noticia fue publicada por estas cabeceras.

Frente a esto, soportes como el audio, la fotografía o el vídeo tienen una presencia reducida, lo cual podría deberse a una razón formativa o de capacitación tecnológica, ya que la edición y manipulación de estos soportes resulta compleja.

Formato	Nº piezas	Porcentaje (%)
Audio	2	1,27%
Fotografía	2	1,27%
Infografía	4	2,53%
Texto en cadena	45	28,48%
Texto en cadena + audio	2	1,27%
Texto en cadena + fotografía	15	9,49%

Formato	Nº piezas	Porcentaje (%)
<i>Texto incrustado en imagen (pantallazos)</i>	62	39,24%
<i>Texto incr. + fotografía</i>	2	1,27%
<i>Texto incr. + vídeo</i>	1	0,63%
<i>Texto en cadena + vídeo</i>	6	3,79%
<i>Vídeo</i>	17	10,76%
<i>Total</i>	158	100%

Tabla 1 – Código comunicativo de los bulos

En cuanto al protagonismo en los bulos, destacan las numerosas referencias a las vacunas contra la Covid-19 (26,58%) y los mensajes referidos a aglomeraciones —por ejemplo, la citación para la vacunación a determinadas franjas de edad— (19,62%). Le siguen las *fake news* protagonizadas por personas anónimas (16,46%). Dado que es reducida la proporción de piezas que pone el foco sobre personas expertas en la materia (12,03%), empresas o instituciones (8,26%), el Gobierno o ministerios (5,06%), famosos (2,53%) y políticos (1,90%), parece obvia la tendencia a no personalizar el relato desinformativo.

En el apartado geográfico, predominan las unidades de análisis en las que no se identifica la ubicación territorial (35,44%). En cambio, en las que sí ocurre esto, destacan los contenidos fraudulentos de ámbito nacional (incluyendo local y autonómico), con un 34,18% de incidencias. Los mensajes vinculados a la esfera internacional representan el 30,38% de la muestra y se concentran principalmente en cuatro países o regiones: Latinoamérica, Estados Unidos, Reino Unido y China.

El cruce de variables apunta a una posible relación entre el ámbito geográfico y la temática de los bulos. Las piezas referidas a las muertes provocadas por la vacuna se adscriben mayoritariamente a la esfera internacional (65,52%). Frente a ello, a nivel local y autonómico la mayoría de los mensajes tratan sobre el calendario de vacunación (78,95%). Además, en estos últimos se aprecia una preponderancia de las fuentes anónimas (81,58%) y de WhatsApp como vía de difusión (73,68%).

En lo concerniente a la labor de los *fact-checkers*, se obtiene que tras el proceso de verificación tan solo se logra identificar la procedencia del 20,25% de los contenidos fraudulentos que circulan por la Red. Entre ellos, destacan los bulos originados por personal sanitario o colectivos negacionistas —por ejemplo, Médicos por la Verdad—, diarios digitales o portales web, personajes populares —e.g., la actriz Victoria Abril— o cuentas *bots* en Twitter.

Vinculado con lo anterior, el análisis demuestra que las plataformas de *fact-checking* recurren a un promedio de 2,57 tipos de fuentes distintas para el chequeo de las *fake news*. De manera pormenorizada, las fuentes mediáticas (50,63%) y las gubernamentales (49,37%) son a las más habituales, seguidas de organizaciones o sindicatos, expertos y fuentes académicas (tabla 2). Asimismo, es preciso destacar el amplio repertorio de recursos digitales que manejan los verificadores, tales como Wayback Machine, búsqueda inversa de imágenes de Google o TinEye, entre otros.

Fuentes consultadas	Nº piezas	Porcentaje (%)
Académicas	26	16,45%
Asociaciones, ONG, sindicatos u organizaciones	74	46,83%
Empresariales	16	10,13%
Famosos (no políticos)	1	0,63%
Gubernamentales	78	49,37%
Medios de comunicación y periodistas	80	50,63%
Otras fuentes	14	8,86%
Personal de seguridad, sanitario o expertos	66	41,77%
Políticas	2	1,27%
Recursos digitales	39	24,68%
Redes sociales	7	4,43%

Tabla 2 – Fuentes consultadas por los *fact-checkers*

## 5.2. Análisis del mensaje

Respecto a los temas abordados, se extrae del análisis una preponderancia, en términos generales, de los bulos sobre el calendario y los plazos de inoculación (24,05%) y las muertes provocadas por la vacuna (18,36%), si bien su incidencia varía notablemente en el tiempo (figura 1). En este sentido, se observa que durante el primer trimestre proliferan las *fake news* referidas a los efectos secundarios de los sueros y diversas teorías de la conspiración —por ejemplo, la creación de la vacuna anterior al inicio de la pandemia, la modificación del ADN o la intención de menguar la población mundial—. Lo contrario ocurre con el calendario de vacunación, cuya máxima incidencia se alcanza en los meses cuarto —28 de marzo a 27 de abril— y quinto —28 de abril a 27 de mayo— del análisis, coincidiendo estos con el periodo en el que se inició la inoculación a los menores de 60 años. Los contenidos fraudulentos referidos a la composición de la vacuna se registran sobre todo en los dos últimos meses del periodo analizado, con piezas en las que se afirma que el preparado contiene “metales pesados” o “microchips de Microsoft”.

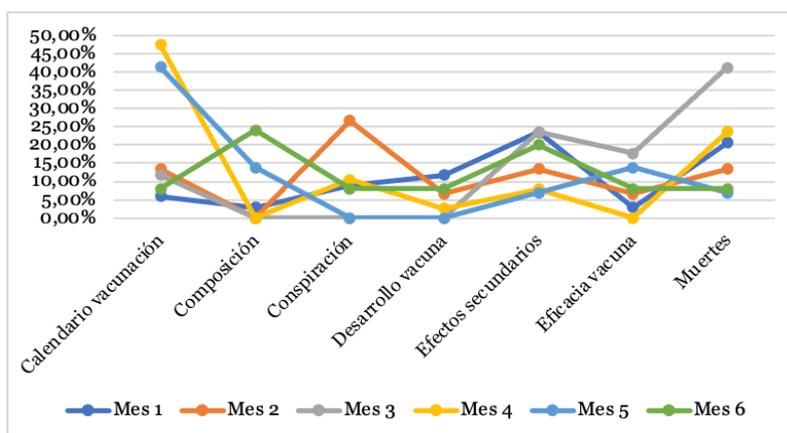


Figura 1 – Principales temas de los bulos

Del examen de las fuentes identificadas en los bulos se desprende que predominan las piezas sin atribución de autoría —es decir, anónimas— (56,96%). Cabe destacar que, pese a esta circunstancia, estas noticias falsas logran un considerable recorrido en la Red. Las fuentes reales —principalmente expertos, colectivos o famosos antivacunas— representan el 24,68% de los casos frente al 16,46% de las fuentes suplantadas —personas o instituciones a las que se les atribuye una información o declaración errónea— y el residual 1,90% de fuentes ficticias.

El análisis también permite identificar que casi la mitad de la muestra responde a la categoría de engaño —hechos de invención absoluta— (48,09%). En este sentido, se registran falsificaciones variopintas. No obstante, hay un elevado porcentaje de bulos que tienen un estrecho vínculo con hechos reales (37,97%), tratándose en unos casos de noticias manipuladas o descontextualizadas (20,89%) y en otros, de simples exageraciones (17,08%). Menor incidencia presentan los bulos adscritos a la categoría de teoría de la conspiración (12,05%).

Por último, la finalidad de las *fake news* es dispar, aunque prima indiscutiblemente la intencionalidad ideológica (70,89%). Este propósito, junto al organizativo (17,72%) y al político (6,33%), engloban casi la totalidad de las unidades analizadas. La finalidad organizativa la exhiben todos aquellos bulos que realizan un llamamiento a la población para que acuda a vacunarse sin cita previa, provocando, por tanto, el colapso en los centros sanitarios. En lo que respecta al fin político, se infiere una clara intención de desacreditar la labor del Gobierno de España en general y del Ministerio de Sanidad en especial. No obstante, en menor medida también se contabilizan bulos que apuntan hacia las formaciones políticas situadas a la derecha del espectro político, en este caso, a través de la creación de contenidos fraudulentos sobre los gobiernos autonómicos de la Comunidad de Madrid y Andalucía.

## 6. Conclusiones

El análisis ha permitido constatar el notable interés que suscitan las vacunas contra la Covid-19 en el marco de la oleada desinformativa generada por el SARS-CoV-2. Si bien estudios previos ya dejaban entrever su impacto durante los primeros meses de la pandemia, cuando los sueros aún se encontraban en fase experimental (López-Martín & Córdoba-Cabús, 2021), a partir del inicio de la inoculación en la Unión Europea su incidencia se ha multiplicado exponencialmente, siendo desde entonces una constante la proliferación de mensajes fraudulentos sobre este asunto.

Con respecto a las principales vías a través de las cuales se diseminan los bulos (O1), los resultados evidencian su gran capacidad expansiva, ya que se propagan frecuentemente a través de dos o más canales simultáneos. Las redes sociales —especialmente Twitter y Facebook— y WhatsApp son los soportes más usuales para la diseminación de las *fake news*, siendo su incidencia notablemente superior a la del resto de aplicaciones empleadas por la audiencia. Estos resultados irían en la línea de los hallazgos de Salaverría et al. (2020) o Sánchez-Duarte y Magallón (2020), entre otros. Asimismo, se puede inferir que, como ya adelantaron Pérez-Dasilva et al. (2020) y Apuke y Omar (2021), las medidas de control de bulos implantadas por los *social media* resultan —al menos parcialmente— ineficaces. Por su parte, la repercusión en medios de comunicación

es moderada, concentrándose en los diarios digitales de nuevo cuño, en los que prima la finalidad económica a partir de un elevado tráfico web, lo que parece una disfunción inherente a la profesión periodística hoy en día (Aparici et al., 2019).

Por lo que respecta al O2, que estribaba en determinar las características formales y de producción de los bulos, se demuestra el predominio del texto —tanto en cadena como incrustado en imágenes— como código comunicativo, si bien también se difunde, aunque en menor medida, junto a otros soportes como la fotografía, el vídeo o el audio. En este sentido, se observa cierta coincidencia con los resultados de estudios previos (Coromina & Padilla, 2018; Gutiérrez-Coba, Coba-Gutiérrez & Gómez-Díaz, 2020; Herrero-Diz, Pérez-Escolar & Plaza, 2020), en los que también se apunta hacia la facilidad de manipulación y edición de este formato como el principal factor que explica su expansión. Además, se constata que habitualmente los medios de comunicación se ven involucrados de manera involuntaria en los procesos de desinformación. Asimismo, otro rasgo característico es la falta de personalización del relato desinformativo, siendo discreta la proporción de mensajes protagonizados por personas o instituciones específicas. Aunque en general no se identifica la ubicación territorial de las piezas, en su mayoría se corresponden con asuntos internacionales, lo que evidencia la transversalidad y universalidad de muchos de los bulos (Sánchez-Duarte & Magallón, 2020).

En relación al O3, que atendía a los rasgos del relato, se constata que las *fake news* se articulan en torno a un variado menú temático en el que destacan las informaciones sobre los plazos de vacunación y las muertes provocadas por los sueros. En este sentido, se aprecian divergencias respecto a los temas vinculados a las vacunas que suscitaron mayor interés durante el periodo de investigación clínica (López-Martín & Córdoba-Cabús, 2021). En cuanto a la motivación de los mensajes, el análisis refleja la indiscutible preponderancia de la finalidad ideológica, con contenidos de carácter principalmente negacionista o antivacunación. De acuerdo con los hallazgos de Herrero-Diz et al. (2020), la predominancia de este propósito es común a todos los fenómenos desinformativos.

Por otro lado, la no atribución de los mensajes, de procedencia anónima en la mayoría de los casos, se revela como una práctica habitual en la construcción de las piezas. Asimismo, del análisis se infiere un notable protagonismo de las fuentes reales —mayoritariamente personas o colectivos antivacunas—. Estos datos difieren de algunos hallazgos previos (cf. Herrero-Diz et al., 2020; Salaverría et al., 2020), aunque coinciden parcialmente con los registros obtenidos por Gutiérrez-Coba et al. (2020) y Moreno-Castro et al. (2021). Respecto a la tipología de los mensajes, casi la mitad corresponde a la categoría de engaño, si bien un alto porcentaje de unidades también aborda asuntos estrechamente vinculados con hechos reales, resultados muy similares a los ya avanzados por Salaverría et al. (2020).

En definitiva, la multiplicidad temática, la predominancia de la finalidad ideológica, la ausencia de fuentes identificadas y la elevada incidencia de los relatos puramente ficticios serían los rasgos característicos de las piezas analizadas.

Finalmente, en cuanto a las fuentes consultadas por los *fact-checkers* para el proceso de verificación (O4), se concluye que los medios de comunicación y los periodistas, así como las fuentes gubernamentales, son las entidades a las que en mayor medida se

recurre. Las tasas obtenidas en estos casos superan de modo apreciable las registradas en estudios previos (Blanco-Alfonso et al., 2021).

Nos encontramos ante un fenómeno, el de la desinformación, que representa un preocupante obstáculo para erradicar la pandemia de Covid-19. Conocer los mecanismos de producción y difusión en que se apoyan los contenidos fraudulentos es fundamental para desterrarlos del debate público, y a ello hemos intentado contribuir con esta investigación.

\*Investigación desarrollada en el marco del Proyecto Nacional de I+D PID2019-106932RB-I00, “El uso informativo de las redes sociales por parte de los jóvenes españoles: consumo incidental de noticias, condicionantes tecnológicos y credibilidad de los contenidos periodísticos”, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación.

## Referencias

- Allcott, H., & Gentzkow, M. (2017). Social media and fake news in the 2016 election. *Journal of Economic Perspectives*, 31(2), 211-236. <https://doi.org/10.1257/jep.31.2.211>
- Aparici, R., García-Marín, D., & Rincón-Manzano, L. (2019). Noticias falsas, bulos y trending topics. Anatomía y estrategias de la desinformación en el conflicto catalán. *El Profesional de la Información*, 28(3), e280313. <https://doi.org/10.3145/epi.2019.may.13>
- Apuke, O. D., & Omar, B. (2021). Fake news and COVID-19: modelling the predictors of fake news sharing among social media users. *Telematics and Informatics*, (56), 101475. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2020.101475>
- Blanco-Alfonso, I., Chaparro-Domínguez, M. Á., & Repiso, R. (2021). El fact-checking como estrategia global para contener la desinformación. *Estudios sobre el Mensaje Periodístico*, 27(3), 779-791. <https://doi.org/10.5209/esmp.76189>
- Bennet, W., & Livingston, S. (2018). The disinformation order: Disruptive communicative and the decline of democratic institutions. *European Journal of Communication*, 33(2), 122-139. <https://doi.org/10.1177/0267323118760317>
- Brennen, J., Simon, F., Howard, P., & Nielsen, R. (2020). *Types, source and claims of COVID-19 misinformation*. Reuters Institute. <https://bit.ly/3yk8PK7>
- Canavilhas, J., Colussi, J., & Moura, Z. B. (2019). Desinformación en las elecciones presidenciales 2018 en Brasil: un análisis de los grupos familiares en WhatsApp. *El Profesional de la Información*, 28(5), e280503. <https://doi.org/10.3145/epi.2019.sep03>
- Chomsky, N., & Herman, E. (1988). *Manufacturing consent: The political economy of mass media*. Pantheon Books.
- Coromina, Ó., & Padilla, A. (2018). Análisis de las desinformaciones del referendun del 1 de octubre detectadas por Maldito Bulo. *Quaderns del CAC*, 21(44), 17-26.

- Dredze, M., Broniatowski, D., & Hilyard, K. M. (2016). Zika vaccine misconceptions: A social media analysis. *Vaccine*, 34(30), 3441-3442. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2016.05.008>
- Duke Reporter's (2021). *Fact-checking news*. Reporters Lab. <https://reporterslab.org/fact-checking/>
- Gentzkow, M., Shapiro, J., & Stone, D. (2016). Media Bias in the Marketplace: Theory. *Handbook of Media Economics*, 1, 623-645. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63685-0.00014-0>
- Gómez-Calderón, B. (2020). El fenómeno de las “fake news” o de cómo los nuevos canales sirven de altavoz a la vieja propaganda. In F. Martín, & M. Gómez (Eds.), *Post-periodismo. Entre lo real y lo virtual*, (pp. 21-42). McGraw Hill Interamericana.
- Gómez-Calderón, B., Córdoba-Cabús, A., & Méndez-Nieto, A. (2020). Jóvenes y fake news. Un análisis sociodemográfico aplicado al caso andaluz. *IC – Revista Científica de Información y Comunicación*, (17), 481-504. <https://doi.org/10.12795/IC.2020.i01.21>
- Gutiérrez-Coba, L. M., Coba-Gutiérrez, P., & Gómez-Díaz, J. A. (2020). Noticias falsas y desinformación sobre el Covid-19: análisis comparativo de seis países iberoamericanos. *Revista Latina de Comunicación Social*, (78), 237-264. <https://doi.org/10.4185/RLCS-2020-1476>
- Hao, K., & Basu, T. (2020). *The coronavirus is the first true social-media “infodemic”*. *Technology Review*. <https://bit.ly/3ycwlrq>
- Herrero-Diz, P., Pérez-Escolar, M., & Plaza, J. F. (2020). Desinformación de género: análisis de los bulos de Maldito Feminismo. *Icono* 14, 18(2), 188-216. <https://doi.org/10.7195/ri14.v18i2.1509>
- Igartua, J. J. (2006). *Métodos cuantitativos de investigación en comunicación*. Bosch.
- Kappes, A., Harvey, A. H., Lohrenz, T., Montague, P., & Sharot, T. (2020). Confirmation bias in the utilization of others' opinion strength. *Nature neuroscience*, 23(11), 130-137. <https://doi.org/10.1038/s41593-019-0549-2>
- López-Martín, Á., & Córdoba-Cabús, A. (2021). Epidemia informativa en la red: Noticias falsas sobre la vacuna del coronavirus en España. In J. Sotelo, & J. González (Eds.), *Digital media. El papel de las redes sociales en el ecosistema comunicativo en tiempos de COVID-19*, (pp. 141-156). McGraw Hill Interamericana.
- Margolin, D., Hannak, A., & Weber, I. (2018). Political fact-checking on Twitter: When do corrections have an effect? *Political Communication*, 35(2), 196-219. <https://doi.org/10.1080/10584609.2017.1334018>
- Moreno-Castro, C., Vengut-Climent, E., Cano-Orón, L., & Mendoza-Poudereux, I. (2021). Exploratory study of the hoaxes spread via WhatsApp in Spain to prevent and/or cure COVID-19. *Gaceta Sanitaria*, 35. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2020.07.008>
- Naciones Unidas (2020). *La ONU contra la desinformación sobre el COVID-19 y los ataques cibernéticos*. Naciones Unidas. <https://bit.ly/3mq3bmn>

- Pennycook, G., Mcphetres, J., Zhang, Y., Lu, J. G., & Rand, D. G. (2020). Fighting COVID-19 misinformation on social media: Experimental evidence for a scalable accuracy-nudge intervention. *Psychological Science*, 31(7), 770-780. <https://doi.org/10.20318/recs.2020.5417>
- Pérez-Dasilva, J. A., Meso-Ayerdi, K., & Mendiguren-Galdospín, T. (2020). Fake news y coronavirus: detección de los principales actores y tendencias a través del análisis de las conversaciones en Twitter. *El Profesional de la Información*, 29(3), e290308. <https://doi.org/10.3145/epi.2020.may.08>
- Reuters Institute (2021). *La televisión y las redes sociales consolidan su dominio entre fuertes caídas de los medios impresos y de la radio*. Digital News Report. <https://bit.ly/3fLLIY4>
- Salaverría, R., Buslón, N., López-Pan, F., León, B., López-Goñi, I., & Erviti, M. C. (2020). Desinformación en tiempos de pandemia: tipología de los bulos sobre la Covid-19. *El Profesional de la Información*, 29(3), e290315. <https://doi.org/10.3145/epi.2020.may.15>
- Sánchez-Duarte, J. M., & Magallón, R. (2020). Infodemia y COVID-19. Evolución y viralización de informaciones falsas en España. *Revista Española de Comunicación en Salud*, (S1), 31-41. <https://doi.org/10.20318/recs.2020.5417>
- Tandoc, E. C., Jenkins, J., & Craft, S. (2019). Fake news as a critical incident in journalism. *Journalism Practice*, 13(6), 673-689. <https://doi.org/10.1080/17512786.2018.1562958>
- Ufarte-Ruiz, M., Peralta-García, L., & Murcia-Verdú, F. (2018). Fact checking: un nuevo desafío del periodismo. *El Profesional de la Información*, 27(4), 733-741. <https://doi.org/10.3145/epi.2018.jul.02>
- Vaezi, A., & Javanmard, S. H. (2020). Infodemic and risk communication in the era of CoV-19. *Advanced Biomedical Research*, 9(10). [https://doi.org/10.4103/abr.abr\\_47\\_20](https://doi.org/10.4103/abr.abr_47_20)
- Valarezo-Cambizaca, L. M., & Rodríguez-Hidalgo, C. (2019). La innovación en el periodismo como antídoto ante las fake news. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E20), 24-35. <http://www.risti.xyz/issues/ristie20.pdf>
- Wimmer, R. D., & Dominick, J. R. (1996). *La investigación científica de los medios de comunicación. Una introducción a sus métodos*. Bosch.

# Sistema de Clasificación Automático de Peces Endémicos del Ecuador Usando Redes Neuronales Convolucionales

Anthony Sánchez-Guashpa<sup>1</sup>, Pablo Pico-Valencia<sup>1,2</sup>, Pedro Jiménez<sup>1</sup>,  
Juan A. Holgado-Terriza<sup>2</sup>

**anthony.sanchez@pucese.edu.ec; pablo.pico@pucese.edu.ec; pedro.jimenez@pucese.edu.ec;**  
**jholgado@ugr.es**

<sup>1</sup> Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Esmeraldas, Ecuador.

<sup>2</sup> Universidad de Granada, Granada, España.

**Pages: 444-457**

**Resumen:** Las redes neuronales artificiales son modelos ampliamente usados en tareas de reconocimiento de patrones, entre las que se incluye la clasificación de personas, animales y objetos. En este artículo se presenta un clasificador automático de especies de peces endémicas del Ecuador utilizando las redes neuronales convolucionales. El clasificador propuesto, desarrollado en Python, se constituyó de 4 capas convolucionales a las que se les aplicó respectivamente 32, 64, 128 y 256 filtros para la extracción de características de las imágenes de entrada a la red. Dicho modelo fue entrenado con un total de 36.140 imágenes de especies de peces categorizadas en 52 géneros correspondientes a 94 especies de peces. Luego del entrenamiento y evaluación del modelo desarrollado se obtuvo como resultado un clasificador automático de peces endémicos de Ecuador cuya precisión fue del 97.55%.

**Palabras-clave:** Aprendizaje profundo, CNN, Python, pez, Ecuador.

## *Automatic Classification System for Endemic Fishes of Ecuador Using Convolutional Neural Networks*

**Abstract:** Artificial neural networks are widely used in pattern recognition tasks, including the classification of people, animal species and objects. This paper presents an automatic classifier of fish species endemic to Ecuador using convolutional neural networks. The proposed classifier, developed in Python, consisted of 4 convolutional layers to which 32, 64, 128 and 256 filters were applied respectively for the extraction of features from the input images to the network. This model was trained with a total of 36,140 images of fish species categorized into 52 genera corresponding to 94 fish species. After the training and evaluation of the developed model, the result was an automatic classifier of endemic fishes of Ecuador with an accuracy of 97.55%.

**Keywords:** Deep learning, CNN, Python, fish, Ecuador.

## 1. Introducción

Ecuador es uno de los países con mayor biodiversidad en el mundo. Este país registra 112 especies endémicas de peces (Pedro Jiménez Prado, et al., 2015). Muchas de ellas, poseen características similares, lo que para un humano no experto y con poca experiencia puede confundirlo al momento de llevar a cabo el censo visual de las especies. Por lo tanto, un sistema clasificador de peces para investigadores y académicos del área de ictiología puede ayudar considerablemente cuando requieran identificar y reconocer distintos géneros de peces de Ecuador, así como también, realizar su categorización de acuerdo con la familia a la que pertenecen, su hábitat de reproducción y su período de vida. En resumen, el sistema de clasificación no solo podría mitigar errores al clasificar peces endémicos de una zona geográfica específica como es Ecuador; sino que también provee a la comunidad científica y a los organismos públicos de gestión ambiental del país de un set de datos a partir del cual se pueda realizar futuros estudios ictiológicos en universidades o centros de investigación.

Las redes neuronales son una técnica efectiva para el diseño de clasificadores automáticos. Dicha técnica propone el uso de modelos bio-inspirados que comprenden múltiples niveles de operaciones no lineales a partir de los cuales los ordenadores son capaces de emular la forma en que las neuronas del cerebro procesan la información (Fadlullah et al., 2017). Aunque existen varios modelos de redes neuronales que apoyan el aprendizaje profundo (i.e., Perceptrón Multicapas, redes recurrentes, redes convolucionales); en los últimos años, las redes convolucionales han ganado popularidad en el estudio del aprendizaje profundo por sus avances en cuanto a la clasificación de patrones debido a que poseen un gran potencial para reconocer objetos en imágenes (Zeiler, Fergus, & Matthew Zeiler, 2017). Estas redes, que integran capas de convoluciones con funciones de activación no lineales para calcular la salida definidas, han optimizado la creación de clasificadores capaces de mapear los píxeles de una imagen en búsqueda de patrones para luego ser clasificadas usando una estructura constituida de capas intermedias (Iqbal, Wang, Ali, & Riaz, 2019).

El aprendizaje profundo tiene aplicaciones relevantes en el mundo moderno entre las que figuran: detectar, comparar, identificar y clasificar objetos de forma automática. Algunos casos prácticos se han orientado a clasificar malware, detectar noticias falsas, detectar objetos en imágenes y videos en tiempo real, entre otras (Farsal, Anter, & Ramdani, 2018), (Luo, Liu, Yin, Li, & Wu, 2017), (Nataraj, Karthikeyan, Jacob, & Manjunath, 2011). Las redes convolucionales también se han desempeñado con mucho éxito en tareas de clasificación de peces, tema central de este estudio (Y. Li, Chen, & Chen, 2020), (X. Li, Tang, & Gao, 2017). No obstante, la problemática radica en que muchos de los clasificadores propuestos en la literatura dependen en gran medida del set de datos empleado para realizar su entrenamiento y consecuentemente, los modelos existentes no se ajustan a realidades específicas como es el caso de las especies de peces endémicas del Ecuador. Entonces, este estudio tiene como objetivo diseñar y entrenar un modelo de clasificación automática de estas especies. Un sistema de esta naturaleza es de relevancia en la academia porque dicho país, al año 2012 registró más de 900 tipos de peces de agua dulce en sus cuencas hidrográficas (Barriga, 2012).

El presente artículo está organizado en cinco secciones. La sección 2 describe las bases teóricas sobre las redes convolucionales y los trabajos relacionados con la propuesta.

La sección 3 describe los materiales y métodos empleados para desarrollar el estudio, esto es, presenta una descripción técnica del modelo de red convolucional, las herramientas usadas y el set de datos empleado para efectuar el entrenamiento y validación del modelo. Los resultados de la evaluación del clasificador de peces endémicos de Ecuador según la familia a la que pertenecen se detallan en la sección 4. Finalmente, las conclusiones y trabajos futuros son descritos en la sección 5.

## 2. Redes neuronales convolucionales

Una red neuronal convolucional, conocida también como CNN por sus siglas en inglés, es un modelo de aprendizaje profundo que constituye una arquitectura matemática paramétrica con distintas capas, estas son: capas de convolución, de agrupamiento, completamente conectadas y una capa de salida. Este tipo de red neuronal se ven involucradas en el reconocimiento de objetos en imágenes, esto gracias a su arquitectura multicapa. Es importante mencionar que no hay un estándar único que define a las CNN. Por ende, existen distintas variantes a la hora de implementar estos modelos y el uso de una u otra variante dependerá generalmente del problema. Sin embargo, la estructura de una red convolucional generalmente cuenta con capas convolucionales y submuestreo (*pooling*) organizadas por módulos como se ilustra en la Figura 1. Además, integran una o varias capas totalmente conectadas similar a las redes neuronales simples.

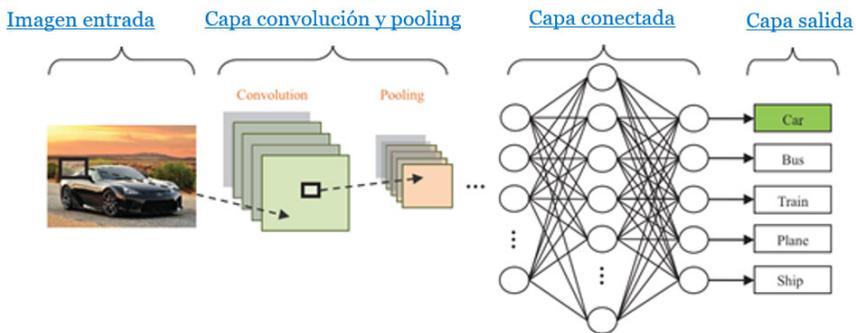


Figura 1 – Clasificación de imágenes en una CNN [36].

**Proceso convolucional.** A partir de una imagen, esta operación de convolución permite extraer características locales mediante filtros (kernels), que a su vez recorre toda la imagen de abajo hacia arriba, generando un mapa de características, esta salida está ligada a una función de activación permitiendo la no linealidad generalmente *Relu*, que se agrupan por medio de una función de agrupamiento, cuya finalidad, es reducir el tamaño de la imagen en función a los valores más significativos que luego los asocia a una capa de red completamente conectada.

**Proceso de submuestreo.** El proceso de submuestreo permite optimizar el rendimiento de cálculo para reducir el tamaño espacial en el aprendizaje de nuevos datos, permitiendo reconocer características de una imagen sin importar en qué lugar

de la imagen se encuentre [63]. El submuestreo extrae la información muy relevante en un mapa de característica, utilizando diversos métodos que son:

- **Muestreo máximo (max pooling).** Dado los valores de *stride* y *padding* obtienen como resultado el valor máximo de una ventana de puntos.
- **Muestreo promedio (average pooling).** Da una respuesta local sacando el promedio de una vecindad de valores.
- **Muestreo de suma (sum pooling).** Calcula los desplazamientos de una ventana dentro del mapa de características.

**Capas totalmente conectada.** Este proceso es un conjunto de varias capas interconectadas formadas por una red neuronal artificial y la CNN que se apilan entre sí con el fin de poder extraer características relevantes en la red, donde se involucran a los *flattening* o grupo de mapas de características que luego se convertirá en un vector aplanado. Dentro de las capas totalmente conectadas la información sufre varios cambios y se asocian a pesos que pasan por un proceso de optimización utilizando *Adam* o *SGD* donde se aplican los algoritmos de propagación hacia delante y propagación hacia atrás, que internamente se relacionan con funciones de pérdidas (error cuadrático medio), permitiendo realizar una medición del error cometido, éstos una y otra vez hasta alcanzar un resultado adecuado, finalmente se determina que tan probable es el valor que se asemeja a un resultado (imagen) aplicando funciones como Softmax [36].

### 3. Trabajos relacionados

En la presente investigación se recopiló información de distintas fuentes bibliográficas, tales como: ACM, IEE Explore y Scopus. Para ello, se aplicó una cadena de búsqueda científica que en términos generales constó de los siguientes términos: (“*automatic classification*”) and (“*fish*”) and (“*deep learning*” or “*DL*”). La ejecución de dicha cadena de búsqueda sobre las fuentes bibliográficas antes mencionadas permitió recuperar seis estudios relevantes en los que previamente se ha empleado redes convolucionales para la clasificación automática de imágenes de peces. Dichos estudios enfatizaron en el rendimiento y la eficiencia de los clasificadores diseñados y desarrollados. Estos estudios, recuperados entre el periodo del 2015 y 2020, se describen como sigue:

Un primer estudio presentado por Tamou, Benzinou, Nasreddine, & Ballihi (2018), titulado “reconocimiento de peces vivos submarinos por aprendizaje profundo”, muestra el reconocimiento de peces vivos dentro de un entorno submarino que utiliza el modelo de red convolucional *AlexNet* para llevar a cabo la identificación y clasificación de 23 diferentes especies de peces. El modelo *AlexNet* constituye una arquitectura de 5 capas convolucionales con un total de 1376 filtros y 3 capas totalmente conectadas con 5096 neuronas. Dicho modelo clasificó las imágenes utilizando el algoritmo de máquinas de vectores de soporte (SVM) y además, usó el algoritmo de retro propagación para ajustar los pesos de las imágenes subacuáticas en el entrenamiento del modelo. El modelo fue entrenado con un set de datos de alrededor de 1.2 millones de imágenes de peces logrando así, un alto grado de precisión (99.45 %) para el reconocimiento de peces debajo del agua.

Un segundo estudio realizado por X. Li et al. (2014), titulado “detección rápida y precisa de peces y reconocimiento de imágenes submarinas con Fast R-CNN”, plantea el uso del modelo de regiones con redes convolucionales (Fast R-CNN). Dicho modelo permite realizar el reconocimiento y detección de 12 especies de peces debajo del agua con una precisión del 81.4 % con respecto al set de datos usado para su entrenamiento, mismo que se constituyó de 24277 imágenes. El modelo Fast R-CNN utilizó el método de propuestas regionales para acelerar la detección de peces. La red tomó como entrada una imagen a color (RGB) junto a 2000 regiones de interés (*rols*) que se obtienen mediante una búsqueda selectiva, la cual, luego de pasar por una arquitectura de 5 capas convolucionales —una capa de agrupación de *rols*, dos capas completamente conectadas y dos capas hermanas (una completamente conectada y otra softmax para extraer características)— dio como resultado una distribución sobre las 12 clases de peces. Se evidenció que las redes convolucionales son los modelos más idóneos para la clasificación de peces.

Otro estudio titulado “clasificación de especies de peces en entornos submarinos sin restricciones basada en el aprendizaje profundo”, propuesto por Salman et al. (2016), evalúa el rendimiento de las redes convolucionales para extraer características de imágenes de distintas especies de peces. Para ello, se aprovecharon las ventajas de dos modelos de clasificación: k-vecinos más cercanos (KNN) y SVM. El modelo propuesto tiene una arquitectura diseñada para extraer diferentes características de las distintas clases de especies que se obtuvieron de un conjunto de datos de alrededor de 700000 videos submarinos en el cual se mostraron más de 3000 especies de peces distintos. La arquitectura propuesta se compuso de una capa de entrada que representa los pixeles de una imagen y dos subcapas ocultas que contienen los mapas de características usadas para la clasificación de especies en los videos. El estudio evidenció un rendimiento de vanguardia con un 90% de precisión para el reconocimiento de especies de peces (Simonyan & Zisserman, 2015). Algo similar ocurre en el cuarto estudio de Jalal, Salman, Mian, Shortis, & Shafait (2020), titulado “detección de peces y clasificación de especies en ambientes submarinos mediante aprendizaje profundo” el cual sostiene que los modelos de redes convolucionales son modelos robustos para extraer características relacionadas a la forma y textura de los peces, incluso en ambientes hostiles con un contraste y luminosidad variable como es el caso del fondo marino o fluvial.

El avance tecnológico muestra diversas técnicas y métodos para clasificar imágenes. Sin embargo, la eficiencia y efectividad a la hora de clasificar imágenes es un factor importante a la hora de detectar cualquier tipo de objeto, incluyendo a los peces. Sobre este trasfondo, un quinto estudio analizado, titulado “clasificación de ImageNet con redes neuronales convolucionales profundas”, realizado por Krizhevsky et al. (2017), afirma también que las redes convolucionales son un modelo efectivo para clasificar imágenes. Esto se debe a que son modelos de alto rendimiento por su veloz procesamiento de datos, dado por las distintas capas de aprendizaje. El modelo desarrollado por el autor utiliza una arquitectura compuesta por 8 capas de aprendizaje de las cuales 5 son convolucionales y 3 completamente conectadas. Además, esta red utiliza métodos de lineales como la función tangente y relu las cuales reducen el tiempo de entrenamiento de la red. Por ello, las redes convolucionales son un estándar para la clasificación de peces.

Finalmente, en el estudio de Lu & Kuo (2019), titulado “identificación de especies de peces marinos comunes capturados por palangreros utilizando redes neuronales convolucionales profundas”, los autores también conciben las redes convolucionales como un modelo eficiente para detectar peces. Los investigadores diseñaron un sistema que combina cuatro modelos de redes convolucionales, esto es, VGG-16, ResNet-50, DenseNet-201 y MobileNetV2; ello con la finalidad de lograr un clasificador automático para la detección de 11 especies de peces. Dicho sistema se modificó de tal forma que todos los modelos de redes convolucionales coincidieran con las dimensiones de salida para cada imagen de pez. Se usó una función de activación *softmax* para todos los modelos mencionados; mientras que para el modelo VGG-16 se utilizó 13 capas convolucionales las cuales contienen un total de 4224 filtros y utiliza una función *relu* para todas los modelos convolucionales, 5 capas de submuestreo que utilizan el método de *max pooling*, 1 capa de submuestreo que utiliza el método *average pooling* y una capa completamente conectada. El modelo ResNet-50 cuenta con una capa convolucional, una capa de submuestreo con *max pooling*, 4 capas para comprimir las imágenes utilizando el método reducción de resolución o *down sampling*, 12 capas de compresión utilizando el mismo método de compresión de imágenes y una capa completamente conectada. El modelo DenseNet-201 se constituyó de 4 capas convolucionales, 1 capa de submuestreo con *max pooling*, 4 capas de bloques densos, 4 capas de agrupación promedio; y por último el modelo MobileNetV2 cuenta con 2 capas convolucionales, 1 capa de bloque, 6 capas de bloques residuales invertidos, 10 capas de bloques residuales invertidos con conexión de acceso directo, 1 capa de agrupación promedio y 1 capa completamente conectada. Esta combinación de redes neuronales fue entrenada a partir de un conjunto de datos de 20496 imágenes alcanzando así, una precisión de hasta el 95%, gracias a las múltiples capas de filtros que se emplearon en las redes convolucionales.

Una comparativa entre los estudios descritos y el modelo propuesto en este estudio se muestra en la Tabla 1.

Modelo	Escenario	Datos	Precisión
AlexNet	Ambiente submarino	Videos	99.45
R-CNN	Ambiente submarino	Imágenes	81.40
CNN-SVM	Ambiente submarino	Imágenes Videos	95.00
YOLO	Ambiente submarino	Imágenes	95.47
DenseNet-201	Ambiente submarino	Imágenes	95.82
Modelo propuesto	Ambiente de laboratorio	Imágenes	97.55

Tabla 1 – Comparación de modelos para la clasificación de peces

### 3. Materiales y métodos

#### 3.1. Set de datos

El set de datos creado en esta investigación contiene una recopilación de imágenes que fueron obtenidas de diferentes fuentes. Dichas imágenes corresponden a imágenes de

peces endémicos y nativos de las siguientes cuencas de Ecuador: Mira Mataje, Santiago Cayapas, Esmeraldas, Guayas, Santa Rosa, Camarones, Colope, Bogotá, Vuelta Larga, Atacames y Catamayo. El set de datos resultante se compuso de un total de 36140 imágenes digitales correspondiente a 94 especies y 52 géneros de peces, 30 familias y 8 órdenes distintas. Además, las imágenes se obtuvieron de tres maneras distintas; explorando la web, aplicando filtros y capturas fotográficas en un ambiente controlado. El primer tipo corresponde a imágenes escogidas y descargadas de la Internet que tienen como fondo varios objetos distintos a los peces sujetos a estudio, el segundo tipo corresponde a imágenes que fueron procesadas aplicando distintos filtros que simularon el ambiente de las distintas condiciones de iluminación, y finalmente, el tercer tipo de imágenes corresponden a fotografías capturadas en laboratorio desde 8 diferentes perspectivas de ángulos de visión, esto es, 45, 90, 135, 180, 225, 270, 315, y 360 grados.

Mayoritariamente, las imágenes fueron fotografiadas durante la ejecución de esta investigación. El set de datos de imágenes digitales tuvo un peso de 56 GB, mismo que está disponible en el siguiente enlace: <https://n9.cl/dbmv9>. Los metadatos del set de datos creado se incluyen en una ficha de especificaciones que detalla las cuencas en las que fueron pescados, los nombres de los recolectores, autores de fotografías, número de imágenes y nombres científicos que recibe cada pez. Dicha ficha se encuentra disponible en el siguiente enlace: <https://n9.cl/x9ztd>.

El set de datos está organizado en 3 directorios, el primero se usa para el entrenamiento y contiene imágenes de 52 clases de géneros de peces; el segundo es el directorio para realizar la validación y de manera similar al anterior, éste contiene 52 géneros de peces; y finalmente, el tercer directorio corresponde al directorio de pruebas y contiene las imágenes que usan los usuarios para llevar a cabo proceso de clasificación a través del sistema. Se utilizó la estratificación del 80-20; es decir, se usó el 80% de las imágenes para el entrenamiento del modelo y el 20% de las imágenes para validarlo. Esto corresponde a 28912 y 7228 imágenes, respectivamente. Imágenes y los nombres de los 52 géneros estudiados, y por los que se categorizaron las imágenes del set de datos se muestran en la Figura 1.

### 3.2. Diseño del modelo neuronal

La creación de la red convolucional propuesta fue desarrollada en 3 fases. La primera fase es el preprocesamiento de imágenes y estandarizó las dimensiones y características para que las imágenes fueran procesadas durante el entrenamiento. La segunda fase es la creación de la arquitectura del modelo neuronal y es donde se crearon las capas convolucionales y se configuraron los hiperparámetros asociados a este tipo de redes como es el caso de la función de activación y de submuestreo o *pooling*. Finalmente, la tercera fase es la fase de entrenamiento y es donde se determinaron los valores para los parámetros de entrenamiento de la red neuronal (i.e., número de épocas, funciones de pérdida, optimizadores y clasificadores).

*Fase 1: Preprocesamiento de imágenes.* Para realizar el preprocesamiento de imágenes usadas en el entrenamiento y validación del modelo convolucional se aplicó un procedimiento de redimensionamiento de imágenes *rescale* de 1/255, *shear range* de 0.3, *zoom range* de 0.3 y *horizontal flip* activado. De esta manera, se pudo estandarizar

las perspectivas de posiciones y direccionalidades de las imágenes usadas en el set de datos. Es importante señalar que el tamaño de las imágenes de entrada del modelo neuronal tuvo un tamaño de 150 ancho x 150 alto, un *batch size* de 32 y fueron de tipo *categorical* debido a que se manejaban 52 géneros de peces.

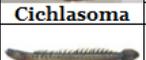
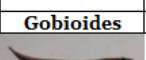
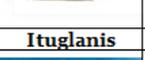
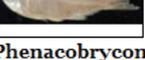
				
<b>Agonostomus</b>	<b>Ancistrus</b>	<b>Andinocara</b>	<b>Apteronotus</b>	<b>Astroblepus</b>
				
<b>Astyanax</b>	<b>Awaous</b>	<b>Batrochoglanis</b>	<b>Brachyhyppopomus</b>	<b>Brycon</b>
				
<b>Bryconamericus</b>	<b>Chaetostoma</b>	<b>Cichlasoma</b>	<b>Cordylancistrus</b>	<b>Dormitator</b>
				
<b>Eleotris</b>	<b>Gasteropelecus</b>	<b>Gobioides</b>	<b>Gobiomorus</b>	<b>Grundulus</b>
				
<b>Gymnotus</b>	<b>Hemiancistrus</b>	<b>Hemieleotris</b>	<b>Hoplias</b>	<b>Hyphessobrycon</b>
				
<b>Ichthyoelephas</b>	<b>Iotabrycon</b>	<b>Isorineloricaria</b>	<b>Ituglanis</b>	<b>Landonia</b>
				
<b>Lebiasina</b>	<b>Leporinus</b>	<b>Microglanis</b>	<b>Paracetopsis</b>	<b>Phenacobrycon</b>
				
<b>Pimelodella</b>	<b>Pomadasys</b>	<b>Pseudochalceus</b>	<b>Pseudocurimata</b>	<b>Pseudophallus</b>
				
<b>Pseudopoecilia</b>	<b>Rhamdia</b>	<b>Rhoadsia</b>	<b>Rineloricaria</b>	<b>Roeboides</b>
				
<b>Saccodon</b>	<b>Sicydium</b>	<b>Sternopygus</b>	<b>Strongylura</b>	<b>Sturisoma</b>
				
<b>Trichomycterus</b>	<b>Synbranchus</b>			

Figura 1 – Ejemplo de los 52 géneros de peces sujetos a estudio.

*Fase 2: Creación del modelo convolucional.* La arquitectura que se utilizó para construir el modelo convolucional estuvo organizada como sigue: 4 capas convolucionales (C1 a C4), 4 capas de submuestreo *Max Pooling* (S1 a S4) usando la función de activación *Relu* para todas las capas, 1 capa de *flatten* (F1), 1 capa *Dense* (D1) con 256 neuronas usando la función de activación *tanh*, 1 capa de *drouput* (Dput1) con 0.3% de neuronas apagadas, y 1 capa *Dense* (D2) con 52 clases— una para cada género de los peces sujetos

a estudio— usando la función de activación Softmax. La arquitectura antes descrita se detalla en la Figura 2.

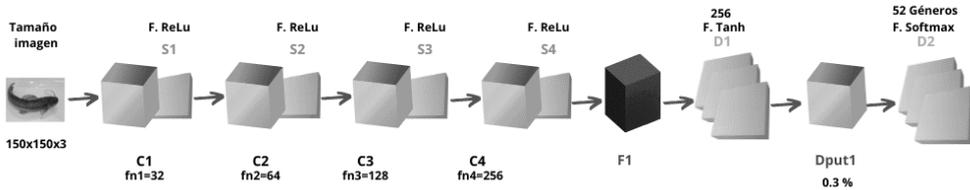


Figura 2 – Arquitectura de modelo convolucional.

La profundidad de los mapas de características generados para las capas convolucionales (fn1-fn4) fueron 32, 64, 128 y 256, respectivamente. Para el tamaño del núcleo o kernel y stride en las capas convolucionales fueron de 3x3 píxeles y 1 píxel, respectivamente. El *zero padding* fue *same* permitiendo mantener las mismas dimensiones de entrada y salida para las imágenes analizadas. Finalmente, el tamaño del núcleo o *kernel*, y *stride* en las capas de submuestreo *Max Pooling* fue de 2x2 píxeles y 1 píxel, respectivamente.

*Fase 3: Entrenamiento del modelo convolucional.* El modelo convolucional fue entrenado utilizando la función de pérdida *categorical crossentropy* debido a que las imágenes fueron clasificadas de acuerdo con la categoría “géneros de peces”. Para la función de optimización se utilizó *Adam* con una tasa de aprendizaje de 0.0001 y dropout de 0.3. La métrica de evaluación del entrenamiento fue la exactitud (*accuracy*). El entrenamiento se parametrizó para que se ejecutara con 50 épocas y 905 pasos de entrenamiento para cada época. Al ejecutar el entrenamiento, este proceso demostró un comportamiento exponencial a partir de las 2.5 primeras épocas donde el grado de precisión (*train\_acc*) fue aumentando progresivamente hasta llegar a las 50 épocas con una precisión de 97.55%; mientras que el error (*train\_loss*) fue disminuyendo exponencialmente a partir de la época 2.5 hasta llegar a un error del 0.0907 en la época 50 (Figura 3).

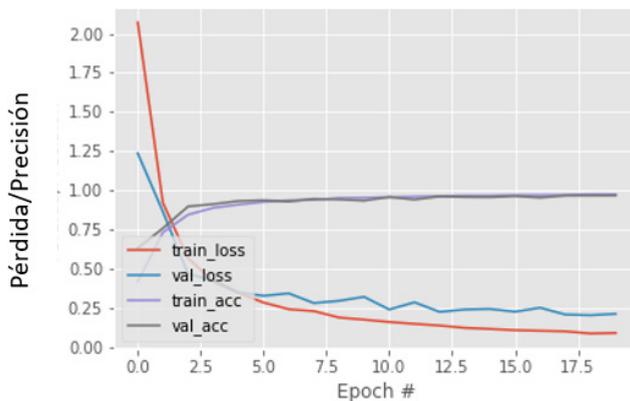


Figura 2 – Pérdida vs precisión del modelo entrenado.

### 3.3. Herramientas y ambiente de desarrollo

Para la creación del modelo convolucional se preparó un ambiente de desarrollo que empleó como base el lenguaje de programación Python 3.7 integrado al entorno *Jupyter*. Para la creación del modelo convolucional se empleó TensorFlow 2.5 y Keras. Adicionalmente, se utilizó *Qtpython* 5 para el desarrollo de la interfaz gráfica de usuario (GUI) del sistema clasificador de peces. Como herramientas complementarias se utilizó *ImageDataGenerator* para realizar el preprocesamiento de imágenes. Por otro lado, se empleó la librería *matplotlib* para crear los gráficos de las imágenes que fueron utilizadas en las pruebas de clasificación de peces, y *mlxtend* para generar y visualizar la matriz de confusión del modelo. Todo este ambiente de desarrollo se instaló en un ordenador de marca Toshiba con procesador i7-4700MQ, 8GB de memoria RAM, y una tarjeta gráfica GT740m. Con estos mismos recursos se realizó el entrenamiento de las redes convolucionales creadas que sirvieron de base para alcanzar un modelo eficaz.

## 4. Resultados y discusión

### 4.1. Entrenamiento del modelo

Los resultados del entrenamiento del modelo convolucional diseñado permitieron alcanzar un modelo de clasificación automática eficaz; esto es, un modelo capaz de clasificar peces endémicos de Ecuador con un 97,55% de exactitud. No obstante, para llegar a determinar los hiperparámetros óptimos del modelo fue necesario aplicar una batería de pruebas aplicadas sobre un conjunto de modelos convolucionales. En la Tabla 2, se muestran las configuraciones de los 10 modelos convolucionales diseñados y entrenados.

Modelo	Activación	Clasificador	Optimizador	Exactitud
Modelo a	relu	softmax	adam	0,9579 %
Modelo b	tanh	sigmoid	adamax	0,6693 %
Modelo c	tanh	sigmoid	nadam	0,0069 %
Modelo d	relu	softmax	rmsprop	0,9107 %
Modelo e	tanh	softmax	sgd	0,0266 %
Modelo f	relu	softmax	adam	0,9755 %
Modelo g	tanh	softmax	rmsprop	0,9749 %
Modelo h	tanh	softmax	sgd	0,0175 %
Modelo i	tanh	sigmoid	rmsprop	0,6791 %
Modelo j	relu	sigmoid	nadam	0.9557 %

Tabla 2 – Configuración de los modelos convolucionales entrenados

De los 10 modelos entrenados se escogió el modelo de red neuronal denominado modelo f. Dicho modelo alcanzó el mayor grado de precisión (0.9755%) durante el entrenamiento y validación (80-20). El modelo f se configuró a partir de las configuraciones descritas previamente en el diseño del modelo neuronal.

## 4.2. Integración del modelo neuronal a un sistema

Complementariamente al modelo convolucional entrenado se desarrolló un sistema que lo integró de tal manera que habilitó a los usuarios para que pudieran interactuar con dicho modelo sin necesidad de ser programadores. Para llevar a cabo esta integración, el modelo de red convolucional propuesto (modelo f) fue almacenado en el directorio de modelos. Por tanto, en este directorio se almacenó el valor óptimo de los pesos y vías de la red neuronal.

En la Figura 4, se muestra la GUI para llevar a cabo el proceso de clasificación de peces endémicos de Ecuador. El sistema permite en términos generales cargar una imagen digital, misma que se pretende clasificar a través del modelo predictivo desarrollado. Posterior a ello, a través de la GUI se debe ejecutar la operación de clasificación a partir de la cual, la imagen cargada es procesada y los datos de entrada a la red convolucional son generados. Dichas entradas corresponden a las características principales de la imagen cargada, y son la base para llevar a cabo la clasificación, la cual es un proceso de predicción que consiste en identificar los pesos y vías que representan a la imagen cargada en la GUI.

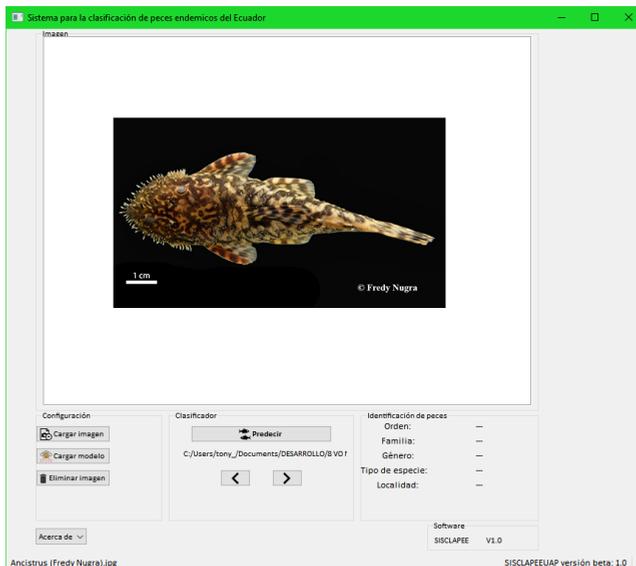


Figura 4 – Interfaz gráfica de usuario para interactuar con el modelo entrenado.

## 4.3. Evaluación del modelo

El modelo convolucional f se comportó de acuerdo con los resultados mostrados en la matriz de convolución de la Figura 5. La matriz utilizada para la evaluación de los resultados fue la métrica de precisión o *accuracy*. La evaluación del modelo convolucional entrenado categorizó 52 géneros de peces. Se tomaron 52 imágenes aleatorias, una para cada género. En las pruebas realizadas, únicamente, el pez perteneciente al género *Brycon* y *Bryconamericus* generó error en la clasificación, esto se debe a que ambos



dropout) de distintas formas para evitar caer en un sobreaprendizaje o memorización. El experimento determinó que el modelo que mejor efectividad de clasificación alcanzó fue aquel modelo que empleó 4 capas convolucionales con las siguientes configuraciones de aprendizaje: la función Relu para la activación de neuronas, la función Adam para la optimización del error, la función Softmax como clasificador de vías y pesos, valor de 0.0001 como tasa de aprendizaje, y 0.3% de neuronas apagadas para la capa dropout.

Como trabajo futuro se plantea crear un modelo que implemente un proceso de aprendizaje por refuerzo de tal manera que la red neuronal siga aprendiendo posterior a su entrenamiento. El uso de nuevas imágenes aportaría significativamente en el proceso de aprendizaje y a la escalabilidad del set de datos. Este nuevo modelo podría ser integrado a la GUI para llevar a cabo la clasificación y así, permitir a usuarios no sofisticados que usen el sistema y el clasificador. Además, se plantea seguir optimizando el clasificador implementando técnicas de aumento de datos para generar más copias de los datos del set de datos y llevar a cabo pruebas de validación más exhaustivas como es el caso de la validación cruzada para intentar encontrar mejores conjuntos de hiperparámetros a los ya experimentados.

## Referencias

- Barriga, R. (2012). *Lista de Peces de Agua dulce e Intermareales del Ecuador*.
- Chen, G., Sun, P., & Shang, Y. (2018). Automatic fish classification system using deep learning. *Proceedings - International Conference on Tools with Artificial Intelligence, ICTAI, 2017-Novem*, 24-29.
- Fadlullah, Z. M., Tang, F., Mao, B., Kato, N., Akashi, O., Inoue, T., & Mizutani, K. (2017). State-of-the-Art Deep Learning: Evolving Machine Intelligence Toward Tomorrow's Intelligent Network Traffic Control Systems. *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, 19(4), 2432-2455.
- Farsal, W., Anter, S., & Ramdani, M. (2018). Deep learning: An overview. *ACM International Conference Proceeding Series*, (Lim), 1-6.
- Iqbal, M. A., Wang, Z., Ali, Z. A., & Riaz, S. (2019). Automatic Fish Species Classification Using Deep Convolutional Neural Networks. *Wireless Personal Communications*, (0123456789).
- Jalal, A., Salman, A., Mian, A., Shortis, M., & Shafait, F. (2020). Fish detection and species classification in underwater environments using deep learning with temporal information. *Ecological Informatics*, 57(April), 101088.
- Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2017). ImageNet classification with deep convolutional neural networks. *Communications of the ACM*, 60(6), 84-90.
- Li, X., Shang, M., Hao, J., & Yang, Z. (2016). Accelerating fish detection and recognition by sharing CNNs with objectness learning. *OCEANS 2016 - Shanghai*.
- Li, X., Shang, M., Qin, H., & Chen, L. (2014). Fast accurate fish detection and recognition of underwater images with Fast R-CNN. *OCEANS 2015 - MTS/IEEE Washington*, 1-5.

- Li, X., Tang, Y., & Gao, T. (2017). Deep but lightweight neural networks for fish detection. *OCEANS 2017 - Aberdeen, 2017-October*, 1-5.
- Li, Y., Chen, N., & Chen, L. (2020). Fishing Techniques Classification Based on Beidou Trajectories and Machine Learning. *ACM International Conference Proceeding Series*, 123-126.
- Lu, Y. C., & Kuo, Y. F. (2019). Identifying species of common sea fish harvested by longliner using deep convolutional neural networks. *2019 ASABE Annual International Meeting*, 1-14.
- Luo, Z., Liu, L., Yin, J., Li, Y., & Wu, Z. (2017). Deep learning of graphs with ngram convolutional neural networks. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 29(10), 2125-2139.
- Mathur, M., Vasudev, D., Sahoo, S., Jain, D., & Goel, N. (2020). Crosspooled FishNet: transfer learning based fish species classification model. *Multimedia Tools and Applications*, 79(41-42), 31625-31643.
- Nataraj, L., Karthikeyan, S., Jacob, G., & Manjunath, B. S. (2011). Malware images: Visualization and automatic classification. *ACM International Conference Proceeding Series*.
- Pedro Jiménez Prado, Windsor Aguirre, Enrique Laaz Moncayo, Ronal Navarrete Amaya, Fredy Nugra Salazar, Eduardo Rebolledo Monsalve, Edwin Zárate Hugo, Antonio Torres Noboa, J. V. R. (2015). *Guía de peces para aguas continentales en la vertiente occidental del Ecuador*.
- Salman, A., Jalal, A., Shafait, F., Mian, A., Shortis, M., Seager, J., & Harvey, E. (2016). Fish species classification in unconstrained underwater environments based on deep learning. *Limnology and Oceanography: Methods*, 14(9), 570-585.
- Siddiqui, S. A., Salman, A., Malik, M. I., Shafait, F., Mian, A., Shortis, M. R., & Harvey, E. S. (2018). Automatic fish species classification in underwater videos: Exploiting pre-trained deep neural network models to compensate for limited labelled data. *ICES Journal of Marine Science*, 75(1), 374-389.
- Simonyan, K., & Zisserman, A. (2015). Very deep convolutional networks for large-scale image recognition. *3rd International Conference on Learning Representations, ICLR 2015 - Conference Track Proceedings*, 1-14.
- Tamou, A. Ben, Benzinou, A., Nasreddine, K., & Ballihi, L. (2018). Underwater live fish recognition by deep learning. En *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*.
- Zeiler, M. D., Fergus, R., & Matthew Zeiler, R. F. (2017). Visualizing and Understanding Convolutional Networks. *Analytical Chemistry Research*, 12, 40-46.

# Sistema Web para la Gestión de Citas en Centros de Atención Psicológica: Un Caso de Estudio

Francisco BURGOS-MEDINA<sup>1</sup>, Kevin TINOCO-CONDOR<sup>2</sup>, Javier Gamboa-Cruzado<sup>3</sup>

franbrm.8@gmail.com; kevin tinoco9@gmail.com; jgamboa65@hotmail.com

<sup>1</sup> Universidad César Vallejo, Estudiante de Ingeniería de Sistemas, Trujillo, Perú.

<sup>2</sup> Universidad César Vallejo, Estudiante de Ingeniería de Sistemas, Lima, Perú.

<sup>3</sup> Universidad César Vallejo, Docente de Ingeniería de Sistemas, Trujillo, Perú.

**Pages: 458-473**

**Resumen:** El proceso de gestión de citas de los centros de atención psicológica se ve afectado por la crisis manifestada por el COVID-19. Producto a esta problemática se realizará un estudio de caso enfocado en la empresa PsicoMás donde se construirá un software basado en la metodología ágil XP. Esta investigación tiene como finalidad la optimización del proceso de gestión de citas mediante un sistema web. Los resultados de la investigación serán obtenidos de dos tipos de grupos: Un grupo de control, al cual no se le aplicará ningún estímulo y un grupo experimental, en el cual se aplicará el sistema web desarrollado. Por último, se procederá a realizar una comparación en base a los resultados de los grupos anteriormente mencionados. Al aplicar el sistema desarrollado, la empresa presentó mejoras como: La disminución de los tiempos y el incremento del nivel de satisfacción de los pacientes.

**Palabras-clave:** Sistema Web; Gestión de Citas; Metodología XP; Atención Psicológica; Satisfacción del Cliente.

## ***Web System for Appointment Management in Psychological Care Centers: A Case Study***

**Abstract:** The appointment management process of the psychological care centers is affected by the crisis manifested by COVID 19. As a result of this problem, a case study will be carried out focused on the company PsicoMás where a software based on the agile XP methodology will be built. This research aims to implement a web system focused on the appointment management process. The results of the research will be obtained from two types of groups: A control group, to which no stimulus will be applied, and an experimental group, in which the developed web system will be applied. Finally, a comparison will be made based on the results of the aforementioned groups. By applying the developed system, the company presented improvements such as: The decrease in times and the increase in the level of patient satisfaction.

**Keywords:** Web system; Appointment Management; XP methodology; Time; Satisfaction.

## 1. Introducción

La pandemia del coronavirus es el último trastorno que ha obligado a las empresas de todo el mundo a tomar una dolorosa decisión: reinventarse o cerrar el negocio (WARNER, 2020). La empresa PsicoMás dedicada a ofrecer tratamiento psicológico mediante citas presenciales, pero producto a la pandemia actual se ve obligada a cambiar su forma de trabajo para evitar decaer en su sector. Además, producto al virus ya no es recomendable el acercamiento social y algunas personas prefieren evitar actividades que requieran este tipo de interacción. Producto a ello la empresa PsicoMás desea que se le implemente un sistema web, en base a los procedimientos importantes que se vieron gravemente afectados como la gestión de citas puedan ser adaptados a la página web. Esta investigación presenta una justificación tecnológica puesto que se pretende desarrollar un sistema estructurado en consecuencia de la correcta ejecución e implementación de las tecnologías de información demostrando el cambio significativo que estas pueden realizar en las organizaciones, además favorecerá significativamente a la propia empresa, como también podría ayudar a mejorar el proceso de gestión de atención en otras organizaciones que trabajen con un orden de procesos similar, asimismo ofrecerá un valor teórico para posteriores investigaciones consiste en la comparación de información real rescatada antes y después de la aplicación del sistema. Lo que permitirá mostrar y servirá para investigaciones que se enfoquen en la gestión de citas, que se realicen posteriormente a este proyecto y el aspecto innovador que vendría a ser la opción de interacción con el cliente, lo cual le permitirá visualizar sus citas en la misma página web. Es por ello, que el objetivo general de esta investigación fue desarrollar un sistema web, basado en la metodología XP, para mejorar la gestión de citas en la empresa PsicoMás y los objetivos específicos fueron disminuir el tiempo de registro de citas, disminuir el tiempo de búsqueda del historial del paciente, disminuir el tiempo de generación de reportes y aumentar la satisfacción de los pacientes. Este artículo está organizado de la siguiente manera: la sección 2 Antecedentes, la sección 3 Método de Investigación, la sección 4 Estudio de Caso, la sección 5 Resultados y Discusión. Finalmente se presenta la sección 6 con las Conclusiones y Futuras investigaciones.

## 2. Antecedentes

Desde que la OMS expuso la manifestación del padecimiento del COVID-19 como una pandemia el 12 de marzo de 2020, la enfermedad causó graves consecuencias a nivel mundial, principalmente en los siguientes sectores: Sector de salud y el sector económico. Por lo tanto, la crisis económica desencadenada por el coronavirus es diferente a las crisis que se vivieron a lo largo de la historia, para Reinhart (2020) esta pandemia no tuvo comparativa con algún otro suceso histórico y no fue comprensible el impacto que causó en los diferentes sectores más importantes a nivel mundial. Respecto al caso tratado en esta investigación se entiende lo siguiente: PsicoMás era una empresa dedicada a ofrecer tratamiento psicológico mediante citas presenciales, producto a la pandemia se vio obligada a cambiar su forma de trabajo para evitar decaer en su sector, según el grupo periodístico de Gestión.pe (2020) en base a las nuevas normativas las empresas tuvieron que adaptarse para no perecer, lo cual se evitó con ayuda de las tecnologías de información, la gran parte de empresas logró mitigar los daños que causó la pandemia. Además, producto al virus ya no era recomendable el acercamiento social

y algunas personas preferían evitar actividades que requieran este tipo de interacción. Es de conocimiento mundial que los sistemas de tecnologías de la información (TI) en la atención sanitaria no es un concepto nuevo, además se sabe que cada vez estos sistemas impulsan una renovación en los sistemas de información hospitalaria (HIS), En la actualidad, la importancia de los HIS los convierte en un punto central no solo desde la perspectiva de un hospital, sino para las empresas de desarrollo de software, especialmente desde una perspectiva financiera. (Chaves et al., 2021, p. 1-2).

Los autores Po et. al. (2019, p. 1-3) tuvieron como objetivo en su estudio, resaltar las características de los sistemas de citas en línea para hospitales en Taiwán. En este artículo se concluye que más de la mitad de los hospitales de Taiwán tienen sistemas de citas en línea. Pero solo cumplen con la función de registro y no son aprovechados al máximo.

En el artículo de los autores Kwena et. al. (2015, p. 1-2) enfocaron su investigación en la viabilidad, el ahorro de tiempo y el impacto económico de un sistema de citas de tiempo en una clínica de atención del VIH ocupada en Kenia. Su investigación estuvo conformada por una muestra de 354 pacientes elegidas aleatoriamente. Como resultado de la investigación el sistema implementado proporciona ahorros de tiempo sustanciales para los pacientes y se asoció con una mayor productividad económica para los pacientes con VIH en una clínica de atención y tratamiento del VIH.

Los autores Srinivas y Ravi (2020, p. 1-4) diseñaron un sistema híbrido de citas médicas y lo implementaron en una clínica familiar de Pensilvania. Este estudio se enfocó en desarrollar un modelo de optimización estocástica para obtener una configuración de programación que minimice el costo total esperado.

El servicio de urgencias y traumatología (ETD) de los hospitales públicos de Malasia recibe millones de pacientes en comparación con otras clínicas debido a sus tarifas baratas y sus servicios fiables, aunque la mayoría de ellos son pacientes no críticos de la Zona Verde. El largo tiempo de espera para el tratamiento de los pacientes provoca una congestión y afecta a la calidad del servicio prestado en el ETD. Hasta la fecha, sólo 20 hospitales públicos de Malasia cuentan con un sistema de información hospitalaria (HIS) y el tiempo de espera de los pacientes se registra manualmente en el sistema, por lo que no es posible realizar un seguimiento de los pacientes en tiempo real. (Osman et. al., 2021, p. 1-4).

El autor Csenar (2019, p.1) explica sobre la importancia de los sistemas de información en hospitales (HIS), en su investigación titulada: Design and development of a FHIR based mobile application for appointment scheduling in clinical context. El autor también destaca que en la actualidad aún hay muchos hospitales con aplicaciones de escritorio que consumen muchos recursos.

Los autores Shahzad et. al. (2018, p. 1-2) explican la importancia de los HIS en los hospitales, el objetivo de su artículo titulado: Essential factors for adopting hospital information system: a case study from Pakistán, es identificar los factores que influyen en la adopción de HIS en los hospitales de sector público de Pakistán.

En el artículo de los autores Ross-Degnan et. al. (2017, p. 11-13) enfocaron su investigación en un ensayo grupal aleatorizado que utiliza un sistema de citas para mejorar la

adherencia al TAR en clínicas de salud reproductiva e infantil que implementan la Opción B + en Tanzania. Su investigación estuvo conformada por una muestra de 24 clínicas elegidas aleatoriamente. Como resultado se obtuvieron que el seguimiento de las citas y la divulgación comunitaria mejoraron significativamente el cumplimiento de las citas para las mujeres que recibían terapia antirretroviral. El personal de la instalación controló mejor su carga de trabajo, identificó rápidamente a los pacientes desaparecidos y trabajó con organizaciones comunitarias existentes.

Los autores Tarcan, Hikmet y Mehmet (2014, p. 29-30) enfocaron su investigación en la evolución de la implementación del Sistema Nacional de Citas en Hospitales Centrales (CHAS). Su investigación fue descriptiva, además utilizaron un análisis descriptivo para el análisis de datos. Como resultado se observa que se pudo acortar los tiempos de espera, proporcionando un ambiente más pacífico para reducir las colas, además se aumentó la calidad y la eficiencia de los servicios del hospital.

En el artículo de los autores Kucuk, Demerci Kerman y Soner (2021, p. 2-3) titulado: Evaluating of hospital appointment systems in Turkey: Challenges and opportunities. Se evalúa varios sistemas de registro de citas denominados: Sistema Central de Citas Médicas (CPAS) en los hospitales públicos turcos. El motivo de la investigación es saber el aporte que puede dar un sistema de registro de citas (especialmente los telefónicos y basados en la web) en los centros de salud.

Los autores Srinivas y Ravindran (2020, p. 1-5) enfocaron su investigación en el diseño de la configuración del horario de un sistema de citas híbrido para una clínica ambulatoria de dos etapas con múltiples servidores. Como resultados obtuvieron que el modelo y la solución propuesta permite tomar decisiones en cuanto a la reserva de citas, permitiendo a los médicos tener un control mejor.

En el artículo de los autores AlMuhaideb et. al. (2019, p.1-2) titulado: Prediction of hospital no-show appointments through artificial intelligence algorithms. Se explica la importancia de la gestión de citas en los centros sanitarios, también se demuestra que la reducción de las citas perdidas no canceladas puede tener un enorme impacto, mejorando la eficiencia, reduciendo los costes y mejorando los resultados de los pacientes. En consecuencia, los investigadores tuvieron la decisión de utilizar inteligencia artificial para construir un modelo que prediga la ausencia de citas individuales.

Los autores Odeh, Abdelhadi y Odeh (2019, p. 101) enfocaron su investigación en la Gestión de citas médicas de pacientes utilizando sistema de software inteligente en los Emiratos Árabes Unidos. Como resultado obtuvieron que la implementación del sistema y la aplicación móvil, facilitó el proceso de tomar citas con los médicos en los hospitales y clínicas médicas.

El gobierno indonesio ha ordenado el uso del Sistema de Información Hospitalaria (HIS) desde 2013. Sin embargo, hasta ahora no todos los hospitales de Indonesia han implantado el HIS. Algunas barreras les han impedido aplicar el HIS. Este estudio explora las oportunidades y barreras relativas a la implementación del Sistema de Información Hospitalaria (HIS) en Indonesia a través de un estudio de caso de un hospital público. Este estudio aplicó un enfoque cualitativo. El enfoque utilizó entrevistas para recopilar datos utilizando una pauta de entrevista previamente probada. (Widiyanto & Widayati, 2021, p 1-2).

Los autores Soman, Rai, Cheema y Srivastava (2020, p. 421) enfocaron su investigación sobre la gestión de colas inteligente aumentada para dispositivos móviles Sistema para Hospitales. Como resultado se observa que el sistema implementado agiliza la experiencia de los pacientes y administra la carga de pacientes en los mostradores de servicio del hospital, al mismo tiempo que respalda el monitoreo operativo para la planificación y asignación de recursos en las áreas de servicio por parte de los administradores del hospital.

En la actualidad, el sector sanitario en general y los hospitales en particular necesitan sistemas de información automatizados para capturar, documentar, almacenar, gestionar y transferir grandes cantidades de información relacionada con la salud de las personas, así como con la amplia gama de actividades empresariales y organizativas que tienen lugar en el sector sanitario. A pesar de los muchos beneficios de la implementación del HIS, que es una implementación costosa, el proyecto HIS, sin embargo, a veces fracasa. (Sayyadi & Saghafi, 2021, p. 1-3).

### 3. Metodología de Investigación

#### 3.1. Metodología de Desarrollo de la solución

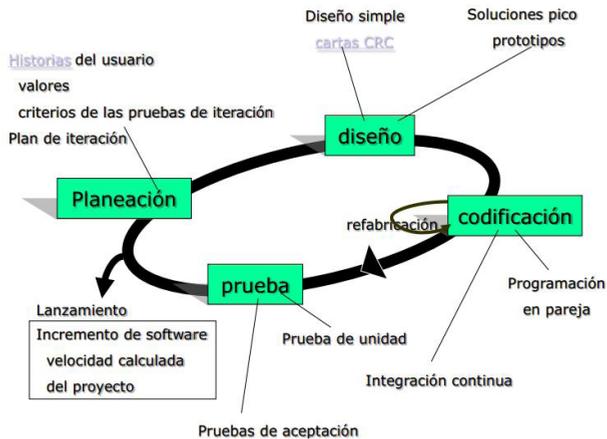


Figura 1 – Metodología XP

A continuación, se explicará cada fase de la metodología XP, las fases son visibles en la figura 1.

**Planeación:** Los requerimientos se registran en tarjetas de historias y las historias a incluir en una entrega se determinan según el tiempo disponible y su prioridad relativa.

**Diseño:** Se debe diseñar la solución del problema de la manera más sencilla. Es decir, el diseño debe incluir sólo los elementos necesarios para cubrir los requerimientos actuales. XP propone no diseñar para el futuro, ya que lo único cierto es lo que actualmente se está resolviendo.

**Codificación:** Se realiza la programación en parejas, que propone que los desarrolladores trabajen en parejas en una terminal, verificando cada uno el trabajo del otro y ayudándose para buscar las mejores soluciones. Se entiende que de esta forma el trabajo será más eficiente y de mayor calidad.

**Pruebas:** Se debe probar cada una de las unidades de un programa, así como el programa completo. XP lleva este concepto al extremo, por lo que sostiene que cualquier función de un programa que no sea probada no existe.

### 3.2. Metodología de Investigación Aplicado

#### 3.2.1. Operacionalización de las variables

En la tabla 1 se muestra cada indicador de las variables, también se visualiza la dimensión, la unidad de medida, el índice y la técnica con el instrumento para la recolección de datos.

Indicador	Unidad de Medida	Índice	Técnica / Instrumento
Tiempo de registro de citas	Segundos	[1 – 600]	Observación / Cronometro
Tiempo de búsqueda del historial del paciente	Segundos	[1 – 300]	Observación / Cronometro
Tiempo de generación de reportes paciente	Segundos	[1 – 600]	Observación / Cronometro
Nivel de Satisfacción de los pacientes	Escala de Likert	Totalmente en desacuerdo, En desacuerdo, Ni de acuerdo ni en desacuerdo, De acuerdo y Totalmente de acuerdo.	Observación / Fichas de observación

Tabla 1 – Operacionalización de variables

#### 3.2.2. Diseño de Investigación

El Diseño de investigación es: Experimental Puro.

$$RG_e \times O_1$$

$$RG_c \times O_2$$

Donde:

**R:** Elección Aleatoria de los elementos del Grupo.

**G<sub>e</sub>:** Grupo experimental: Grupo al que se le aplicará el sistema web.

**G<sub>c</sub>:** Grupo de control: Grupo al que no se le aplicará el sistema web.

**O<sub>1</sub>:** Datos de la postPrueba del grupo al que se le aplico el sistema.

**O<sub>2</sub>:** Datos de la postPrueba del grupo al que no se le aplico el sistema.

**X:** Sistema Web: Condición experimental

—: *Falta de la condición experimental.*

### **3.2.3. Universo y Muestra**

Los procesos de gestión de citas en micro y pequeñas empresas que ofrezcan servicio psicológico del Perú se consideraron como la población.

Los procesos de gestión de citas en la empresa PsicoMás se tomaron como muestra:  $n = 30$

### **3.2.4. Procedimientos de Recolección de Datos**

La recolección de datos en esta investigación se realizó por observación directa y para los indicadores que corresponden al tiempo se utilizó un cronometro y para recolectar los datos del indicador que representa la satisfacción se utilizó una ficha de observación en conjunto con una pregunta. Los instrumentos mencionados se utilizaron en la empresa que se tomó como caso de estudio, previa coordinación con el personal.

### **3.2.5. Declaración de la Hipótesis**

$H_1$ : El uso de un sistema web, basado en la Metodología XP, disminuirá el tiempo de registro de citas en la empresa PsicoMás.

$H_2$ : El uso de un sistema web, basado en la Metodología XP, disminuirá el Tiempo de búsqueda del historial del paciente en la empresa PsicoMás.

$H_3$ : El uso de un sistema web, basado en la Metodología XP, disminuirá el Tiempo de generación de reportes en la empresa PsicoMás.

$H_4$ : El uso de un sistema web, basado en la Metodología XP, aumentara el nivel de satisfacción de los pacientes en la empresa PsicoMás.

Para contrastar las hipótesis, se propuso la siguiente solución para cada uno de los indicadores:

$\mu_1$  = media poblacional ( $H_1, H_2, H_3$ ) de los indicadores de la gestión de citas en la PostPrueba del Gc.

$\mu_2$  = media poblacional ( $H_1, H_2, H_3$ ) de los indicadores de la gestión de citas en la PostPrueba del Ge.

Donde:  $H_0: \mu_1 \leq \mu_2$ ;  $H_a: \mu_1 > \mu_2$

Además:

$\mu_1$  = media poblacional ( $H_4$ ) de los indicadores de la gestión de citas en la PostPrueba del Gc.

$\mu_2$  = media poblacional ( $H_4$ ) de los indicadores de la gestión de citas en la PostPrueba del Ge.

Donde:  $H_0: \mu_1 \geq \mu_2$ ;  $H_a: \mu_1 < \mu_2$

Finalmente, las hipótesis se confirmaron mediante la prueba t de Student y el software especializado Minitab. Se realizaron pruebas de normalidad de los datos, el análisis

de estadística descriptiva y el análisis de contraste de hipótesis para decisiones estadísticas.

## 4. Caso De Estudio

### 4.1. Planificación

En las tablas 2 y 3 se muestran las 2 primeras historias de usuario, donde se menciona: la prioridad en negocio, el riesgo en desarrollo, el programador responsable, la descripción de la historia, y las observaciones correspondientes.

Historia de Usuario	
<b>Numero:</b> 1	<b>Usuario:</b> Pacientes
<b>Nombre Historia:</b> Reserva de citas	
<b>Prioridad en Negocio:</b> Alta	<b>Riesgo en Desarrollo:</b> Alta
<b>Puntos Estimados:</b> 2	<b>Iteración Asignada:</b> 1
<b>Programador Responsable :</b> Francisco Burgos Medina / Kevin Tinoco Condor	
<b>Descripción:</b> Los pacientes podrán reservar su propia cita desde la landing page, en la se podrá llenar sus datos atreves de un formulario donde se requiera su nombre, número de celular, correo electrónico y una descripción del motivo de la cita, luego podrá elegir la fecha y la hora de la cita y posteriormente se realizara una verificación de sus datos.	
<b>Observaciones:</b> Una vez ingresado los datos requeridos, en el paso 2 se visualizaran los Psicólogos disponibles dependiendo de la fecha que se elija.	

Tabla 2 – Historia de usuario: Reserva de citas

### 4.2. Diseño

En las figuras 2 y 3 se visualiza el primer y el segundo prototipo respectivamente, los cuales se desarrollaron para la landing page y el Login del sistema web.

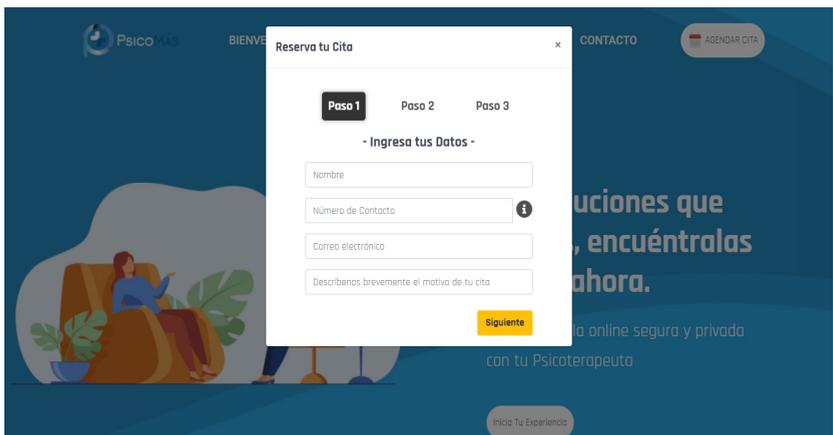


Figura 2 – Diseño: Reserva de citas



Figura 3 – Diseño: Login del sistema

### 4.3. Codificación

En esta fase se obtuvo el diseño lógico de la base de datos, mostrado en la figura 4, lo cual servirá para funcionalidad del sistema web de reservas de citas.

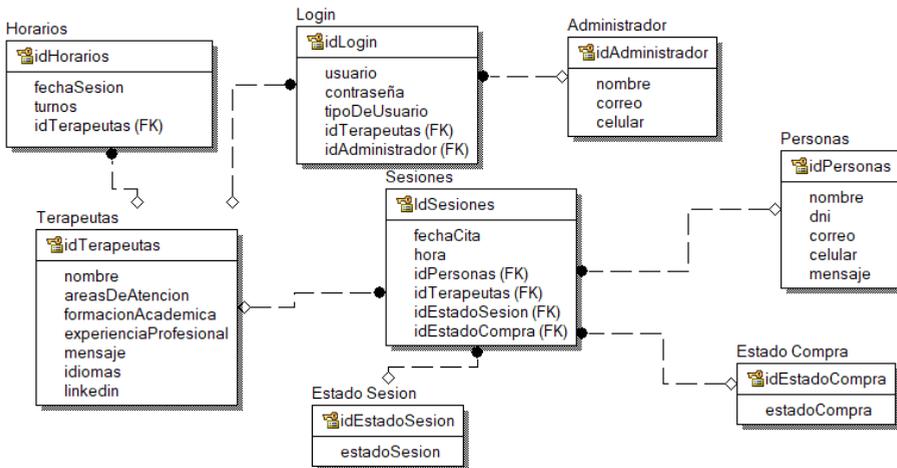


Figura 4 – Diseño lógico de la base de datos

### 4.4. Pruebas

Para la fase de pruebas se utilizó las pruebas de aceptación, mostradas en las tablas 3 y 4. Este tipo de prueba permite mostrar la condición de ejecución, los pasos de ejecución, los resultados esperados y la evaluación de la prueba.

<b>Prueba de Aceptación</b>	
Código: PA-01	Nº. Historia de Usuario: 1
Historia de Usuario: Reserva de cita	
Condición de Ejecución: La correcta manipulación de datos del cliente	
Pasos de Ejecución: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingresar a la landing page</li> <li>• El cliente ingresar su nombre, numero de celular, correo electrónico, el motivo de la cita</li> <li>• El cliente elige la fecha y horario de la cita</li> </ul>	
Resultados Esperado: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si el cliente no ingresa ningún dato en el formulario, se muestra un mensaje de alerta</li> <li>• Se muestra la landing page con los datos correctos</li> </ul>	
Evaluación de la Prueba: La prueba se concluyó Satisfactoriamente	

Tabla 3 – Prueba de aceptación: Reserva de cita

<b>Prueba de Aceptación</b>	
Código: PA-02	Nº. Historia de Usuario: 2
Historia de Usuario: Login del sistema	
Condición de Ejecución: La información de los usuarios tiene que estar cargada en la base de datos del sistema	
Pasos de Ejecución: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingresar al login del sistema</li> <li>• El usuario (Administrador o Psicólogo) ingresa su nombre de usuario y contraseña</li> <li>• El usuario presiona el botón de ingresar</li> </ul>	
Resultados Esperado: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si el usuario no completa todos los campos, se muestra un mensaje de alerta.</li> <li>• Si el usuario existe se ingresa al sistema, caso contrario se muestra un mensaje de alerta.</li> </ul>	
Evaluación de la Prueba: La prueba se concluyó Satisfactoriamente	

Tabla 4 – Prueba de aceptación: Login del sistema

## 5. Resultados y Discusión

### A. Resultados: Reducción de los indicadores I1, I2, I3 e incremento del indicador I4

El efecto del sistema web en la gestión de citas basado en la metodología XP como propuesta tuvo resultados significativos.

Se observaron treinta procesos de la gestión de citas. Los resultados de la PostPrueba del Gc determinaron el tiempo que tarda cada proceso y la satisfacción de los pacientes. En la PostPrueba del Ge se observó una reducción significativa de los indicadores.

No.	I1: Tiempo de registro de citas		I2: Tiempo de búsqueda del historial del paciente		I3: Tiempo de generación de reportes		I4: Nivel de Satisfacción de los pacientes	
	PostPrueba del Ge	PostPrueba del Ge	PostPrueba del Ge	PostPrueba del Ge	PostPrueba del Ge	PostPrueba del Ge	PostPrueba del Ge	PostPrueba del Ge
1	371	49	122	41	345	57	4	4
2	373	89	203	31	369	30	3	4
3	482	66	236	15	582	48	2	4
4	390	64	105	46	449	22	2	5
5	390	71	99	17	305	40	1	4
6	521	35	190	27	286	10	4	4
7	312	45	178	16	579	45	3	4
8	359	38	185	50	183	54	3	4
9	581	69	254	33	517	54	4	5
10	533	42	251	25	557	44	3	3
11	568	89	197	50	282	31	2	4
12	528	48	83	17	204	35	3	5
13	433	75	208	55	208	23	4	4
14	310	43	239	29	427	12	3	3
15	306	79	200	22	421	56	2	5
16	598	24	132	13	295	17	2	4
17	336	49	103	23	425	52	1	3
18	259	56	268	47	185	57	4	5
19	295	87	110	43	400	23	3	3
20	236	72	196	58	598	35	3	4
21	258	89	108	42	516	27	4	5
22	218	48	188	31	216	30	1	5
23	557	61	143	49	526	27	3	4
24	471	82	286	22	185	31	2	3
25	257	89	98	46	494	13	4	5
26	400	94	281	54	440	46	2	5
27	204	75	231	41	268	46	1	4
28	484	91	121	10	378	19	3	4
29	546	52	148	33	223	36	3	4
30	425	46	188	18	209	33	1	5

Tabla 5 – Resultados

Para capturar los resultados mostrados en la tabla 6 se usó como técnica la observación directa y como instrumento el cronometro. Además, se aplicó el software Minitab como método estandarizado para dotar a los resultados de evidencia estadística.

## B. Discusión: Efecto en la gestión de citas de la empresa PsicoMás

### 1) Estadística Descriptiva

#### Prueba de Normalidad

Muestra	N	Mean	StDev	AD	p-value
<i>I1 : PostPrueba del Gc</i>	30	400.0	120.00	0.447	0.262
<i>I1 : PostPrueba del Ge</i>	30	63.900	19.911	0.620	0.097
<i>I2 : PostPrueba del Gc</i>	30	178.4	60.81	0.579	0.120
<i>I2 : PostPrueba del Ge</i>	30	33.47	14.34	0.577	0.122
<i>I3 : PostPrueba del Gc</i>	30	369.1	136.9	0.631	0.091
<i>I3 : PostPrueba del Ge</i>	30	35.1	14.30	0.363	0.419

Tabla 6 – Muestra de los resultados de la estadística descriptiva según el software Minitab

De acuerdo con los resultados de la prueba de normalidad “Anderson Darling”, mostrados en la tabla 6, el AD y p-value son  $> \alpha$  (0.05); Por lo tanto, se confirmó la normalidad de los datos para el análisis. Además, se observó que, con un nivel de confianza del 95%, la media y la desviación estándar revelaron resultados normales en los datos de los indicadores de investigación.

Los resultados relacionados con el indicador: Tiempo de registro de citas según Tolentino (2018) poseen un impacto del 98%, lo que es significativamente menor al 100% de impacto de los productos de la presente tesis. Asimismo, el autor Huaylinos (2017), determina que el promedio de tiempos máximos y mínimos son ligeramente elevados a comparación con la presente investigación. Los resultados relacionados con el indicador: Tiempo de búsqueda del historial del paciente según el autor Tolentino (2018), poseen un impacto del 98%, lo que es significativamente menor al 100% de impacto de los productos de la presente tesis. Los resultados relacionados con el indicador: Tiempo de generación de reportes, según Tolentino (2018) poseen un impacto del 99.93%, lo que es significativamente menor al 100% de impacto de los productos de la presente tesis. Finalmente, los resultados relacionados con el indicador: Nivel de satisfacción de los pacientes Aranda (2020), poseen un impacto del 58.8%, lo que es significativamente menor al 83.33% de impacto de los productos de la presente tesis. Asimismo, el autor Abad (2019), se determina que el promedio de los valores de satisfacción máximos y mínimos son ligeramente inferiores a comparación con los valores de la presente investigación.

## Resumen para cada indicador

El resumen para cada indicador en la tabla 7 muestra que, alrededor del 95% de los valores están dentro de 2 desviaciones estándar de la media, la Curtosis indica que hay valores con picos muy bajos, la Asimetría indica que la mayoría de valores son bajos, el 3er Cuartil (Q3) indica que los valores son menores o iguales a este valor.

Muestra	N	Intervalos de confianza de 95% para la media	Curtosis	Asimetría	Q3
<i>I<sub>1</sub></i> : PostPrueba del Gc	30	355.23 segundos	-1.24063	0.06015	522.75 seg.
<i>I<sub>1</sub></i> : PostPrueba del Ge	30	56.46 segundos	-1.17444	-0.08480	83.25 seg.
<i>I<sub>2</sub></i> : PostPrueba del Gc	30	155.66 segundos	-1.15355	0.09428	232.25 seg.
<i>I<sub>2</sub></i> : PostPrueba del Ge	30	28.11 segundos	-1.32045	-0.05063	46.25 seg.
<i>I<sub>3</sub></i> : PostPrueba del Gc	30	317.96 segundos	-1.31784	0.14165	499.50 seg.
<i>I<sub>3</sub></i> : PostPrueba del Ge	30	29.76 segundos	-1.06475	-0.01653	46.5 seg.
<i>I<sub>4</sub></i> : PostPrueba del Gc	30	2.28 segundos	-0.976978	-0.2793552	3, según el nivel de satisfacción
<i>I<sub>4</sub></i> : PostPrueba del Ge	30	3.93 segundos	-0.91122	-0.316173	5, según el nivel de satisfacción

Tabla 7 – Muestra un resumen de resultados para los indicadores

## 2) Estadística Inferencial: Prueba de Hipótesis

Muestra	N	H <sub>0</sub>	t-value	p-value
<i>I<sub>1</sub></i> : PostPrueba del Gc y Ge	30	$\mu_1 \leq \mu_2$	15.14	0.000
<i>I<sub>2</sub></i> : PostPrueba del Gc y Ge	30	$\mu_1 \leq \mu_2$	12.70	0.000
<i>I<sub>3</sub></i> : PostPrueba del Gc y Ge	30	$\mu_1 \leq \mu_2$	13.29	0.000
Muestra	N	H <sub>0</sub>	w-value	p-value
<i>I<sub>4</sub></i> : PostPrueba del Gc y Ge	30	$\mu_1 \geq \mu_2$	576	0.000

Tabla 8 – Muestra de la contratación de hipótesis para los indicadores

Puesto que todos los valores de p son menos que  $\alpha$  (0.05), mostrado en la tabla 8, los resultados proporcionan suficiente evidencia para rechazar las hipótesis nulas ( $H_0$ ), y las hipótesis alternas fueron ciertas. Las pruebas resultaron ser significativas.

## 6. Conclusiones

La empresa de servicio psicológico PsicoMás implementó un sistema web para la gestión de citas, este proceso comprende la reserva de citas, el reporte de pacientes, el reporte de psicólogos, ingresar los horarios de los psicólogos y la descripción de los psicólogos.

Al implementar el aplicativo se esperaba que el sistema web mejorara el proceso de gestión de citas en la empresa. Al aplicar el sistema desarrollado, la empresa PsicoMás presentó mejoras como: La disminución de tiempos de registro de citas, disminución de tiempos de búsqueda del historial del paciente, disminución de tiempos de generación de reportes y el incremento del nivel de satisfacción de los pacientes. Respecto a la metodología se puso a desarrollar cada fase de manera exitosa. En la fase de planificación se elaboraron las historias de usuario relacionadas con sus respectivas tareas y se establecieron los roles de los involucrados. En la fase de diseño se elaboró el prototipo de cada pantalla del sistema usando el programa Adobe XD. La Fase de codificación se realizó con el programa Visual Studio Code y con ayuda de los lenguajes de programación CSS, HTML y JS. En la fase de pruebas se utilizaron las pruebas de aceptación y se presentó la evidencia para confirmar que el desarrollo del sistema web se desarrolló de manera exitosa. Para futuras investigaciones, se recomienda realizar un manual de usuario para realizar un correcto manejo del software desarrollado, también se recomienda el uso de la metodología XP para el desarrollo de sistemas similares al de esta investigación.

## Referencias

- Abad, L. (2019). Sistema web para la reserva de citas en la Clínica INPPARES. LIMA: UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO.
- AlMuhaidib, S., Alswailem, O., Alsubaie, N., Ferwana, I., Alnajem, A. (2019). Prediction of hospital no-show appointments through artificial intelligence algorithms. *Annals of Saudi medicine*, vol. 39(6). <https://doi.org/10.5144/0256-4947.2019.373>
- Chaves, A., Guimaraes, T., Duarte, J., Peixoto, H., Abelha, A., Machado, J. (2021). Development of FHIR based web applications for appointment management in healthcare. *Procedia Computer Science*, Vol. 184, 917-922. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050921007596>
- Csenar, C. (2019). Design and development of a FHIR based mobile application for appointment scheduling in clinical context. [Master of Science in Engineering, Master Program Digital Healthcare, St. Polten University of Applied Sciences]. St. Polten University of Applied Sciences repository. <https://phaidra.fhstp.ac.at/open/o:3929>
- Gestión.pe. (2020). Seis cambios que deben afrontar las empresas peruanas para innovar en tiempos de Covid-19. Perú: Gestión.
- Huaylinos, E. G. (2017). Metodologías ágiles en la implementación de una aplicación móvil para la gestión de citas en la clínica dental "PERIO DENT". PERÚ: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ.
- Kucuk, A., Demirci, M., Kerman, G., Soner, O. V. (2021). Evaluating of hospital appointment systems in Turkey: Challenges and opportunities. *Health Policy and Technology*, Vol. 10, 69-74. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221188372030143X>

- Kwena, Z. A., Njoroge, B. W., Cohen, C. R., Oyaró, P., Shikari, R., Kibaara, C. K., & Bukusi, E. A. (2015). The feasibility, time savings and economic impact of a designated time appointment system at a busy HIV care clinic in Kenya: a randomized controlled trial. *Journal of the International AIDS Society*, 18(1), 1-10. <https://doi.org/10.7448/IAS.18.1.19876>
- Odeh, A., Abdelhadi, R., & Odeh, H. (2019). Medical patient appointments management using smart software system in UAE. *International Arab Conference on Information Technology*, 1, 97-101.
- Osman, M. S., Azizan, A., Hassan, K. N., Ghani, H. A., Hassan, N. H., Yakub, F., ... & Latiff, L. A. (2021, June). BLE-based Real-time Location System Integration with Hospital Information System to Reduce Patient Waiting Time. In *2021 International Conference on Electrical, Communication, and Computer Engineering (ICECCE)* (pp. 1-6). IEEE.
- Po, C. Y., Feng, Y. C., Hao, Y. L., Mei, J. S., Tzeng, J. C., Li, F. C., Shinn, J. H. (2019). Features of Online Hospital Appointment Systems in Taiwan: A Nationwide Survey. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 16(2), 171. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6352157/>
- Reinhart, C. M. (2020). This Time Truly Is Different. *Estados Unidos: PROJECT SYNDICATE*.
- Ross-Degnan, D., Chalker, J., Liana, J., Kajoka, M. D., Valimba, R., Kimatta, S., Dillip, A., Vialle-Valentin, C., Embrey, M., Lieber, R., & Johnson, K. (2017). A group randomized trial using an appointment system to improve adherence to ART at reproductive and child health clinics implementing Option B+ in Tanzania. *PloS one*, 12(9), 1-14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0184591>
- Sayyadi Tooranloo, H., & Saghafi, S. (2021). Assessing the risk of hospital information system implementation using IVIF FMEA approach. *International Journal of Healthcare Management*, 14(3), 676-689.
- Shahzad, K., Jianqiu, Z., Azam, M. Z., Shasheen, A., Sardar, T. (2018). Essential factors for adopting hospital information system: a case study from Pakistan. *International journal of Computers and Applications*, vol. 43, 26 - 37. <https://doi.org/10.1080/1206212X.2018.1504460>
- Soman, S., Rai, S., Ranjan, P., Cheema, A. S., & Srivastava, P. K. (2020). Mobile-Augmented Smart Queue Management System for Hospitals. *International Symposium on Computer-Based Medical Systems*, 1, 421-426.
- Srinivas, S., & Ravindran, A. R. (2020). Designing schedule configuration of a hybrid appointment system for a two-stage outpatient clinic with multiple servers. *Health care management science*, 23(3), 1-28. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10729-019-09501-4>

- Tarcan, M., Hikmet, N., Tarcan, G., & Mehmet, T. O. P. (2014). Evolution of Nationwide central hospital appointment system (CHAS) implementation: a country study. *Journal of Health Informatics in Developing Countries*, 8(2), 1-16. <https://www.jhdc.org/index.php/jhdc/article/view/122>
- Tolentino, E. (2018). Aplicación web basada en el patrón MVC para mejorar la gestión de citas médicas en la Clínica Belén-Juan Pablo II. TRUJILLO: Universidad César Vallejo.
- Warner, J. (08 de octubre de 2020). Extreme Makeovers, many companies reinvent themselves to survive. Recuperado el 08 de setiembre de 2020, de <https://www.gfmag.com/magazine/october-2020/extreme-makeovers-companies-reinvent>
- Widiyanto, F. H. K. A., & Widayati, A. (2021). THE CHALLENGES OF HOSPITAL INFORMATION SYSTEM IMPLEMENTATION: A CASE STUDY OF A PUBLIC HOSPITAL IN INDONESIA. *Jurnal Farmasi Sains dan Komunitas (Journal of Pharmaceutical Sciences and Community)*, vol. 18(1), 56-64.

# Aplicaciones Móviles Multiplataforma para la Promoción de la Actividad Física en tiempos de Covid-19: Un Estudio de Caso en la Ciudad de Trujillo

Bengie Velasque Agüero<sup>1</sup>, Edwin Esparza Rojas<sup>1</sup>, Javier Gamboa-Cruzado<sup>2</sup>

ben14.va@gmail.com; edwin\_ezparsa@hotmail.com; jgamboa65@hotmail.com

<sup>1</sup> Estudiante de Ingeniería de Sistemas, Universidad César Vallejo, Trujillo, Perú.

<sup>2</sup> Docente de Ingeniería de Sistemas, Universidad César Vallejo, Lima, Perú.

**Pages:** 474-487

**Resumen:** La falta de una aplicación móvil para la promoción de la actividad física de las personas en la ciudad de Trujillo, no ha permitido mejorar su salud física y mental, dando como consecuencia el sedentarismo y enfermedades causantes por el sobrepeso y la obesidad. El objetivo de esta investigación busca promover la actividad física de las personas en Trujillo, mediante el uso de una aplicación móvil multiplataforma. Para ello, se desarrolló una aplicación móvil multiplataforma utilizando la metodología Mobile-D, se hizo uso un grupo de control (Gc) y un grupo experimental (Ge), las hipótesis se validaron a través de la prueba t de Student. Finalmente, los resultados mostraron mejoras significativas en el Ge respecto al Gc en los indicadores de tiempo actividad física/día, frecuencia de actividad física/semana, cantidad de ejercicios practicados y tiempo sin realizar ejercicios/día.

**Palabras-clave:** Actividad; física; Aplicación; móvil; Mobile-D.

## *Multiplatform Mobile Applications for the Promotion of Physical Activity in times of Covid-19: A Case Study at Trujillo City*

**Abstract:** The lack of a mobile application for the promotion of physical activity of people in the city of Trujillo, has not allowed to improve their physical and mental health, resulting in sedentary lifestyle and diseases caused by overweight and obesity. The objective of this research seeks to promote physical activity of people in Trujillo, through the use of a multiplatform mobile application. For this, a multiplatform mobile application was developed using the Mobile-D methodology, a control group (Gc) and an experimental group (Ge) were used, the hypotheses were validated through Student's t test. Finally, the results showed significant improvements in Ge with respect to Gc in the indicators of time physical activity / day, physical activity / week, number of exercises practiced and time without exercising / day.

**Keywords:** Activity; physical; Application; mobile; Mobile-D.

## 1. Introducción

Hoy en día, la actividad física de las personas es un factor muy importante para la buena salud, Sin embargo, aproximadamente un tercio de la población mundial de adultos mayores no logra alcanzar un nivel mínimo recomendado de actividad física por semana (HAFNER y otros, 2020), Por otro lado, en la actualidad la pandemia originada por la Covid-19, ha obligado a más de la cuarta parte de las personas a permanecer dentro de sus hogares, generando un aumento del sedentarismo. Teniendo en cuenta lo mencionado. En el Perú, el Instituto nacional de la Salud (INS, 2019) mencionó que la provincia de Trujillo tiene el 10.1% del total de personas con sobrepeso que corresponden al departamento de la Libertad, por otra parte, la BBC (NEW, 2018) de estados Unidos mencionó que el país el 38,2% de la población mayor de 15 años tienen esta condición.

Por lo tanto, esta investigación presenta una justificación de relevancia social porque servirá como alternativa de solución a la inactividad física y servirá como herramienta para promover la actividad física de las personas y así poder mejorar su salud, pues los autores (SABAJ & LANDEA, 2012) mencionaron que los objetivos de una investigación están justificados cuando presentan relevancia social, aplicabilidad predeterminedada y concreta.

De la misma forma (HERNÁNDEZ y otros, 2014) explicaron que una investigación podría ser ventajosa por diferentes motivos, uno de ellos es que podría contribuir a solucionar un problema social. Es por ello, que el objetivo general de esta investigación fue promover la actividad física de las personas en Trujillo, mediante el uso de una aplicación móvil multiplataforma, desarrollada con la metodología Mobile-D y los objetivos específicos fueron incrementar el tiempo de actividad física/día de las personas en Trujillo, aumentar la frecuencia de actividad física/semana de las personas en Trujillo, incrementar la cantidad de ejercicios practicados por las personas en Trujillo y disminuir el tiempo sin realizar ejercicios de las personas en Trujillo.

Este documento está organizado de la siguiente manera: la metodología de investigación describe las fases para el desarrollo de la aplicación móvil multiplataforma, además se presenta la operacionalización de variables, el tipo y diseño de investigación. En el caso de estudio se realiza cada fase de la metodología Mobile-D. En los resultados y conclusiones se muestran los resultados de las muestras, utilizando diversas técnicas estadísticas.

Finalmente, en conclusiones se muestran las conclusiones obtenidas y las recomendaciones para futuras investigaciones.

## 2. Trabajos Relacionados

Las políticas de salud han tomado fuerza en estos últimos años, es por eso que se han creado nuevas directivas y campañas de salud, en la actualidad la sociedad ha sido afectando por una pandemia, que ha forzado a todos a cuarentenas interminables y al trabajo remoto, esto ha aumentado el índice de sedentarismo en todas las ciudades del Perú y el mundo. Por lo tanto, la inactividad física se ha convertido como un gran desafío para la salud mundial, pues según la OMS, la baja actividad física es la cuarta

causa subyacente de mortalidad prematura, lo que significa un total de 3,2 millones de muertes al año (BRYMER & DAVIDS, 2016).

A esta problemática se han realizado diferentes investigaciones y aportes para demostrar la gran importancia de actividad física, tales como un bajo riesgo de enfermedades no transmisibles, una mejora en el bienestar y la salud mental (HAFNER y otros, 2020). Además de ello, existe evidencia de un efecto positivo de la actividad física en el mejoramiento de funciones cognitivas y de rendimiento académico de los niños (BELL, 2017). También se comprobó que la actividad física disminuye el riesgo de diferentes resultados de salud negativos, puede mejorar la cognición, el funcionamiento independiente y la salud psicológica en los adultos mayores (NUZUM, 2020).

De igual manera (DELLEPIANE & DÍAZ, 2016), realizaron el proyecto Mytraininggoal, para facilitar la adaptación a un estilo de vida sano en los usuarios del gimnasio de un personal training, mediante el uso de un aplicativo móvil para Android, por otro lado (BURGUEÑO, 2020) llevaron a cabo una propuesta didáctica basada en la EF (Educación física) para que los adolescentes practiquen AF (Actividad física) en su hogar y, por lo tanto mantengan los niveles de AF diaria necesarios para mejorar su salud. Además (SANDOVAL, 2020), desarrolló un aplicativo móvil para el desarrollo de rutinas y ejercicios de entrenamiento en el gimnasio sport center Gym para la aplicación de TICs para la mejora continua en las organizaciones peruanas.

Por último, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2020) recomendó un mínimo de 60 minutos diarios de actividad física moderada o intensa para niños de 5 a 17 años deberían realizar. Donde la actividad física diaria debería ser, en su gran mayoría de forma aeróbica.

De tal manera, esta investigación aborda uno de los temas más importantes que aqueja la sociedad, es por eso que tiene una gran relevancia social porque servirá como alternativa de solución a la inactividad física y servirá como herramienta para promover la actividad física de las personas y así poder mejorar su salud, pues los autores corroboran su gran importancia. Existe evidencia de un efecto positivo de la actividad física en el mejoramiento de funciones cognitivas y de rendimiento académico de los niños (BELL, 2017). También se comprobó que la actividad física disminuye el riesgo de diferentes resultados de salud negativos, puede mejorar la cognición, el funcionamiento independiente y la salud psicológica en los adultos mayores (NUZUM, 2020).

Este artículo describe el desarrollo y aplicación de una mejor promoción de la actividad física de las personas en Trujillo, mediante el uso de una aplicación móvil multiplataforma, desarrollada con la metodología Mobile-D.

### **3. Metodología de investigación**

#### **3.1. Metodología de Desarrollo de la Aplicación Móvil Multiplataforma**

En la presente investigación se hizo uso de la metodología Mobile-D, para el desarrollo de la aplicación móvil multiplataforma.

### A. Metodología Mobile-D

Para (BALAGUERA, 2013) Mobile-D es un método basado en prácticas ágiles; estas prácticas comprenden el desarrollo de pruebas, la programación en parejas, refactorización e integración continua.

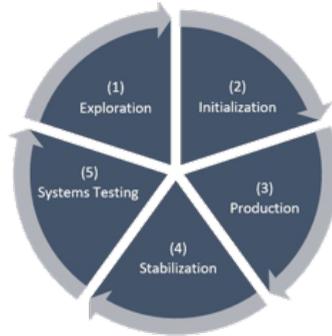


Figura 1 – Metodología Mobile-D

- Exploración: En esta fase se crea un plan para establecer las características del proyecto.
- Iniciación: En esta fase se alistan los planes de las siguientes fases y se establecen recursos tecnológicos, físico y de comunicación.
- Producción: En esta fase se desarrollan las pruebas de la iteración, se desarrolla y se integra el código.
- Estabilización: En esta fase se da un enfoque principal a la integración del sistema.
- Prueba y composición del sistema: En esta fase se comprueba la versión final del producto con los requisitos establecidos y se suprimen los problemas encontrados.

### 3.2. Metodología de Investigación Aplicada

#### A. Operacionalización de variables

Dimensiones	Indicador	Índice	Unidad de medida	Unidad observación
Tiempo	Tiempo de actividad física/día de las personas en Trujillo.	[1 - a más]	Minutos/día	Observación indirecta
	Frecuencia de actividad física/semana de las personas en Trujillo.	[1 - a más]	Días/semana	Observación indirecta
	Tiempo sin realizar ejercicios de las personas en Trujillo.	[1- a más]	Minutos/día	Observación indirecta

Dimensiones	Indicador	Índice	Unidad de medida	Unidad observación
Ejercicios	Cantidad de ejercicios practicados por las personas en Trujillo.	[1- a más]	# Ejercicios practicados	Observación indirecta

Tabla 1 – Variable Dependiente

### **B. Grupo Experimental ( $G_e$ ) y Grupo de Control ( $G_c$ )**

Para esta investigación se optó por un tipo de investigación aplicada y un diseño experimental puro.

Donde:

$G_e$  = Grupo experimental: Grupo de estudio al que se le aplicará el estímulo (Aplicación móvil multiplataforma).

$G_c$  = Grupo de control: Grupo de estudio al que no se le aplicará el estímulo

Se toman datos de un grupo experimental ( $G_e$ ) a quienes se le aplica la variable independiente y también se toma datos de un grupo de control ( $G_c$ ) a quienes no se le aplica la variable independiente.

### **C. Universo y Muestra**

Para el universo, se tomaron todos los procesos de promoción de la actividad física en tiempos de covid-19 a nivel mundial:  $N$  = Indeterminado.

Para la muestra, se consideraron los procesos de promoción de actividad física en tiempos de covid-19 en Trujillo:  $n = 30$ .

### **D. Procedimientos de Recolección de Datos**

En esta investigación el instrumento de recolección de datos fue la ficha de observación (GPAQ) el cual fue proporcionada por la (Organización Mundial de la Salud ,2018), las técnicas utilizadas fueron la observación indirecta y la consulta a Base de datos.

### **E. Declaración de las Hipótesis**

H1: El uso de una aplicación móvil multiplataforma, basada en la metodología Mobile-D, aumenta el tiempo de actividad física/día de las personas en Trujillo.

H2: El uso de una aplicación móvil multiplataforma, basada en la metodología Mobile-D, aumenta la frecuencia de actividad física/semana de las personas en Trujillo.

H3: El uso de una aplicación móvil multiplataforma, basada en la metodología Mobile-D, aumenta la cantidad de ejercicios practicados por las personas en Trujillo.

H4: el uso de una aplicación móvil multiplataforma, basada en la metodología Mobile-D, disminuye el tiempo sin realizar ejercicios de las personas en Trujillo.

Para la contrastación de las hipótesis, se planteó la siguiente solución para cada uno de los indicadores:

- $\mu_1$  = Media Poblacional (H1, H2, H3) para Postprueba de Gc y  $\mu_2$  = Media Poblacional (H1, H2, H3) para Postprueba de Ge.

Donde:

- $H_0 = \mu_1 > \mu_2$ .
- $H_a = \mu_1 \leq \mu_2$ .

Además:

- $\mu_1$  = Media Poblacional (H4) para Postprueba de Gc y  $\mu_2$  = Media Poblacional (H4) para Postprueba de Ge.

Donde:

- $H_0 = \mu_1 \leq \mu_2$ .
- $H_a = \mu_1 > \mu_2$ .

Finalmente, las hipótesis se validaron usando la prueba t de Student y el software especializado Minitab. También, se realizó la prueba de normalidad de datos, el análisis estadístico descriptivo (Ver Tabla 5) y el análisis inferencial de los datos (Ver Tabla 6).

## 4. Caso de Estudio

El en desarrollo de la Aplicación Móvil Multiplataforma, se aplicó la metodología Mobile-D, la cual está compuesta de 5 fases: Exploración, Inicialización, Producción, Estabilización y Pruebas del sistema.

### 4.1. Exploración

#### A. *Establecimiento de Stakeholders*

En este punto se describen a los participantes del Proyecto y se identifican las tareas, responsabilidades y roles.

- Líder de Proyecto: 1 jefe de proyecto.
- Equipo de desarrollo: 2 programadores.
- Equipo de pruebas: 1 tester.
- Usuarios de la aplicación: Público en general.

#### B. *Requisitos Previos:*

- Información sobre las diferentes rutinas de ejercicios, tanto de ejercicios de fuerza y resistencia como ejercicios aeróbicos.
- Teléfonos inteligentes con sistema operativo Android o iOS.

### C. Definición del Alcance:

- Proyectar la demostración en tiempo real de la ejecución de diferentes rutinas de ejercicios.
- Informar sobre el tiempo de ejercicios realizados al día y la frecuencia de la semana a través de gráficos estadísticos.

### D. Objetivos:

- Proyectar la demostración en tiempo real de la ejecución de diferentes rutinas de ejercicios.
- Informar sobre el tiempo de ejercicios realizados al día y la frecuencia de la semana a través de gráficos estadísticos.

### E. Alcance:

Aplicación móvil multiplataforma para la promoción de la actividad física en Trujillo en tiempos de Covid-19.

### F. Establecimiento del Proyecto:

En esta etapa se identificará el entorno técnico y físico del proyecto, análisis inicial y diseño de arquitectura base.

Tecnología	Multiplataforma (Android/iOS)
<i>Lenguajes de programación</i>	Java, Typescript, Javascript, SQL
<i>IDEs</i>	Eclipse, Android Studio, Xcode
<i>FrameWorks</i>	Angular 10, Ionic 5, Spring boot 4
<i>Servicios</i>	API REST, PostgreSQL, Firebase
<i>Equipos</i>	2 PCs (Procesadores Ryzen 5 3600, Core i5 9400f, RAM 16GB)

Tabla 2 – diseño de arquitectura base

## 4.2. Inicialización

### A. Configuración del Proyecto

- Instalación del entorno Node.js.
- Instalación del Framework Ionic/Angular.
- Instalación de Android Studio.
- Instalación de Xcode.
- Instalación de Spring boot 4.
- Instalación de PostgreSQL.

## **B. Capacitaciones**

Las capacitaciones al equipo de desarrollo se realizarán cada semana utilizando la herramienta Zoom, además se realizarán reuniones de 20 min 3 veces por semana para verificar el avance del proyecto.

## **C. Plan de comunicación**

Comunicación con el cliente: Para la obtención de información se realizarán reuniones por Zoom y las conversaciones se llevarán a través de WhatsApp.

Comunicación con el equipo: Reuniones por Zoom, conversaciones por WhatsApp, tareas con la herramienta Trello e integración del código utilizando GitHub.

## **D. Planteamiento inicial**

Se presenta la arquitectura de la solución, la cual está orientada a trabajar mediante las siguientes secciones:

- Aplicación móvil multiplataforma.
- Servicios API Rest.
- Servicios de base de datos PostgreSQL.
- Servicios de Firebase.

## **E. Elaboración de prototipos**

En este apartado se muestra los prototipos:



Figura 2 – Inicio de la aplicación móvil



Figura 3 – Rutinas en la aplicación móvil

### 4.3. Producción

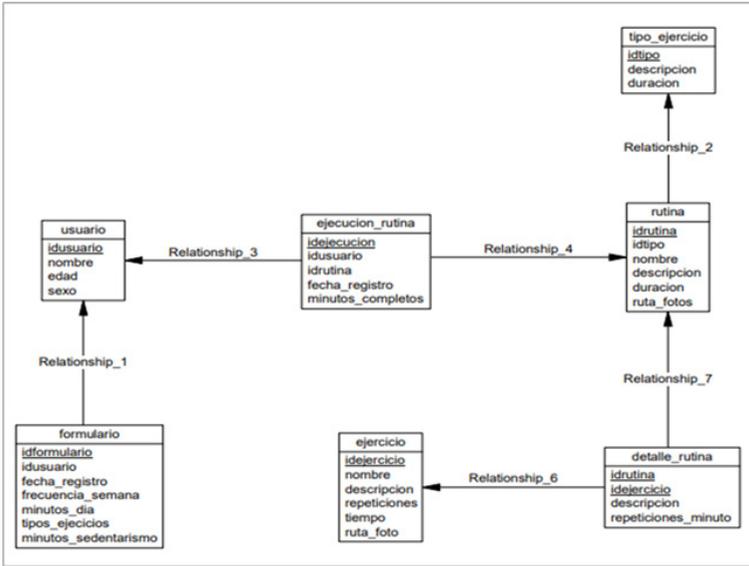


Figura 4 – Modelo físico de base de datos

### 4.4. Estabilización

#### A. Sincronización del proyecto

El trabajo de sincronización del Proyecto consistió en unir todas las fuentes desarrolladas por los programadores a través de la plataforma GitHub, de esa manera se logró completar el desarrollo funcional del proyecto, para posteriormente ser sometido a diferentes pruebas realizadas por el tester.

### 4.5. Pruebas del sistema

#### A. Informe de errores

Errores Graves: Registro erróneo de datos en la base de datos (Poco común), datos no visibles en pantalla (Poco común), incumplimiento de funciones de la aplicación (No aplica), botones no funcionales (Poco común).

Errores Medios (comunes): Datos secundarios no visibles (Poco común), funciones secundarias ni implementadas (No aplica), botones secundarios no funcionales (Poco común), errores en la interfaz de pantalla (Poco común).

Errores Leves: Datos secundarios no visibles (Poco común), funciones secundarias ni implementadas (No aplica), botones secundarios no funcionales (Poco común), errores en la interfaz de pantalla (Poco común).

## 5. Resultados y discusión

### A. Informe de errores

Se analizaron los datos recopilados y se midieron e interpretaron los resultados de 30 muestras para cada indicador utilizando diversas técnicas estadísticas:

Nº	I1: (minutos al día)		I2: (Veces al día)		I3: (Ejercicios practicados)		I4: (Minutos al día)	
	Gc	Ge	Gc	Ge	Gc	Ge	Gc	Ge
<b>1</b>	0	30	0	2	0	15	720	540
<b>2</b>	55	30	5	4	14	10	360	450
<b>3</b>	10	50	1	5	3	20	780	510
<b>4</b>	35	20	4	7	11	11	540	480
<b>5</b>	15	15	6	4	4	8	600	570
<b>6</b>	30	10	6	3	10	4	510	660
<b>7</b>	0	35	0	4	0	20	840	600
<b>8</b>	45	25	1	6	17	2	540	510
<b>9</b>	0	30	0	7	0	6	810	540
<b>10</b>	30	65	1	5	6	25	630	510
<b>11</b>	20	40	3	3	4	6	570	576
<b>12</b>	30	25	5	6	7	4	450	480
<b>13</b>	15	20	3	3	3	13	570	360
<b>14</b>	10	15	1	3	2	6	750	450
<b>15</b>	30	0	2	0	8	0	660	720
<b>16</b>	20	15	2	2	3	6	630	480
<b>17</b>	0	25	0	3	0	15	870	450
<b>18</b>	40	30	4	2	11	8	600	690
<b>19</b>	0	55	0	2	0	18	870	630
<b>20</b>	20	70	3	5	5	28	510	480
<b>21</b>	25	40	1	3	7	17	750	540
<b>22</b>	20	30	3	7	6	7	660	390
<b>23</b>	30	45	2	5	9	11	510	510
<b>24</b>	30	20	7	2	5	3	450	720
<b>25</b>	0	15	0	4	0	2	750	660
<b>26</b>	45	25	2	6	13	12	720	600
<b>27</b>	0	25	0	5	0	16	600	570
<b>28</b>	15	0	3	0	2	0	510	600

	I1: (minutos al día)		I2: (Veces al día)		I3: (Ejercicios practicados)		I4: (Minutos al día)	
<b>29</b>	20	45	3	4	5	26	480	480
<b>30</b>	30	60	6	3	8	21	420	450

Tabla 3 – Resultados: Incremento de I1, I2, I3 y Reducción de I4

Los resultados se lograron a través de un método de observación indirecta y consultad de base de datos, esto permitió obtener los conocimientos para comprender la realidad, es por eso que se hizo uso del software Minitab como método estandarizado para aportar evidencia estadística a los resultados.

### **B. Discusión: Efecto en la Actividad Física de las personas en Trujillo**

Para la estadística descriptiva usaremos, pruebas de Normalidad, la Tabla 4 muestra los resultados de la estadística descriptiva según el software Minitab:

Sample	N	Mean	StDev	AD	p-value
<b>I1: Post-test (Gc)</b>	30	20.67	15.41	0.672	0.071
<b>I1: Post-test (Ge)</b>		30.33	17.56	0.531	0.161
<b>I2: Post-test (Gc)</b>	30	2.6	2.094	0.711	0.057
<b>I2: Post-test (Ge)</b>		3.833	1.877	0.511	0.181
<b>I3: Post-test (Gc)</b>	30	5.433	4.666	0.597	0.111
<b>I3: Post-test (Ge)</b>		11.33	7.915	0.451	0.256
<b>I4: Post-test (Gc)</b>	30	622	139.1	0.334	0.49
<b>I4: Post-test (Ge)</b>		540.2	92.29	0.406	0.33

Tabla 4 – Pruebas de normalidad para I1, I2, I3 y I4

De acuerdo con los resultados de la prueba de normalidad “Anderson Darling”, el AD y p-value son  $> \alpha$  (0.05); Por lo tanto, se confirmó la normalidad de los datos para el análisis. Se observó que, con un nivel de confianza del 95%, la media y la desviación estándar revelaron resultados normales en los datos de los indicadores de investigación.

Los resultados de I1, son mejores a los resultados obtenidos por (HYUN-JU & RANA, 2017) quienes en su investigación lograron incrementar la actividad física moderada y vigorosa de 76 jóvenes de 22,8 a 25,0 minutos al día.

Además, para I2, son semejantes a los resultados de (ARIES, 2019) quienes en su investigación lograron incrementar la frecuencia de la actividad física auto informada de los participantes en un  $0,63 \pm 2,89$  días / semana.

De igual manera, para I3, son semejantes a los de (CHURA, 2019) quien, en su investigación utilizaron una muestra de 229 estudiantes, obteniendo como resultados que la praxis de la actividad física por parte de los estudiantes es dejada de lado debido

a que solo el 41,66% lo practica en niveles muy bueno y bueno, el 58,34% restante lo realiza en nivel regular o en todo caso no lo realiza.

Por último, para I4, son semejantes a los de (HAESE, 2015) quienes, en su investigación utilizaron una muestra de 126 niños, obteniendo como resultados que el tiempo sedentario de los niños disminuyó de 146 minutos a 138 minutos.

Resumen para cada indicador, la Tabla 5 muestra un resumen de resultados para los indicadores:

Sample	N	Intervalos de confianza de 95% para la media	Kurtosis	Asimetría	Q3
<b>I1: Post-test</b>	30	23.77 min 36.89 min	-0.017603	0.533881	41.25 min
<b>I2: Post-test</b>	30	3.13 días 4.53 días	-0.368081	0.07698	5 días
<b>I3: Post-test</b>	30	8.37 ejercicios 14.28 ejercicios	-0.6991096	0.488543	17.25 ejercicios
<b>I4: Post-test</b>	30	505.74 min 574.66 min	-0.407907	0.306156	600 min

Tabla 5 – Resumen para I1, I2, I3 y I4

El resumen para cada indicador en la Tabla 5 muestra que, alrededor del 95% de los valores están dentro de 2 desviaciones estándar de la media, la Kurtosis indica que hay valores con picos muy bajos, la Asimetría indica que la mayoría de valores son bajos, el 3er Cuartil (Q3) indica que el 75% de los valores es menor que o igual a este valor. En cuanto a la estadística Inferencial usamos la prueba de Hipótesis, la Tabla 6 muestra la contrastación de hipótesis para los indicadores:

Sample	N	Ho	t-value	p-value
<b>I1: Post-test - min (Gc)</b>	30	$\mu_1 > \mu_2$	-2.27	0.014
<b>I1: Post-test - min (Ge)</b>				
<b>I2: Post-test - días (Gc)</b>	30	$\mu_1 > \mu_2$	-2.4	0.01
<b>I2: Post-test - días (Ge)</b>				
<b>I3: Post-test - ejercicios (Gc)</b>	30	$\mu_1 > \mu_2$	-3.52	0,000
<b>I3: Post-test - ejercicios (Ge)</b>				
<b>I4: Post-test - min (Gc)</b>	30	$\mu_1 < \mu_2$	2.68	0.005
<b>I4: Post-test - min (Ge)</b>				

Tabla 6 – Pruebas de hipótesis para I1, I2, I3 y I4

Puesto que todos los valores de  $p$  son menores que  $\alpha$  (0.05) los resultados proporcionan suficiente evidencia para rechazar las hipótesis nulas ( $H_0$ ), y las hipótesis alternas fueron ciertas, las pruebas resultaron ser significativas.

Donde, el tiempo promedio de actividad física al día de las personas que no usan la aplicación móvil multiplataforma, es menor al tiempo promedio de actividad física al día de las personas que si lo usan; la frecuencia promedio de actividad física a la semana de las personas que no usan la aplicación móvil multiplataforma, es menor a la frecuencia promedio de actividad física a la semana de las personas que si lo usan; la cantidad promedio de ejercicios practicados por las personas que no usan la aplicación móvil multiplataforma, es menor al cantidad promedio de ejercicios practicados por las personas que si lo usan; el tiempo promedio sin realizar ejercicios al día es mayor al tiempo promedio sin realizar ejercicio al día de las personas que si lo usan.

## 5. Conclusiones

La Promoción de actividad física mediante aplicación móvil multiplataforma mostró resultados positivos, lográndose un aumento significativo de actividad física en las personas, por lo tanto, se debe hacer uso de aplicaciones móviles para resolver las problemáticas de la sociedad. Es por eso que en este documento se describe conceptos sobre aplicaciones móviles, y de metodologías para el desarrollo de esta, como Mobile-D, metodología usada en esta investigación, que proporciona 5 fases importantes: Exploración, Iniciación, Producción, Estabilización y Prueba y composición del sistema.

Por otra parte, la solución de esta investigación está basada en framework Ionic-Angular, el gestor de base de datos Postgresql, etc. Para poder medir los resultados de la app, se hizo la búsqueda de información, identificando dos dimensiones tiempo y ejercicios con cuatro indicadores, es por eso que la investigación es aplicada, con un diseño experimental puro. Finalmente, las hipótesis se validaron usando la prueba T de Student y el software especializado Minitab. Para futuras investigaciones se deberían aumentar los indicadores, para medir con más exactitud la solución, también hacer uso de tecnologías como GPS, podómetro y presión cardiaca, para la mejor las características de la aplicación móvil.

## Referencias

- ARIES, M. (2019). Evaluation of Walk Across Texas! – a Web-Based Community Physical Activity Program. BMC Public Health. ProQuest Central, 19, 9.
- BALAGUERA, Y. (2013). Metodologías ágiles en el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles. Revista de Tecnología, 12(2), 123.
- BELL, L. (2017). Physical Activity Benefits Academic Achievement in Children. NEJM Journal Watch. Pediatrics & Adolescent Medicine. ProQuest Central.
- BRYMER, E., & DAVIDS, K. (2016). Designing Environments to Enhance Physical and Psychological Benefits of Physical Activity: A Multidisciplinary Perspective. ProQuest Central, 46(7).

- BURGUEÑO, R. e. (2020). Educación Física en Casa de Calidad. Propuesta de aplicación curricular en Educación Secundaria Obligatoria. (39), 366.
- CHURA, E. (2019). Uso De Las Tics Y La Actividad Física De Los Estudiantes De La Institución Educativa Secundaria “Divino Maestro” De Puno. Puno: Universidad Nacional Del Altiplano.
- DELLEPIANE, S., & DÍAZ, H. (2016). Facilitar La Adopción De Un Estilo De Vida Sano En Los Clientes Del Gimnasio Personal Training, Mediante La Utilización De Un Sistema Móvil Con Android, Aplicando El Concepto De Clean Architecture. Lima: Universidad Ricardo Palma.
- HAESE, S. e. (2015). Organizing “Play Streets” during school vacations can increase physical activity and decrease sedentary time in children. *International Journal of Behavioral Nutrition & Physical Activity*, 9.
- HAFNER, M., POLLARD, J., & VAN STOLK, C. (2020). Incentives and Physical Activity: An Assessment of the Association Between Vitality’s Active Rewards with Apple Watch Benefit and Sustained Physical Activity Improvements. *Rand vhealth quarterly*.
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C., & BAPTISTA, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México, D.F: McGraw-Hill Education.
- HYUN-JU, O., & RANA, S. (2017). Using a 3-Day Physical Activity Recall as Homework to Increase Physical Activity in Rural Appalachian School Youth: A 3-Week Pilot Intervention Program. *Physical Educator*.
- INS. (2019). NÚMERO y proporción de casos con diagnóstico nutricional según indicador p/t por regiones. Instituto Nacional de Salud.
- NEW, B. (18 de Septiembre de 2018). ¿ES realmente México el país más obeso del mundo?
- NUZUM, H. e. (2020). Potential Benefits of Physical Activity in MCI and Dementia. *Behavioural Neurology*. 10.
- OMS. (2020). *Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud*. Ginebra: OMS.
- SABAJ, O., & LANDEA, D. (2012). Descripción de las formas de justificación de los objetivos en artículos de investigación en español de seis áreas científicas. *Onomázein*.

# Desarrollo de una plataforma web semántica para la difusión de proyectos de innovación y generar redes entre usuarios académicos

Erika Tatiana Vásquez Tapia<sup>1</sup>, Celia Paola Sarango-Lapo<sup>2</sup>

etvasquez@utpl.edu.ec; cpsarango@utpl.edu.ec

<sup>1,2</sup> Universidad Técnica Particular de Loja, 110107, Loja, Ecuador.

**Pages: 488-500**

**Resumen:** Este artículo se centra en el desarrollo de una plataforma web semántica para la difusión de proyectos de innovación y generar redes entre usuarios académicos. El estudio surge por la necesidad de proveer una plataforma web semántica que permita, la difusión de proyectos innovadores y conocer la relación que existe entre sus participantes, de manera que, con una sola búsqueda se pueda interpretar vínculos que permitan establecer oportunidades de colaboración y de comunicación bidimensional entre académicos e interesados. La metodología utilizada para el presente trabajo se compone de las siguientes fases: análisis, diseño, desarrollo y pruebas. Como resultado se obtuvo una plataforma web semántica amigable e interactiva que puede ser utilizada por cualquier persona, con un diseño adaptable a todo dispositivo. El plan de pruebas ejecutado ayudó a definir que la plataforma web cumple con todos los requerimientos para ser considerada accesible y de gran utilidad para docentes y estudiantes.

**Palabras-clave:** web semántica, vocabularios semánticos, grafo, red de conocimiento, escala de usabilidad de sistemas.

## *Web platform for the generation of networks based on projects developed at the UTPL*

**Abstract:** This article focuses on the development of a semantic web platform for the dissemination of innovation projects and to generate networks among academic users. The study arises from the need to provide a semantic web platform that allows the dissemination of innovative projects and to know the relationship that exists between its participants, so that, with a single search, it is possible to interpret links that allow the establishment of opportunities for collaboration and two-dimensional communication between academics and stakeholders. The methodology used for this work consists of the following phases: analysis, design, development and testings. The result was a user-friendly and interactive semantic web platform that can be used by anyone, with a design adaptable to any device. The executed test plan helped to define the web platform meets all the requirements to be considered accessible and useful for teachers and students.

**Keywords:** semantic web, semantic vocabularies, graph, knowledge network, systems usability scale.

## 1. Introducción

En el transcurso de los últimos años con los avances de la tecnología, la publicación de datos en la web es cada vez mayor. La creciente publicación de datos, recursos de aprendizaje, proyectos de innovación e investigación han generado gran cantidad de información que podrían aprovecharse para diferentes propósitos (Berners-Lee et al., 2001). Por lo que, el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) garantiza que la información sea difundida a nivel global y que pueda ser accesible a todo público, ayudando a establecer un enfoque ideal en el que los miembros de un colectivo (profesores, maestros, estudiantes e individuales) puedan crear un punto de encuentro para participar, compartir y reflexionar (Aizstrauta et al., 2015; Wang et al., 2014).

Es por ello que, en el ámbito educativo, la difusión de innovación se constituye en importante, pues esta se concibe como el proceso de comunicación que se centra en socializar las nuevas tendencias e iniciativas entre los integrantes de un círculo social en un tiempo establecido y mediante diversos canales de comunicación con el fin de evaluar e implementar una innovación (García, 2015). Por lo que, la difusión de proyectos de innovación es relevante, puesto que se puede impulsar su desarrollo a través de la generación de redes de conocimiento (Min y Jeong, 2018).

No obstante, el obstáculo principal para el procesamiento de los datos de la web es el formato en el que se encuentran publicados, ya que, por lo general no se encuentran en un formato estándar fácil de manejar. Además, los derechos de propiedad intelectual limitan la apertura y disponibilidad de los datos, dificultando su combinación o reutilización (Bangor et al., 2008). Por ello, la web semántica se ha convertido en una buena alternativa para el procesamiento y difusión de la información permitiendo enlazar, integrar, consumir y publicar resultados dotados de significado semántico (Berners-Lee et al., 2001; W3C, 2013).

Según Smith (2019) a través de la web semántica se pueden generar plataformas para difundir los resultados provenientes de las redes de conocimiento de un tema específico. Baculima et al. (2016) describen la creación del Repositorio Ecuatoriano para Investigadores (REDI)<sup>1</sup> cuyo propósito es extraer datos de los repositorios de publicaciones como Scopus<sup>2</sup>, Google Scholar<sup>3</sup>, etc, integrar los datos y brindar información sobre autores, publicaciones y áreas de conocimiento.

Bergström y Atkinson (2009) detalla la plataforma llamada PaperCube<sup>4</sup>. Esta plataforma permite visualizar redes de publicaciones y autores relacionados por sus citas. PaperCube presenta modelos de visualización para publicaciones que permiten descubrir información sobre un tema en particular, por otro lado, los modelos de visualización por autores presentan redes de autores basándose en sus colaboraciones

<sup>1</sup> REDI: <https://redi.cedia.edu.ec/>

<sup>2</sup> Scopus: <http://redi.cedia.org.ec/>

<sup>3</sup> Google Scholar: <https://scholar.google.com/>

<sup>4</sup> U-papers: <https://upapers.dcc.uchile.cl/index/inicio/index/59>

y citas de publicaciones. U-papers es un sistema desarrollado por la Universidad de Chile (Chacón, 2012). U-papers es un repositorio de artículos científicos cuyo objetivo es compartir publicaciones científicas desarrollada por investigadores de la Universidad de Chile. El autor menciona que con el tiempo el sistema ira evolucionando para acoger a investigadores de otras universidades.

Actualmente, la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL) publica los resultados de sus proyectos y de investigación en la Web en diferentes fuentes de datos, como sitios web, repositorios institucionales entre otros. Por tal motivo, es de interés institucional que los docentes investigadores, estudiantes y público en general puedan contar con un sistema que les permita concentrar los proyectos y publicaciones, de tal manera que les facilite la identificación de intereses similares y les ayude a establecer oportunidades de colaboración, así como el de compartir resultados de investigación, proyectos o trabajos. Para solventar la presente problemática se propone el desarrollo de una plataforma web semántica que permita generar redes de conocimiento a través de integrar, relacionar y visualizar los proyectos desarrollados por un docente investigador, así como el de establecer un mecanismo de comunicación bidireccional entre los interesados.

El presente trabajo se centra en dos partes fundamentales que se describen en el apartado 2.2. Primero, presentar la creación de un modelo ontológico que permita representar semánticamente la información de los proyectos y docentes, reutilizando algunas de las propiedades definidas de los vocabularios semánticos FOAF, SKOS y SCHEMA. Segundo, implementar una plataforma web utilizando el framework Spring Boot, que permita visualizar el modelo ontológico resultante de forma amigable y atractiva al usuario a través de la representación de grafos utilizando la librería vis.js que se adapta fácilmente al framework Spring Boot, y que además permita mantener una interacción constante entre los usuarios.

## 2. Metodología

El proyecto fue desarrollado en cuatro fases. La Tabla 1 presenta los componentes de la metodología y a continuación se detalla cada una de las fases (Navarro et al., 2016).

Fase	Descripción
<i>Análisis</i>	Requisitos iniciales levantados con el usuario.
<i>Diseño</i>	Diseño de prototipos y arquitectura.
<i>Implementación (Desarrollo)</i>	Desarrollo del sistema con las herramientas tecnológicas seleccionadas.
<i>Pruebas</i>	Plan de pruebas

Tabla 1 – Definición de algunos estilos

### 2.1. Análisis

La fase de análisis define los requerimientos funcionales y no funcionales que debe cumplir la plataforma web para ser aceptada por el usuario (Capmas et al., 2013).

Estos requerimientos se los obtiene a partir de la propuesta de solución del problema a resolver.

### **2.2.1. Requerimientos funcionales**

El objetivo es desarrollar una plataforma web adaptable a todo dispositivo que permita generar redes de conocimientos con base en proyectos desarrollados por los docentes de la UTPL, además que permita mantener una comunicación bidimensional entre los usuarios. Para ello se define los siguientes requerimientos funcionales:

- Visualizar las relaciones existentes entre los proyectos y docentes en forma de grafo, ya sea por nombre de usuario, nombre de proyecto, tipo de proyecto área del proyecto.
- Permitir a los usuarios intercambiar opiniones o dudas sobre cada uno de los proyectos desarrollados y sus resultados.
- Visualizar y descargar los resultados obtenidos en cada proyecto.
- Visualizar la información de cada docente dividida en proyectos, colaboraciones y estadísticas generales.
- Visualización general de la información de los proyectos mediante estadísticas.

### **2.2.2. Requerimientos no funcionales**

- Disponibilidad
  - La plataforma web debe estar disponible las 24 horas del día, los 7 días de la semana según la arquitectura propuesta.
- Seguridad
  - Se debe controlar la autenticación de usuarios mediante JWT (JSON Web Token).
  - Se controla el acceso a la información a través de la definición de roles que se agrupan en: docente, administrador, invitado.
- Usabilidad
  - Se debe contar con manuales de usuario y de programador debidamente estructurados.
  - La plataforma web debe contar con un entorno grafico amigable al usuario, que garantice su uso desde cualquier dispositivo (computadoras, tabletas, teléfonos inteligentes).
- Eficiencia
  - La plataforma web debe ser capaz de procesar peticiones simultaneas de hasta 250 usuarios sin presentar inconvenientes.

## **2.2. Diseño**

Para la elaboración de esta fase se consideró el modelo propuesto por Baculima et al. (2016). En esta fase se presenta la arquitectura general para la integración semántica y difusión de redes de conocimiento, además del modelo ontológico propuesto para la integración de proyectos universitarios. Finalmente, se presenta el modelo de capas para el desarrollo de la plataforma web.

La Figura 1 ilustra las tres fases para el proceso de integración y difusión de datos (recolección de datos, transformación de datos y visualización de datos). La primera fase, de recolección de datos se encarga de extraer el conjunto de datos desde múltiples fuentes, en la segunda fase, de transformación de datos, la información recolectada pasa por un proceso de limpieza para posteriormente convertirse en información dotada de significado a través de anotación semántica con los vocabularios semánticos seleccionados. En la última fase de visualización de datos, la ontología resultante de la transformación de datos se almacena en un triplestore (base de conocimiento), misma que sirve como punto de salida para construir una plataforma que permita difundir la red de conocimiento de una forma gráfica y amigable al usuario, que además establezca un mecanismo de comunicación bidireccional entre los usuarios.

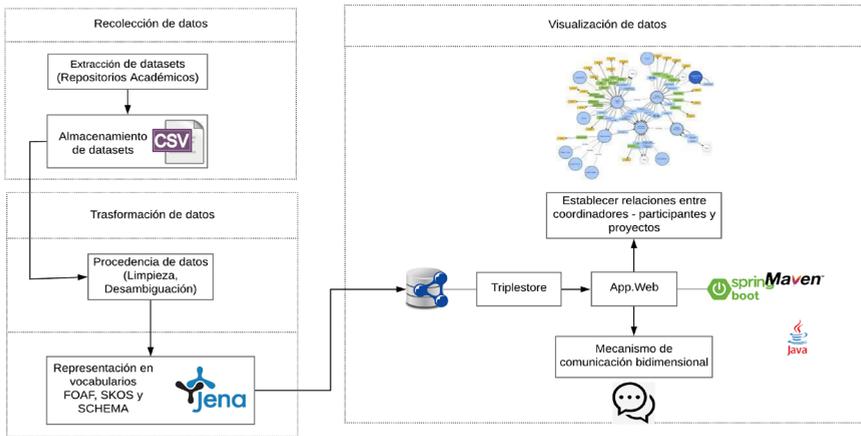


Figura 1 – Arquitectura general para la integración y difusión de redes de conocimiento.

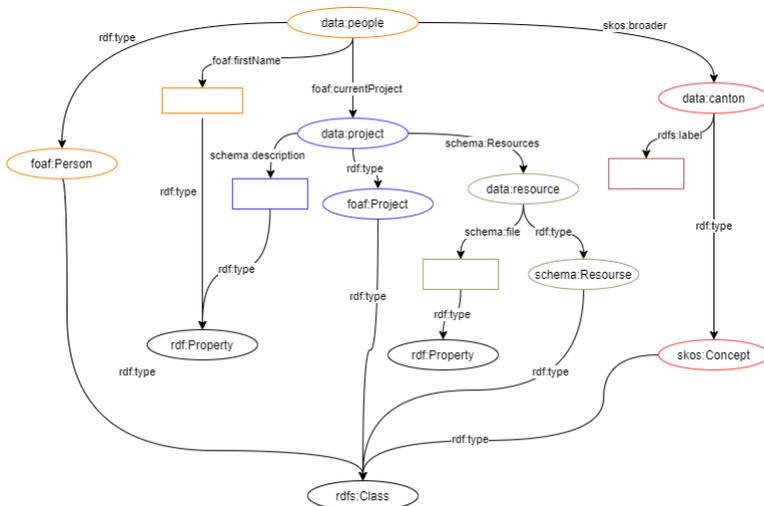


Figura 2 – Representación de vocabularios semánticos en forma de grafo

En la Figura 2 se muestra una pequeña parte de la representación de datos en forma semántica utilizando los vocabularios SKOS, FOAF y SCHEMA con sus respectivas propiedades (Vandenbussche et al., 2017). Los óvalos de color amarillo representan la información de personas (nombres, apellidos, etc), las figuras de color azul contienen la información de los proyectos (nombre, descripción, etc), de igual forma las figuras de color verde presenta los recursos que tiene un proyecto (nombre del recurso, licencia, descripción, etc) y finalmente los gráficos de color rojo describen la información geográfica de una persona (cantón, provincia, etc). Cabe recalcar que el ejemplo planteado no contiene todas las propiedades utilizadas para el presente trabajo debido a su amplitud.

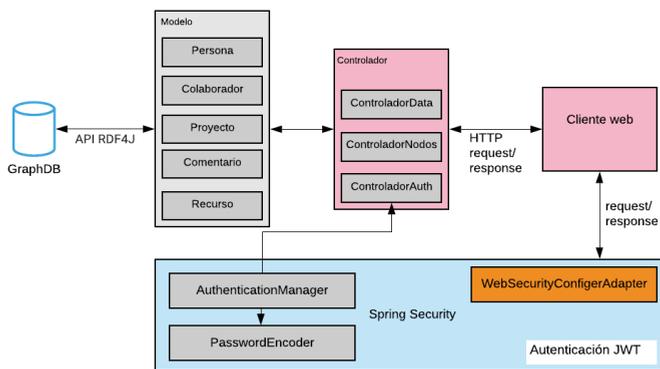


Figura 3 – Arquitectura propuesta de la plataforma web

Finalmente, la Figura 3 muestra el modelado de capas de la arquitectura de software Modelo – Vista – Controlador (MVC) se puede observar la conexión entre los componentes haciendo uso del protocolo HTTP. Para la comunicación con la base de datos de grafos se utiliza la librería RDF4J que permite realizar la conexión y consultas de una forma sencilla (Sunardi y Suharjito, 2019). Adicional se crea un componente de seguridad usando el método de autenticación JWT y Spring Security para el control de acceso por asignación de roles (Zhang et al., 2020).

### 2.3. Desarrollo

En el presente trabajo se aplicó la metodología ágil Scrum. El trabajo es organizado en ciclos de trabajo llamados Sprints (Srivastava et al., 2017). En cada incremento o en la finalización de un sprint es posible evidenciar el desarrollo de una o más funcionalidades de acuerdo con la planificación de tareas especificadas en el Product Backlog (Navarro et al., 2016).

Cada sprint tuvo una duración promedio de 2 semanas, mismo que fue evaluado por el esfuerzo y experiencia del equipo. El proyecto tuvo pruebas de aceptación de usuario al

final de cada Sprint, con la finalidad de verificar si la aplicación es adecuada para su uso. Estas pruebas son generalmente funcionales y se basan en la definición de los requisitos por parte del cliente.

1. Sprint 1: En este sprint se realizó el modelo ontológico para la generación de redes de conocimiento con la información de 5856 proyectos desarrollados por los docentes de la UTPL desde el año 2004. La generación del modelo se almacena en formato RDF que estructura la información en tripletas (sujeto, predicado y objeto). Para agilizar la construcción de la red se utilizó API Jena que genera fácilmente gráficos según el marco de descripción de recursos RDF que además tiene incorporado los vocabularios SKOS, FOAF y SCHEMA.

Una vez generada la red de conocimiento se comienza con la construcción de la plataforma web. Primero se realiza la visualización de las relaciones entre los docentes y proyectos partiendo de consultas simples SPARQL desde diversas búsquedas como se muestra en la Figura 4 (por proyecto, por docente, por área o por tipo de proyecto). Para la visualización de los datos fue fundamental trabajar con la librería vis.js que permite visualizar dinámicamente la información de forma fácil y, además, maneja grandes cantidades de datos.



Figura 4 – Visualización de red por proyecto

2. Sprint 2: Este sprint se divide en tres historias de usuario, la primera tiene que ver con la creación de un mecanismo que permita a los usuarios realizar comentarios sobre cada uno de los proyectos como se ilustra en la Figura 5.

## MARCO DE TRABAJO PARA LA CREACION DE SERVICIOS WEB SEMANTICOS BAJO LOS PRINCIPIOS DE LINKED DATA PARA EL PROYECTO LINKED UNIVERSITIES DATA (LUD)

**Tipo de Proyecto**  
Investigación

**Áreas involucradas**  
Técnica

**Coordinador(es)**  
Jorge Afranio López Vargas

**Participante(s)**  
Irma Elizabeth Cadme  
Samaniego  
Diana Alexandra Torres  
Guarnizo  
Janneth Alexandra Chicaiza Espinosa

**Descripción**  
Los servicios Web (WS), son sistemas que se pueden ejecutar a través de Internet y que debido al uso de estándares como XML, SOAP y WSDL son independientes de la plataforma y de los lenguajes de programación. Su aporte es permitir la creación de grandes sistemas distribuidos a través del re-uso de componentes débilmente acoplados. Inicialmente concebidos para integrarse automáticamente, tareas como: búsqueda, selección, seguridad, manejo de transacciones, mensajería y notificación, han convertido a dicha tarea en una actividad manual que debe ser ejecutada por algún experto. En la actualidad el escaso número de WS es un problema que se origina por un modelo de registro/publicación complejo y que no brinda grandes capacidades para la localización de servicios Web.

**Objetivos**

**Juan Maldonado**  
Excelente trabajo, felicidades.

2020-11-16  
22:10:07

Responder

Figura 5 – Visualización general del proyecto y mecanismo de interacción

La segunda historia se encarga de notificar a los docentes por correo cada vez que su proyecto reciba alguna reacción. Finalmente, la tercera historia facilita a los docentes emitir una respuesta sobre el comentario recibido.

3. Sprint 3: El tercer sprint se encarga de la gestión de los recursos de cada uno de los proyectos. Primero se creó un módulo que permita a los docentes cargar cada uno de los recursos obtenidos al final del proyecto, también existe la posibilidad de eliminar los recursos en caso de considerar necesario. Finalmente, se agrega a la información específica de los proyectos la opción de descargar los recursos cargados por los docentes.
4. Sprint 4: En este sprint se desarrolla la visualización de información de cada uno de los docentes y sus respectivos proyectos, también se crea una sección que permite visualizar las estadísticas de participación del docente en cada una de las áreas y tipos de proyectos. Finalmente, se presenta la lista de docentes con los cuales más ha participado un determinado docente. Ver Figura 6.

Plataforma Semántica UTPL [Inicio](#) [Mis proyectos](#) [Estadísticas](#) [Repositorio](#)

## Nelson Oswaldo Piedra Pullaguari

**Área:**  
Técnica

**Departamento:**  
Ciencias de la Computación y Electrónica

**Sección:**  
Tecnologías Avanzadas de la Web y SBC

**Teléfono:**  
72570275

**Extensión:**  
2313

**Nacionalidad:**  
Ecuatoriana

**Status:**  
ACTIVO

Nelson Oswaldo Piedra Pullaguari  
Docente Investigador  
[nopiedra@utpl.edu.ec](mailto:nopiedra@utpl.edu.ec)

Proyectos
Estadísticas
Colaboradores

Figura 6 – Perfil del docente

5. **Sprint 5:** Finalmente, el último sprint se encarga de presentar en forma de estadísticas los resultados de los proyectos en diferentes aspectos. En Figura 7 se puede observar la creación de estadísticas generales dividida en cinco secciones: Top de docentes con más proyectos, Tipos de proyecto, Áreas de conocimiento, Estado del proyecto y Cobertura del proyecto.



Figura 7 – Estadísticas generales

Al finalizar la construcción de la plataforma web en base a la metodología SCRUM se realizaron las respectivas pruebas siguiendo el plan de pruebas que se divide en tres partes: (1) pruebas de caja negra, permiten verificar el correcto funcionamiento de la plataforma web mediante la ejecución de pruebas de carga, estrés y ancho de banda cuando existen accesos simultáneos de usuarios. (2) pruebas de accesibilidad, centradas en garantizar el acceso a la plataforma a los grupos desfavorecidos o personas con capacidades especiales a nivel de validación de enlaces, apariencia y acceso desde múltiples dispositivos. (3) Por último, las pruebas de aceptación por parte del usuario, permite medir el grado de aceptación de la plataforma desde el punto de vista del usuario.

## 2.4. Evaluación

A continuación, se detalla los resultados obtenidos al llevar a cabo el plan de pruebas en cada una de sus partes.

### 2.4.1. Resultados de las pruebas de caja blanca

Para las pruebas de caja blanca se utilizó la herramienta Apache JMeter™ que es una aplicación de escritorio de código abierto desarrollada en Java que permite entre otras cosas simular los accesos simultáneos de usuarios (Radhakrishna y Nachamai, 2017), dando resultados del tiempo de respuesta y capacidad de transferencia en un servidor de 8GB de RAM y 500 GB de disco.

La Figura 8 muestra que con 250 accesos simultáneos el servidor responde satisfactoriamente sin mayor esfuerzo ni márgenes de error. De igual forma se realizaron

pruebas con más usuarios dando como resultado que con el acceso de más de 900 usuarios el servidor dejará de responder a las peticiones.

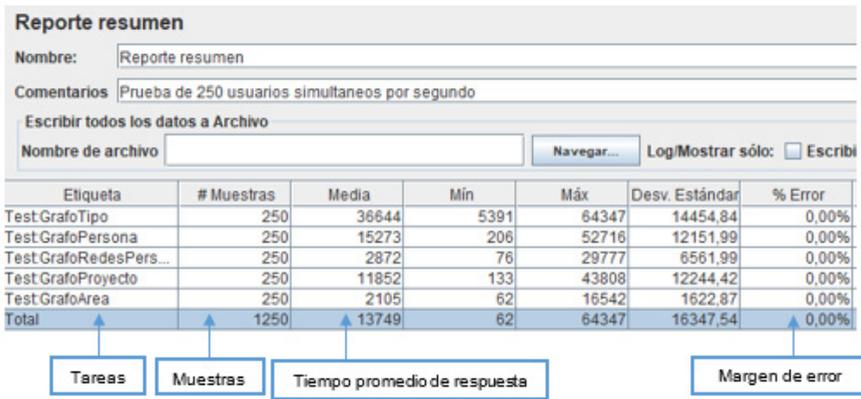


Figura 8 – Simulación de 250 accesos simultáneos a la plataforma

También se llevó a cabo pruebas de trasferencia de datos al conectarse desde diferentes redes (móviles y LAN). La red móvil según Hidalgo y Rizo (2018) tiene un ancho de banda objetivo de 171 Kbits, mientras que la red LAN tiene un ancho de banda objetivo de 1000000Kbps que equivale a 1Gbps. Con estos datos se pudo determinar que con accesos simultáneos de 250 usuarios vía red móvil la capacidad de transferencia de datos será de 1,19KB/sec, mientras que de una red LAN la capacidad de transferencia aumentará a 1.43 KB/sec.

#### 2.4.2. Resultados de las pruebas de accesibilidad

Estas pruebas se las realizó en tres puntos centrales, primero, las pruebas de validación de enlaces con el plugin LinkMiner, que ayudó a comprobar cada una de las páginas en busca de enlaces rotos, luego de pasar el analizador se pudo concluir que la plataforma web no tiene ningún enlace roto, segundo, con la herramienta Lighthouse que permite mejorar la calidad de cualquier aplicación web se pudo determinar que la plataforma cuenta con un nivel de accesibilidad del 98/100 considerado como bueno según el estándar WCAG que adapta la herramienta (Dongaonkar et al., 2017). Y finalmente como tercer punto, la plataforma web semántica es adaptable a cualquier dispositivo (móvil, tableta, computadoras) ya que es responsiva y se adapta fácilmente a las dimensiones de la pantalla sin afectar la interfaz.

#### 2.4.3. Resultados de las pruebas de aceptación

Las pruebas de aceptación se las efectuó con el cuestionario estandarizado SUS, muy utilizado para la evaluación de criterios de usabilidad en sistemas informáticos desde el punto de vista del usuario. El puntaje final de SUS puede variar entre 0 y 100, en donde los puntajes mayores representan mejor usabilidad (Lewis, 2018). Para realizar las pruebas correspondientes de la plataforma web semántica se ha seleccionado una muestra

de 60 usuarios. El objetivo de las pruebas de usuario es que cada uno de ellos hagan uso del aplicativo y navegue en las diferentes páginas de la plataforma web. Después de aplicar la fórmula para obtener el puntaje SUS según los resultados obtenidos, los usuarios valoran con un puntaje de 84/100 a la plataforma web, el puntaje se encuentra en un rango aceptable y su adjetivo para la calificación es bueno, lo que significa que los usuarios tuvieron buena acogida bajo los criterios de usabilidad detallados por el estándar SUS.

### **3. Conclusiones**

El desarrollo de aplicaciones web que garanticen la difusión de los proyectos desarrollados por una institución ayuda en gran medida a mantener un nivel de reconocimiento a nivel nacional e internacional, más aún si implementa el uso de las nuevas tecnologías como la web semántica, como un mecanismo de difusión y crecimiento de una red de conocimiento.

La plataforma web desarrollada proporciona al usuario un entorno amigable que guiará tanto a usuarios particulares como docentes y alumnos a conocer de una forma fácil vínculos entre docentes, que permitan establecer oportunidades de colaboración y mantener interacción entre sí.

Con la plataforma web semántica desarrollada se pretende contribuir con la generación de redes de conocimiento a través de enlazar datos y visualizar gráficamente las relaciones entre los docentes investigadores, optimizando con ello el tiempo en la búsqueda y recuperación de información.

Los resultados obtenidos en las pruebas de caja negra ayudaron a determinar las características con las que debe contar el servidor para que la plataforma funcione correctamente y garantice confianza al usuario. Las pruebas de accesibilidad permitieron establecer que la plataforma puede ser accesible a cualquier usuario sin mayor inconveniente y desde cualquier dispositivo.

De acuerdo con los resultados encontrados, podemos concluir que el uso de metodología ágil es vital para el diseño y desarrollo de una plataforma web, ya que proporciona una estructura bien definida y sirve como guía para establecer un orden de desarrollo.

Para la representación semántica de proyectos académicos y su relación con las personas involucradas, es necesario crear un nuevo modelo ontológico que nos permita representar todas las características deseadas. Utilizar vocablos semánticos definidos como FOAF, SCHEMA y SKOS para la representación de información de personas y proyectos, ayuda a optimizar tiempo al momento de representar semánticamente la información.

Ejecutar pruebas de caja blanca mediante pruebas de carga y estrés, ayudó a considerar la capacidad mínima de requerimientos hardware y software con la que se debe contar para garantizar estabilidad de la plataforma. La plataforma web tiene un nivel de accesibilidad de 98/100, considerada como bueno. Además, puede ser utilizada desde cualquier dispositivo (móvil, tablet, laptop) sin inconvenientes. Llevar a cabo las pruebas de aceptación por parte de los usuarios permitió definir que la plataforma web desarrollada es de gran utilidad para los estudiantes y docentes de la UTPPL con un nivel de aprobación de 84/100.

## Referencias

- Aizstrauta, D., Ginters, E., & Eroles, M. (2015). Applying theory of diffusion of innovations to evaluate technology acceptance and sustainability. *Procedia Computer Science*, 43(C), 69–77. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2014.12.010>
- Baculima, F., Cullcay, J. L., Sumba, F., Sumba, X., Espinoza, M., & Saquicela, V. (2016). Repositorio Semántico de Investigadores del Ecuador. *Sexta Conferencia de Directores de Tecnología de Información, TICAL 2016 Gestión de Las TICs Para La Investigación y La Colaboración Buenos Aires, 13 Al 15 de Septiembre de 2016*.
- Bangor, A., Kortum, P., & Miller, J. (2008). An empirical evaluation of the system usability scale. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 24(6), 574–594. <https://doi.org/Berners-Lee>
- Bergström, P., & Atkinson, D. C. (2009). Augmenting the exploration of digital libraries with web-based visualizations. *2009 Fourth International Conference on Digital Information Management*, 1–7. <https://doi.org/10.1109/ICDIM.2009.5356798>
- Berners-Lee, T., Hendler, J., & Lassila, O. (2001). The Semantic Web: A New Form of Web Content That is Meaningful to Computers Will Unleash a Revolution of New Possibilities. *ScientificAmerican.Com*.
- Capmas, P., Levallant, J. M., & Fernandez, H. (2013). Surgical techniques and outcome in the management of submucous fibroids. In *Current Opinion in Obstetrics and Gynecology* (Vol. 25, Issue 4, pp. 332–338). <https://doi.org/10.1097/GCO.obo13e3283630e10>
- Chacón, F. (2012). *Desarrollo de un repositorio de artículos científicos*.
- Dongaonkar, S., Vadali, R., & Dhutadmal, C. (2017). Content Accessibility Evaluation of Government Website using WCAG (Web Content Accessibility Guidelines). *Proceedings of the Second International Conference on Research in Intelligent and Computing in Engineering*, 10, 27–31. <https://doi.org/10.15439/2017r79>
- Garcia, F. (2015). Mapa de tendencias en Innovación Educativa. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 16(4), 6. <https://doi.org/10.14201/eks2015164623>
- Hidalgo, A., & Marante Rizo, F. (2018). Aumento del Ancho de Banda en Antenas de Microcintas a 2,4 GHz con Inserción de Metamateriales. *Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones*, 39(1), 1–15.
- Lewis, J. R. (2018). The System Usability Scale: Past, Present, and Future. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 34(7), 577–590. <https://doi.org/10.1080/10447318.2018.1455307>
- Navarro, M., Moreno, M., Aranda, J., Parra, L., Rueda, J., & Pantano, J. C. (2016). *Selección de Metodologías Ágiles*. 632–636.
- Radhakrishna, S., & Nachamai, M. (2017). Performance inquisition of web services using soap UI and JMeter. *2017 IEEE International Conference on Current Trends in Advanced Computing (ICCTAC)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICCTAC.2017.8249993>

- Smith, J. (2019). Linked Open Data and the Semantic Web. *ETCL*.
- Srivastava, A., Bhardwaj, S., & Saraswat, S. (2017). SCRUM model for agile methodology. *2017 International Conference on Computing, Communication and Automation (ICCCA)*, 864–869. <https://doi.org/10.1109/CCAA.2017.8229928>
- Sunardi, A., & Suharjito. (2019). MVC Architecture: A Comparative Study Between Laravel Framework and Slim Framework in Freelancer Project Monitoring System Web Based. *Procedia Computer Science*, 157, 134–141. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.08.150>
- Vandenbussche, P.-Y., Atemezing, G. A., Poveda-Villalón, M., & Vatant, B. (2017). Linked Open Vocabularies (LOV): A gateway to reusable semantic vocabularies on the Web. *Semantic Web*, 8, 437–452. <https://doi.org/10.3233/SW-160213>
- W3C. (2013). *W3C Semantic Web Activity*. <https://www.w3.org/2001/sw/>
- Wang, L., Wang, F., Guan, G., Lin, J., Gao, J., Fu, Y., & Chen, X. (2014). Innovation and Practice, Teaching and learning. *2014 9th International Conference on Computer Science Education*, 864–867. <https://doi.org/10.1109/ICCSE.2014.6926585>
- Zhang, G., Zhang, M., & Fan, X. (2020). Improvements Based on JWT and RBAC for Spring Security Framework. In S. Yu, P. Mueller, & J. Qian (Eds.), *Security and Privacy in Digital Economy* (pp. 114–128). Springer Singapore.

# Educación Tecnológica: Un enfoque desde el Constructivismo Tecnopedagógico

Eduardo Cadena<sup>1</sup>, Lizbeth Suárez<sup>2</sup>, Daniel Brito<sup>3</sup>, Daniela Leiva<sup>4</sup>, María José Rivera<sup>5</sup>

jorge.cadena@ister.edu.ec; lizisuaresmorales@hotmail.com; daniela.leiva@ister.edu.ec; mariajose.rivera@ister.edu.ec

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico Universitario Rumiñahui, 170501, Sangolquí, Ecuador.

<sup>2</sup> Instituto Tecnológico Universitario Rumiñahui, 170501, Sangolquí, Ecuador.

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico Universitario Rumiñahui, 170501, Sangolquí, Ecuador.

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico Universitario Rumiñahui, 170501, Sangolquí, Ecuador.

**Pages: 501-514**

**Resumen:** Este estudio se desarrolla en el marco de los cambios que trajo consigo la pandemia del Covid-19 y el distanciamiento social en el ámbito educativo. Las instituciones educativas cerraron sus puertas, siendo la mediación tecnológica el factor clave para dar continuidad a las clases. Sin embargo, ciertas prácticas pedagógicas/ andragógica no se acoplan al contexto tecnológico lo que hace necesaria una orientación pedagógica/andragógica armónica con el uso tecnológico fundamentada en el paradigma constructivista social del conocimiento. A través de un análisis bibliométrico se exploran los artículos mejor posicionados y más citados en temas de tecnología, pedagogía, andragogía y constructivismo en Scopus. De esta forma la discusión estructurada entre los autores analiza resultados para reconocer rasgos y variables concurrentes en dichos estudios. Las conclusiones de este primer paso nos plantean nuevos horizontes para la pedagogía/andragogía con un enfoque constructivista tecnopedagógico.

**Palabras-clave:** Educación Superior; Constructivismo social; Pedagogía; Andragogía; Tecnología.

## *Technological Education: An approach from Technopedagogical Constructivism*

**Abstract:** This study is developed within the framework of the changes brought about by the Covid-19 pandemic and social distancing in the educational field. The educational institutions closed their doors, being the technological mediation the key factor to give continuity to the classes. However, certain pedagogical / andragogical practices are not coupled to the technological context, which makes a harmonic pedagogical / andragogical orientation necessary with the use of technology based on the social constructivist paradigm of knowledge. Through a bibliometric analysis, the best positioned and most cited articles on issues of technology, pedagogy, andragogy and constructivism in Scopus are explored. In this way, the structured

discussion between the authors analyzes results to recognize traits and concurrent variables in said studies. The conclusions of this first step offer us new horizons for pedagogy / andragogy with a techno-pedagogical constructivist approach.

**Keywords:** Higher Education; Social Constructivism; Pedagogy; Andragogy; Technology.

## 1. Introducción

Uno de los principales cambios que trajo consigo la pandemia del Covid-19 fue el distanciamiento social. Muchos sectores de la sociedad se vieron sacudidos por el aislamiento, sobre todo en países de bloques menos desarrollados. En el ámbito educativo según la UNESCO IESALC, el cierre «temporal» afectó aproximadamente a más del 98% de la población de estudiantes y profesores de educación superior de América Latina y el Caribe (Giannini, 2020). Por tal razón, las clases virtuales en la emergencia han cumplido un papel fundamental para sostener la educación (LLECE, 2020).

A la vez, la mediación tecnológica para acceder a la información se ha convertido en un factor importante. Las cualidades de Internet como espacio horizontal que democratiza la participación (Cuadra, 2008) se manifiestan también en la educación. Esto genera nuevas preguntas sobre la transformación de las prácticas pedagógicas y andragógicas sin desestimar la conexión que tiene el ser humano con la tecnología. De este tema se han desprendido innumerables trabajos científicos que plantean mirar la educación desde nuevos paradigmas, más sociológicos y psicológicos que el tradicional positivismo.

Sin embargo, desde el enfoque de Vygotsky, comprendiendo el aprendizaje como un proceso histórico y social del individuo, el problema se presenta al observar un contexto acelerado de herramientas mediadoras y una limitada atención a la pedagogía (Aparici & Osuna Acedo, 2013). Además, una transformación tecnológica de la educación sin considerar el currículo ni la metodología traerán resultados poco óptimos (Giannini, 2020). Pues más allá de la apropiación tecnológica, la dificultad hace eco en la carencia de actualización pedagógica y andragógica de docentes y directivos (Young et al., 2013).

Las instituciones educativas buscan continuar su labor, lo cual exige formular estrategias que no solo sean de carácter instrumentalista, sino que también generen cambios en directivos, docentes y estudiantes para actualizar las arraigadas prácticas de la educación tradicional y cambiar la perspectiva de la adaptación tecnológica (Lim & Chan, 2007). Actualizar el paradigma educativo en términos de tecnología, es un reto y un proceso fundamental para las Instituciones de Educación Superior (Chikasanda et al., 2013).

Así, nace la motivación de integrar la pedagogía y la andragogía a esta transformación de la tecnología educativa. Resulta necesario revisar las teorías de aprendizaje y los enfoques metodológicos que garanticen la construcción del conocimiento y una orientación pedagógica armónica con el uso tecnológico. En consecuencia, el presente estudio contribuye epistemológicamente a robustecer la literatura científica de lo que se está empezando a denominar como mediación tecnopedagógica (Ramírez Hernández et al., 2020). Y plantea la viabilidad de los enfoques constructivistas en la educación profesional de personas jóvenes y adultas. (Rodríguez Rojas, 2003).

Este primer momento busca reflexión más allá de la relación entre humano y computador (Sitzmann, 2006), busca preguntarse sobre metodologías y técnicas de aprendizaje desde el análisis de las actuales necesidades educativas para mejorar las experiencias de aprendizaje (Da□ & Geçer, 2009). ¿Es posible una nueva pedagógica que integre dinámicas para aprovechar el potencial de la tecnología? ¿Se lograría fomentar la inclusión, la motivación y la participación en el aprendizaje?

Este análisis de la literatura científica relevante y actualizada prepara el campo para el desarrollo de futuras investigaciones en el ámbito educativo e inaugura el proyecto de investigación titulado: La Tecnopedagogía, el andamiaje en la educación técnica y tecnológica.

## **2. Marco teórico**

### **2.1. El contexto de la educación superior en Ecuador**

La Educación actualmente se encuentra en una transformación hacia la digitalización y virtualidad de sus procesos de enseñanza y aprendizaje, donde el fin principal es la mejora de la calidad educativa tanto en la docencia como en los procesos tecnológicos, administrativos y logísticos. Es fundamental que se considere un replanteamiento de las nuevas necesidades en la educación virtual que surgen con los avances tecnológicos (Ortiz-López et al., 2021).

Dentro de este contexto, el desarrollo de competencias pedagógicas y digitales en los docentes juega un papel fundamental en el progreso de la ciencia y el futuro desempeño profesional de sus estudiantes. Por ello, se debe fortalecer desde las instituciones de educación superior el desarrollo de nuevas perspectivas pedagógicas en el perfil del docente y concientizar sobre el verdadero valor que los docentes y estudiantes le dan a la tecnología.

En ese sentido, el sistema de educación superior ecuatoriano está enfrentando cambios significativos, donde el principio de calidad de la Ley Orgánica de Educación Superior busca fomentar la construcción colectiva de una cultura de calidad en el ámbito educativo incluyendo a todos los estamentos de las instituciones del Sistema de Educación Superior por medio de la investigación, la innovación y la vinculación con la sociedad (LOES, 2018).

La LOES enfatiza varios ámbitos, como que, el Estado reconocerá a las universidades y escuelas politécnicas la autonomía académica, administrativa, financiera y orgánica; la necesidad de ampliar las oportunidades de ingreso a los jóvenes al Sistema de Educación Superior; como también el fortalecimiento y revalorización de la formación técnica y tecnológica, donde se reconoce esta formación de tercer nivel (técnico-tecnológico) y cuarto nivel (maestría tecnológica).

Antes del 2000, la formación técnica y tecnológica no era considerada de gran interés para los estudiantes que egresaban del Sistema Nacional Educativo, a partir de la aprobación de la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES) del 2010, los institutos superiores técnicos y tecnológicos fueron incorporados de manera plena al Sistema de Educación Superior y son clasificados de acuerdo al tipo de formación técnica o tecnológica que brindan.

Además, se detectó que la oferta académica era obsoleta y desarticulada a las necesidades productivas y de servicios del Ecuador. La LOES del 2018, enfatiza la necesidad de fortalecer y revalorizar la formación técnica y tecnológica y de los Institutos y Conservatorios Superiores para ampliar la oferta académica y diversificar las oportunidades de accesos a la Educación Superior de calidad.

El alto nivel de desempleo, especialmente en la población juvenil, es uno de los principales problemas estructurales de la economía del Ecuador. La formación de los jóvenes es un pilar fundamental para el progreso de la sociedad y de la economía a gran escala, lo cual obliga a actuar de forma inmediata a todos los sectores sociales, educativos y productivos.

El factor más relevante para alcanzar los objetivos que demanda la sociedad será la repuesta pertinente por parte de instituciones educativas. En este escenario, es necesario el diseño y elaboración de nueva oferta académica de tercer nivel técnica – tecnológica construida de manera participativa con los sectores productivos y de servicios públicos y privados del país.

## **2.2. Una propuesta constructivista de la educación y la tecnología**

El constructivismo social es un proceso de comprensión, resultado de una tarea cooperativa y activa (Serrano J. M., 2011). Plantea mejorar la calidad de la educación rediseñando la estructura tradicional centrada en el docente por la generación de aprendizajes significativos enfocados en el estudiante. La modificación de estas estructuras mentales a través de la interacción de personas (como los docentes) o la tecnología (medios digitales) logra exitosamente la adquisición de nuevos aprendizajes.

Por lo tanto, el paradigma de enseñanza tradicional puede condicionar un uso muy limitado de la tecnología en la educación, pues se caracteriza por creencias pedagógicas preocupadas más por la transmisión y memorización de contenidos que de la real adquisición de conocimientos, habilidades y capacidades. Por otra parte, el constructivismo social como una alternativa para orientar la acción educativa ve en la tecnología una herramienta ideal para alcanzar objetivos de aprendizaje coherentes al contexto socio cultural. Otorgan mayor protagonismo al aprendiz en su proceso de construcción de conocimiento y consideran al docente como un facilitador de ese proceso (Levin & Wadmany, 2006).

En ese sentido, el éxito de la integración tecnológica depende en gran medida de la actualización de estas creencias pedagógicas partiendo del reconocimiento de la transformación de procesos pasivos en procesos activos en un ambiente de participación que la tecnología sin duda favorece (Coloma Manrique & Tafur Puente, 1999). Esta actualización se empieza a gestar en el momento que se logra enfrentar por medio de la experiencia los contextos educativos virtuales y los principios del constructivismo social. Además, la correcta integración deviene de hacer a un lado la perspectiva instrumentalista de la tecnología.

El constructivismo social desde el balcón teórico muestra grandes oportunidades para la integración tecnológica. Por tal motivo, al entender que las comunidades no son homogéneas se lograrán desarrollar procesos de actualización congruentes para estudiantes y docentes. Estas actividades de nueva relación con la tecnología deben

realizarse por periodos prolongados para que se conviertan en parte del hábito de los actores académicos (Belland, 2009). Sin duda, esto se consideraría un antecedente para la integración, pues incluso personas que han crecido en ambientes de uso tecnológico habitual no siempre tienden a relacionarse de forma positiva a entornos de aprendizaje tecnológico (Chikasanda et al., 2013).

Además, este enfoque propone que las Instituciones Educativas también actualicen los currículos académicos, puesto que han sido elaborados desde un enfoque tradicional (Wang, 2009) y esto ocasiona que el uso de la tecnología en las prácticas educativas esté todavía relacionado a creencias tradicionales. El constructivismo se debe considerar como el paradigma con el potencial de articular de una manera dinámica la educación y la tecnología (Lim & Chan, 2007).

### **2.3. Pedagogía y andragogía asistidas y el constructivismo tecnopedagógico**

Es un hecho irrefutable que la pedagogía hace parte de los procesos de formación del ser humano desde la antigüedad, todo lo que conocemos en torno a la pedagogía lo hemos conceptualizado de un sinnúmero de autores e investigadores de diferentes épocas siendo el objetivo principal la formación del ser humano, como un ente activo y productivo para la sociedad.

En Grecia, por ejemplo, la concepción del término pedagogía es más simple y deriva de la existencia del pedagogo; etimológicamente (παιδαγωγία *paidagōgía*), se refería a la acción que hacía el esclavo que conducía al niño a la escuela. Es necesaria esta intervención etimológica para reflexionar la acción de “conducir” que, bajo el paradigma positivista, ha llegado a quitarle el control al aprendiz, convirtiéndolo en un actor netamente pasivo y al docente como la fuente primaria de conocimiento (Levin & Wadmany, 2006).

Por otra parte, la andragogía es entendida como un área del saber que se enfoca en la educación del ser humano adulto como ser social consciente de su individualidad y sus expectativas de aprendizaje (Rodríguez Rojas, 2003). Íntimamente ligado a aspectos socioculturales, busca que el adulto se integre en el ambiente donde se desempeña, aplicando efectivamente lo aprendido al ámbito laboral (Morales Pacavita & Leguizamón González, 2018).

Con referencia a lo anterior, el paradigma positivista modeló durante muchos siglos metodologías pedagógicas y andragógicas con expectativas de resultados equivalentes a la producción en masa (Konak et al., 2014) hasta que las corrientes de la psicología y la sociología pusieron en discusión el quehacer educativo conductivista. A este nuevo abordaje de la práctica educativa se lo denomina constructivismo y busca retomar la subjetividad del ser humano reconociéndolo como actor activo de su proceso de aprendizaje (Chikasanda et al., 2013).

Aunque la construcción social del conocimiento parecería tener más sentido desde el campo de la andragogía y que la pedagogía parecería relacionarse mejor con la instrucción directa, hay que considerar el hecho de que desde edades muy tempranas el ser humano aprende tanto de instrucciones como de experiencias (Rodríguez Rojas, 2003). En otras palabras, no se puede tener una dicotomía extrema y radical, sobre todo cuando la educación se está enfrentando a la inevitable inmersión tecnológica, cada vez más diversa e interactiva (Sitzmann, 2006).

En realidad, se requiere de una combinación en medidas relativas de paradigmas para aprovechar de mejor manera las herramientas tecnológicas y el ciberespacio (Rodríguez Rojas, 2003). Es necesario entonces, que la pedagogía y la andragogía consideren la naturaleza social y cultural del aprendizaje con todo lo que esto involucra: motivación, participación, reflexión, autonomía y colaboración.

Empero, también es necesario un cierto grado de asistencia, esto es, una pedagogía y una andragogía asistidas que empleen una práctica educativa consciente de las responsabilidades que cada actor académico tiene: el estudiante como protagonista de la construcción de su conocimiento, el docente como facilitador de esa construcción y las instituciones de educación como garantizadoras de la aplicación de estos nuevos enfoques (Devalle De Rendo, 2009).

#### **2.4. La tecnología inmersa en el proceso de aprendizaje**

Si bien, los jóvenes y adultos pasan una gran cantidad de tiempo utilizando la tecnología en entretenimiento. La tecnología repensada de acuerdo a las relaciones sociales y digitales, se convierte en un escenario disruptor donde los datos informativos se expanden y desarrollan colectivamente.

La tecnología, a lo largo de su historia se ha construido por y para el desarrollo del conocimiento, hablar de descubrimiento o innovación involucra por completo a su paradigma educativo, donde su estructura genera en sus usuarios intenciones pedagógicas (Wang, 2009). El conocimiento, al ser pretendido como un proceso de descubrimiento, posee intereses individuales para aplicarlo y reproducirlo en distintas situaciones, entendiéndose así el vínculo vigente de las nuevas tecnologías con el principio universal de aprendizaje.

En ese mismo sentido, la docente holandesa Monique Volman asegura que la accesibilidad hacia la educación depende de la disponibilidad laboral que cada industria refleje en su respectivo campo laboral. Generando un espacio en tensión y en constante disputa por igualdad de oportunidades dentro del derecho a la formación académica, sin embargo, gracias al efecto de nuevas tecnologías en docentes, estudiantes y sociedad, la integración tecnológica y educativa se reafirma de forma progresiva como un elemento democratizador e incluyente (Volman et al., 1995).

Además, desde el punto de vista pedagógico y andragógico como eje fundamental en la formación de nuevos profesionales, resulta necesario enmarcar el quehacer educativo dentro de las exigencias de la sociedad actual informatizada y asistida por las nuevas tecnologías. Esto complementa los procesos educativos desde el uso de herramientas virtuales e interactivas que fortalezcan los conocimientos, pues un estudiante con creencias pedagógicas desactualizadas y formado para oficios por completo operativos y no críticos, no produce resultados más allá de los esperados respecto a las necesidades económicas de la sociedad (Chikasanda et al., 2013).

Al replantear dentro de varias disciplinas conexiones disruptivas entre tecnología y aprendizaje emerge un fenómeno multifacético, mejorando el aprendizaje en ambientes escolásticos, donde docente, estudiante y agentes inmersos en instituciones educativas,

analizan y repotencian distintas herramientas para que los ritmos de aprendizaje se enfoquen en el desenvolvimiento del estudiante (Huang et al., 2016).

Dentro de este contexto, es importante comprender el papel que desempeña la pedagogía en la constitución de los nuevos tipos de relación e identidad sociocultural, educativa, profesional. Ha sido y será siempre fundamental en el desarrollo del ser humano prácticas pedagógicas asistidas por el docente como tutor y mediador en el proceso de enseñanza y aprendizaje (Díaz Villa, 2018). En efecto, integrar tecnología fomenta en el docente el aceptar construcciones individuales a través de la guía como mentor de habilidades flexibles en distintas etapas del aprendizaje. (Ramírez Hernández et al., 2020).

Considerar la inmersiva aplicación de la tecnología por su versatilidad y aceptación expande su uso más allá de la educación formal en espacios académicos y desdibuja el límite con la educación informal (Kyndt et al., 2016). Por lo tanto, construir conocimiento soportado por la tecnología, la investigación y la praxis aparece como la manera más coherente de aprendizaje (Beland, 2009). Y así, generar oportunidades y alternativas de educación a sociedades enteramente digitales (Lee & Brett, 2015).

### 3. Metodología

En el presente trabajo exploratorio se utilizaron software como VOSViewer y Bibliometrix para hacer análisis de co-ocurrencia y co-citaciones de las publicaciones más relevantes en la base de datos de SCOPUS. Estas matrices aparecen en el análisis bibliométrico después de aplicar la ecuación de búsqueda:

(( (( “technical education” ) AND ( pedagogy ) AND ( technology ) ) ) ) ).

La relación entre tecnología y educación es un tema que se viene debatiendo en la comunidad científica desde el siglo pasado, sin embargo, para el equipo de investigación fue importante considerar aquellos trabajos de las últimas dos décadas que precede al acontecimiento mundial del Covid 19. Esto principalmente por dos motivos, por un lado, debido al vertiginoso avance tecnológico en áreas de la informática y la comunicación en los últimos años. Y, por otro lado, debido a la anticipación eminente que tuvo la acción educativa virtual como consecuencia de la pandemia de la Covid-19 (Giannini, 2020).

Para localizar los estudios pertinentes al tema a través de la búsqueda bibliométrica que enfatizaron términos como educación técnica, pedagogía y tecnología como conceptos separados ya que la tecno-pedagogía es un término relativamente moderno y los resultados no hubieran permitido generar un análisis bibliométrico extendido.

### 4. Resultados

La primera búsqueda entregó un resultado de 1121 documentos Scopus con un análisis de coocurrencia que genera como resultados conceptos relacionados a tecno-pedagogía: “e-learning”, “Education computing”, “technical educations”, “curricula”, “technology” y “Project based learning”. Siendo los términos “educación”, “enseñanza” y “estudiantes” los grupos que más reflejan coincidencias. (observar fig. 1)

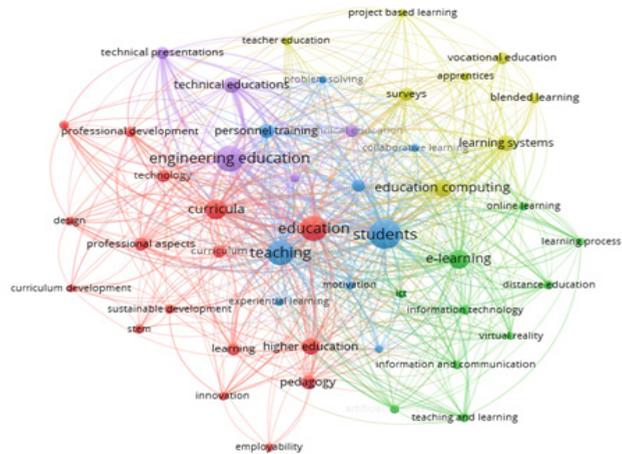


Figura 1 – Análisis de coocurrencia de conceptos relacionados a tecnopedagogía.

En cuanto al acople bibliográfico, los documentos más citados en el tema son los trabajos de Hattie (2008), Young (2007), Sitzmann (2006) y Crossley (2003) (observar fig. 2). Lo que entrega una clara pista a seguir sobre los trabajos de estos autores y su reputación dentro del contexto académico.

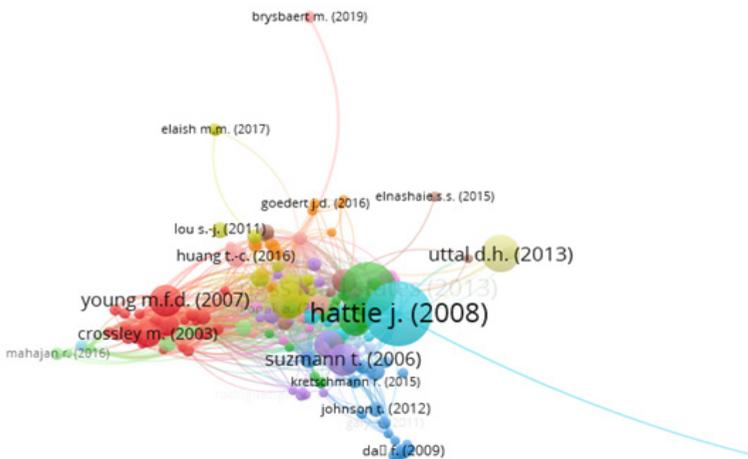


Figura 2 – Análisis de co-citación de artículos referentes del tema.

Además, se complementó el trabajo con el análisis realizado en el software bibliometrix que coincide con el acople bibliométrico de VOSviewer, priorizando y filtrando los textos más relevantes utilizados para el presente artículo. Ordenados desde el más al menos

citado para tener una visión más clara de las variables y procesos que abordan en cada uno de estos trabajos seleccionados. (observar tabla 1).

<b>Autor</b>	<b>Año</b>	<b>Título</b>	<b>Citas</b>
<i>Hunter ab, 2007, sci educ</i>	2007	Becoming a Scientist: The Role of Undergraduate Research in Students' Cognitive, Personal, and Professional Development	627
<i>Sitzmann t, 2006, pers psychol</i>	2006	The comparative effectiveness of web-based and classroom instruction: a meta-analysis.	424
<i>Huang tc, 2016, comput educ</i>	2016	Animating eco-education: To see, feel, and discover in an augmented reality-based experiential learning environment	128
<i>Kyndt e, 2016, rev educ res</i>	2016	Teachers' Everyday Professional Development: Mapping Informal Learning Activities, Antecedents, and Learning Outcomes	93
<i>Belland br, 2009, comput educ</i>	2009	Using the theory of habitus to move beyond the study of barriers to technology integration	79
<i>Levin t, 2006, j res technolog educ</i>	2006	Teachers' Beliefs and Practices in Technology-based Classrooms: A Developmental View	75
<i>Konak a, 2014, comput educ</i>	2014	Using Kolb's Experiential Learning Cycle to improve student learning in virtual computer laboratories	64
<i>Lim cp, 2007, comput educ</i>	2007	microLESSONS in teacher education: Examining pre-service teachers pedagogical beliefs	60
<i>Marques ma, 2014, ieee trans educ</i>	2014	How Remote Labs Impact on Course Outcomes: Various Practices Using VISIR	57
<i>Da f, 2009, procedia soc and behav sci</i>	2009	Relations between online learning and learning styles.	37
<i>Lee k, 2015, teach teach educ</i>	2015	Dialogic understanding of teachers' online transformative learning: A qualitative case study of teacher discussions in a graduate-level online course	28
<i>Wang t, 2009, teach teach educ</i>	2009	Rethinking teaching with information and communication technologies (ICTs) in architectural education	27
<i>Herman gl, 2012, comput sci educ</i>	2012	Designing contributing student pedagogies to promote students' intrinsic motivation to learn	17
<i>Chikasanda vkm, 2013, int j technolog des educ</i>	2013	Enhancing teachers' technological pedagogical knowledge and practices: a professional development model for technology teachers in Malawi	15
<i>Rivers ba, 2015, high educ skills work based learning</i>	2015	Social innovation education: towards a framework for learning design.	13
<i>Young jr, 2013, j res technolog educ</i>	2013	The Use of Confidence Intervals as a Meta-Analytic Lens to Summarize the Effects of Teacher Education Technology Courses on Preservice Teacher TPACK	13
<i>Kumar s, 2016, int j educ technolog high educ</i>	2016	Integration of learning technologies into teaching within Fijian Polytechnic Institutions	12

Tabla 1 – Artículos identificados en el análisis bibliométrico

## 5. Discusión

En este acercamiento el equipo de investigación ha identificado las principales preocupaciones en los últimos años en cuanto la manera adecuada de integrar la tecnología al ámbito educativo debido a la evidente evolución e inmersión en el cotidiano social. Esto se logró empezando a pensar el conocimiento como un resultado práctico que aporte una solución y un acercamiento importante al contexto profesional (Konak et al., 2014).

Autores como Konak, A., Clark, T. K. & Nasereddin, M. por ejemplo, consideran que la tecnología tiene el potencial de mejorar el proceso educativo partiendo de la recolección de datos de aprendizaje experiencial que ahora es posible. En ese mismo sentido, Marques, M. A. et al sostiene que hablar aisladamente de la tecnología no es posible, pues la inclusión de recursos tecnológicos genera un mayor interés en los estudiantes siempre y cuando tengan sentido y se encuentren articulados a estrategias pedagógicas (Marques et al., 2014).

También el artículo comparativo de Sitzmann, apoya lo anteriormente dicho, su trabajo en cuanto a los entornos virtuales de aprendizaje demuestra que es primordial entender las oportunidades que estos brindan para la exploración del conocimiento más allá de ser considerados simples repositorios. No obstante, enfatiza que para hablar de una correcta integración de la tecnología es necesario empezar por las metodologías más adecuadas para lograr un aprendizaje significativo, esto se logra concretamente desde el campo de la pedagogía y la andragogía (Sitzmann, 2006).

Ante la situación planteada, tanto la pedagogía como la andragogía son componentes relevantes que deben ser actualizados. Para los autores Lim, C. P. & Chan, B. C. las creencias pedagógicas se convierten en un obstáculo cuando se siguen pensando desde el enfoque tradicional (conductivista) en un contexto cada vez más tecnológico. Su estudio demuestra que es posible cambiar las creencias pedagógicas de los docentes mediante talleres que los ayuden a entender las necesidades pedagógicas a las que se enfrentan sus aprendices actualmente (Lim & Chan, 2007).

Respecto a esto último, esta discusión revisó trabajos más extensos como el de Levin, T. & Wadmany, R donde afirman que no tiene sentido insistir en encajar lógicas de enseñanza centradas en el docente cuando los estudiantes tienen mayor oportunidad de participación. El reto está en modificar esas creencias pedagógicas y el acercamiento teórico no es suficiente; Belland, B. R concuerda que la nueva pedagogía, más allá del debate teórico debería convertirse en hábito mediante la praxis. La actualización de creencias pedagógicas serán un resultado de la práctica constante, sin esto, los paradigmas conductivistas permanecerán implícitamente (Belland, 2009).

Es evidente entonces que la gran mayoría de los estudios analizados para el presente trabajo vean a la teoría del constructivismo social de Vytgosky como el paradigma adecuado para el desarrollo de estrategias pedagógicas en un contexto tecnológico. Una de las principales razones según los resultados del trabajo de Dağ, F. & Geçer, A. es el estilo de aprendizaje centrado en el estudiante y el control que éste tiene para construir su conocimiento (Dağ & Geçer, 2009).

Además, autores como Chikasanda, V. K. M., Otrell-Cass, K., Williams, J. & Jones, A. a través de su investigación ven a la educación en su dimensión social y cultural

argumentando que debe ser atendida en función de generar ambientes de aprendizaje que consideren los nuevos roles de los docentes y los estudiantes a nivel macro (políticas institucionales) como a nivel micro (interacciones sociales) (Chikasanda et al., 2013).

Por su parte, Herman, G. L. considera que la participación de los estudiantes va más allá del uso de plataformas. Debe ser un verdadero involucramiento en el proceso de adquirir conocimientos y habilidades con plena consciencia del porqué y para qué está aprendiendo lo que está aprendiendo (Herman, 2012). Concuerdan Hunter, A.-B., Laursen, S. L. & Seymour, E. agregando que la oportunidad de construir una propia ruta de aprendizaje se ve beneficiada cuando se reemplaza la tradicional figura del docente por la del mentor motivador y prepara las condiciones adecuadas para que el aprendiz se apropie del conocimiento (Hunter et al., 2006).

Después de lo anterior expuesto, una pedagogía modelada para el contexto tecnológico se vuelve cada vez más necesaria y la práctica continua de estas estrategias en un ambiente de aprendizaje es importante para lograr cambios significativos tanto en docentes como estudiantes (Young et al., 2013). En otras palabras, factores como la actitud frente al cambio y el entorno determinan en su mayoría el desarrollo de paradigmas pedagógicos más eficaces (Kyndt et al., 2016).

Ante esta visión crítica, el equipo de investigación propone un enfoque de formación a través de capacitaciones para comprender las nuevas estrategias pedagógicas concebidas principalmente desde el constructivismo tecnopedagógico fomentando las oportunidades comunicativas, informativas e interactivas que ofrece la tecnología (Lim & Chan, 2007).

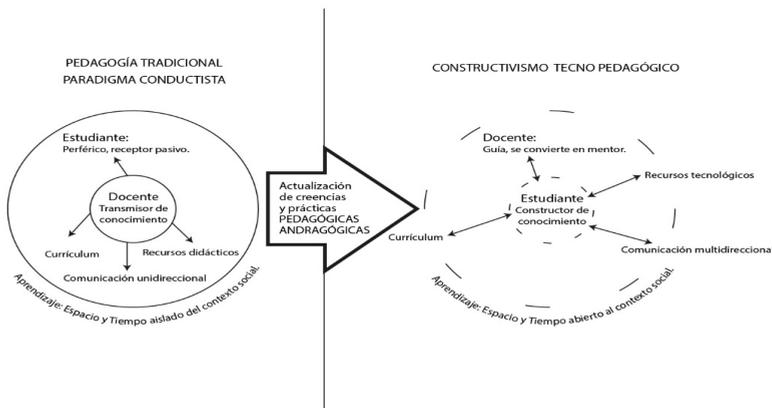


Figura 3 – Enfoque de formación para nuevas estrategias pedagógicas.

## 6. Conclusión

La tecnología es un fenómeno de constante cambio que en los últimos años toma relevancia en entornos educativos. Dejando entrever patrones conductivistas forzados que replican las mismas lógicas del aula tradicional de clases. Lógicas que ahora se sirven de interfaces

tecnológicas para difundir o guardar información, orientadas como una extensión de la figura vertical del docente como centro y del aprendiz como receptor. Sin embargo, un enfoque constructivista nos permitiría cambiar el lente con el que se mira la educación, esto es, en toda su dimensión social y cultural articulando consideraciones demográficas, emocionales e institucionales para facilitar la construcción del conocimiento.

Estamos claros que cambiando las creencias pedagógicas y andragógicas en un primer estadio, se logra abrir el panorama para la apropiación del conocimiento, el empoderamiento holístico hacia nuevos entornos académicos y el interés por el aprendizaje significativo. En suma, el hábito de un uso tecnológico consciente, fomenta la participación de los actores académicos que, por inclusión, interactividad y motivación convierten al proceso tecnopedagógico en un factor hegemónico para la educación en el actual contexto.

El desarrollo de este primer trabajo como preámbulo del proyecto de investigación de Tecnopedagogía, permite conocer la perspectiva que tiene la comunidad científica respecto a la educación y la integración tecnológica. Un análisis bibliométrico asistido tecnológicamente y un análisis reflexivo y crítico de los autores ayudaron a descubrir las directrices teóricas, diseños metodológicos y hallazgos más relevantes en las últimas dos décadas concernientes a los nuevos paradigmas a los que se enfrentan la educación.

Considerando el aprendizaje significativo, este trabajo va más allá de fortalecer el perfil académico, garantiza en el ser humano una perspectiva crítica y social de la educación en todas sus dimensiones. Por eso, el diálogo generado plantea nuevas preguntas en pedagogía, andragogía, constructivismo y tecnología que no pueden ser ajenos al contexto de la educación superior ecuatoriana. Esto sin duda permite a los autores posicionarse con mayor confianza en el desarrollo posterior de la investigación y al mismo tiempo ampliar su horizonte epistemológico sobre la marcha de nuevas preguntas y descubrimientos.

## Referencias

- Aparici, R., & Osuna Acedo, S. (2013). La cultura de la participación. *Revista Mediterránea de Comunicación*, 4(2), 137–148. <https://doi.org/10.14198/medcom2013.4.2.07>
- Belland, B. R. (2009). Using the theory of habitus to move beyond the study of barriers to technology integration. *Computers and Education*, 52(2), 353–364. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.09.004>
- Chikasanda, V. K. M., Otrell-Cass, K., Williams, J., & Jones, A. (2013). Enhancing teachers' technological pedagogical knowledge and practices: A professional development model for technology teachers in Malawi. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(3), 597–622. <https://doi.org/10.1007/s10798-012-9206-8>
- Coloma Manrique, C. R., & Tafur Puente, R. M. (1999). El constructivismo y sus implicancias en educación. *Educación*, 8(16), 217–244.
- Cuadra, Á. (2008). Hiperindustria cultural. *ARCIS*. <https://doi.org/10.4067/S0718-23762008000200013>

- Dağ, F., & Geçer, A. (2009). Relations between online learning and learning styles. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 862–871. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2009.01.155>
- Devalle De Rendo, A. (2009). *La formación docente: Segun las representaciones de los futuros maestros* (1st ed.). Lugar.
- Díaz Villa, M. (2018). ¿Qué es eso que se llama pedagogía? *Pedagogía y Saberes*, 50, 11–28. <https://doi.org/10.17227/pys.num50-9485>
- Giannini, S. (2020). COVID-19 y educación superior: De los efectos inmediatos al día después. *Unesco*, 5–6. <http://www.iesalc.unesco.org/wp-content/uploads/2020/04/COVID-19-060420-ES-2.pdf>
- Herman, G. L. (2012). Designing contributing student pedagogies to promote students' intrinsic motivation to learn. *Computer Science Education*, 22(4), 369–388. <https://doi.org/10.1080/08993408.2012.727711>
- Huang, T. C., Chen, C. C., & Chou, Y. W. (2016). Animating eco-education: To see, feel, and discover in an augmented reality-based experiential learning environment. *Computers and Education*, 96, 72–82. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.008>
- Hunter, A.-B., Laursen, S. L., & Seymour, E. (2006). *Becoming a Scientist: The Role of Undergraduate Research in Students' Cognitive, Personal, and Professional Development*. Wiley InterScience, 92(1), 36–74. <https://doi.org/10.1002/sc>
- Konak, A., Clark, T. K., & Nasereddin, M. (2014). Using Kolb's Experiential Learning Cycle to improve student learning in virtual computer laboratories. *Computers and Education*, 72, 11–22. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.10.013>
- Kyndt, E., Gijbels, D., Grosemans, I., & Donche, V. (2016). Teachers' Everyday Professional Development: Mapping Informal Learning Activities, Antecedents, and Learning Outcomes. *Review of Educational Research*, 86(4), 1111–1150. <https://doi.org/10.3102/0034654315627864>
- Lee, K., & Brett, C. (2015). Dialogic understanding of teachers' online transformative learning: A qualitative case study of teacher discussions in a graduate-level online course. *Teaching and Teacher Education*, 46, 72–83. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2014.11.001>
- Levin, T., & Wadmany, R. (2006). Teachers' beliefs and practices in technology-based classrooms: A developmental view. *Journal of Research on Technology in Education*, 39(2), 157–181. <https://doi.org/10.1080/15391523.2006.10782478>
- Lim, C. P., & Chan, B. C. (2007). microLESSONS in teacher education: Examining pre-service teachers' pedagogical beliefs. *Computers and Education*, 48(3), 474–494. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2005.03.005>
- LLECE. (2020). *Sistemas educativos de América Latina en respuesta a la Covid-19: Continuidad educativa y evaluación*. 17. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/>

pf0000374018?posInSet=3&queryId=a3bb210f-8c66-474f-a790-197a49122346

- LOES. (2018). Ley Organica De Educacion Superior, LOES. 2012, 1–58. <https://bit.ly/3frnbS9>
- Marques, M. A., Viegas, M. C., Costa-Lobo, M. C., Fidalgo, A. V., Alves, G. R., Rocha, J. S., & Gustavsson, I. (2014). How remote labs impact on course outcomes: Various practices using VISIR. *IEEE Transactions on Education*, 57(3), 151–159. <https://doi.org/10.1109/TE.2013.2284156>
- Morales Pacavita, O. S., & Leguizamón González, M. C. (2018). Teoría andragógica: aciertos y desaciertos en la formación docente en tic. *Praxis & Saber*, 9(19), 161. <https://doi.org/10.19053/22160159.v9.n19.2018.7926>
- Ortiz-López, A., Olmos-Migueláñez, S., & Sánchez-Prieto, J. C. (2021). Calidad en e-Learning: Identificación de sus dimensiones, propuesta y validación de un modelo para su evaluación en Educación Superior. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(2), 225. <https://doi.org/10.5944/ried.24.2.29073>
- Ramírez Hernández, M., Cortés Palma, E., & Díaz Alva, A. (2020). Technopedagogical mediation strategies in virtual learning environments. *Apertura*, 12(2), 132–149. <https://doi.org/10.32870/ap.v12n2.1875>
- Rodríguez Rojas, P. (2003). La andragogía y el constructivismo en la sociedad del conocimiento. *Laurus*, 9(15), 80–89.
- Serrano J. M., P. R. M. (2011). Revista Electrónica de Investigación Educativa El Constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación Constructivism Today : Constructivist Approaches in Education. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 13(1), 1–27.
- Sitzmann, T. (2006). THE COMPARATIVE EFFECTIVENESS of web-based and classroom training(PP2006).pdf. 623–664.
- Volman, M., Eck, E. Van, & Dam, G. Ten. (1995). Girls in Science and Technology: The development of a discourse. *Gender and Education*, 7(3), 283–292. <https://doi.org/10.1080/09540259550039004>
- Wang, T. (2009). Rethinking teaching with information and communication technologies (ICTs) in architectural education. *Teaching and Teacher Education*, 25(8), 1132–1140. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2009.04.007>
- Young, J. R., Young, J. L., & Hamilton, C. (2013). The use of confidence intervals as a meta-analytic lens to summarize the effects of teacher education technology courses on preservice teacher TPACK. *Journal of Research on Technology in Education*, 46(2), 149–172. <https://doi.org/10.1080/15391523.2013.1078261>

# Implementación en Unity de un laboratorio virtual de psicología para llevar a cabo una práctica experimental

Jheyson Steven Gaona Pineda<sup>1</sup>, Celia Paola Sarango-Lapo<sup>2</sup>

[jsgaona@utpl.edu.ec](mailto:jsgaona@utpl.edu.ec); [cpsarango@utpl.edu.ec](mailto:cpsarango@utpl.edu.ec)

<sup>1,2</sup> Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, 110107, Ecuador.

Pages: 515-527

**Resumen:** Los laboratorios virtuales (LV) en la educación, se han convertido en una herramienta importante para la enseñanza-aprendizaje, debido a que ofrecen acceso hacia un entorno completamente digital e interactivo, donde se puede efectuar cualquier tipo de acción, interacción, construcción del conocimiento, prácticas, etc. En este artículo se muestran los aspectos considerados para la implementación de una aplicación WebGL que permite el acceso a un LV de psicología, dirigido para los estudiantes de la modalidad a distancia, donde puedan llevar a cabo una práctica experimental basada en el condicionamiento clásico de Iván Pávlov y su experimento sobre el reflejo de salivación, misma que fue construida con la herramienta de Unity. La metodología para el desarrollo de software utilizada es SCRUM. Los resultados obtenidos muestran un nivel de aceptación adecuado por parte de los estudiantes, demostrando que el uso de los LV en la educación suministra apoyo para la adquisición de conocimientos.

**Palabras-clave:** Laboratorio virtual; Educación; Unity; Aplicación WebGL.

## *Implementation in Unity of a virtual psychology laboratory to carry out an experimental practice*

**Abstract:** Virtual laboratories (VL) in education have become an important tool for teaching-learning, because they offer access to a completely digital and interactive environment, where any type of action, interaction, knowledge construction, practices, etc. can be carried out. This article shows the aspects considered for the implementation of a WebGL application that allows access to a psychology VL, aimed at distance learning students, where they can carry out an experimental practice based on Ivan Pavlov's classical conditioning and his experiment on the salivation reflex, which was built with the Unity tool. The software development methodology used is SCRUM. The results obtained show an adequate level of acceptance by the students, demonstrating that the use of VL in education provides support for the acquisition of knowledge.

**Keywords:** Virtual lab; Education; Unity; Application WebGL.

## 1. Introducción

El rápido y continuo desarrollo de la tecnología de la información y comunicación (TIC) hoy en día suministran un rol protagónico para la creación de entornos y herramientas educativas, que ofrecen una amplia diversidad para la enseñanza-aprendizaje, además, la conexión a internet provee el acceso directo hacia estos ambientes educativos, facilitando el momento y lugar para poder enseñar y aprender (Matarrita et al., 2017).

Los LV dentro de la educación a distancia han tomado una gran importancia dentro de las universidades (Potkonjak et al., 2016) esto se debe a que los LV no generan altos costos cuando se habla de recursos como: equipos, espacio y personal de mantenimiento (Galan et al., 2017; Hermansyah et al., 2019). Además de que tienen el potencial de ser utilizados en experimentos o prácticas que brinden al estudiante la satisfacción de aprender, en función de ensayos y errores y de esta manera seguir practicando sin causar daño a nadie (Lynch y Ghergulescu, 2017).

Un LV debe beneficiarse de recursos tanto tecnológicos como pedagógicos, mismo que deben ir de la mano (Sanchez, 2017) donde: para el aspecto tecnológico se hace uso de las TIC (Vary, 2000) y para los aspectos pedagógicos se utiliza los recursos educativos, como pueden ser: los argumentos de aprendizaje y el modelo educativo que se debe utilizar (Encalada y Pavón, 2016).

Hoy en día el uso de la realidad virtual (RV) se utiliza de manera efectiva dentro de la educación, y esto es debido a que permite simular en tiempo real, la utilización de laboratorios físicos (García y Entrialgo, 2015). Las aplicaciones de RV se pueden especificar según los dispositivos de visualización o interacción en dos categorías, como lo son: inmersas y no inmersas (Vergara et al., 2017) donde la primera hace referencia a que el usuario visualiza el mundo virtual por medio de un monitor y la segunda que el usuario necesita de un equipo especial como puede ser gafas de RV.

La psicología dentro de la educación busca entender el comportamiento, la conducta y el proceso de aprendizaje de cada estudiante, debido a que por medio de esta se logra entender el cómo aprendemos (Garzón González et al., 2019). La psicología cuenta con dos procedimientos conceptuales que dieron origen al estudio de la misma, como son: el condicionamiento clásico y el condicionamiento operante (Coon y Mitterer, 2013). El condicionamiento clásico tuvo gran influencia en el conductismo, mismo que es un comportamiento o conducta observable tanto en los humanos como en los animales (Calvo, 2016).

Pávlov estaba al tanto de que la salivación es un instintivo automático heredado, que no suele cambiar de un día a otro, se consideraba que los perros tenían que salivar cuando se les suministrara comida en la boca, pero no que lo hicieran con tan solo verle. De esta manera se dio cuenta que en el transcurso de este experimento sucedió una clase de aprendizaje al cual nombró como “condicionamiento” (Coon y Mitterer, 2013). Las principales contribuciones de Pávlov a la psicología, son los de su estudio experimental en los métodos de condicionamiento, es decir, demostrar como ciertos estímulos neutros suelen generar respuesta mediante el aprendizaje (Camacho, 2002). Por ello este proceso de condicionamiento se lo puede demostrar dentro del LV, haciendo uso de algoritmos que conlleven al perro virtual a que adquiera esta conducta en función de las actividades realizadas por el estudiante.

En función a investigaciones relacionadas, los LV son empleados para que los estudiantes adquieran comprensión y conocimiento de la materia, además de facilitar los procesos de enseñanza-aprendizaje (Calao Ballesteros y Tapia Zuñiga, 2018; Gómez-Tejedor et al., 2018). Por esta razón, es necesario mantener una comunicación constante con el docente experto en la materia, para que el LV se diseñe y desarrolle de tal manera que se asemeje lo más posible a la realidad. Con base a lo señalado por lo autores como Calao Ballesteros y Tapia Zuñiga (2018), Gómez-Tejedor et al. (2018) y Vergara et al. (2017) en este estudio se presenta la forma en cómo se llevó a cabo la implementación del LV.

Cabe señalar que la implementación del LV surge como una necesidad institucional, donde se consideró la naturaleza que define a un estudiante de la modalidad a distancia, que debido características especiales como: su ubicación geográfica o sus responsabilidades laborales, familiares o personales no pueden asistir de forma presencial a un centro educativo para participar de prácticas de laboratorio enfocadas especialmente al aprendizaje del conductismo. Por este motivo el objetivo principal de la presente investigación es mostrar los aspectos considerados para la implementación de una aplicación WebGL que permite el acceso a un LV de psicología, dirigido para los estudiantes de la modalidad a distancia, donde puedan llevar a cabo una práctica experimental basada en el condicionamiento clásico de Iván Pávlov y su experimento sobre el reflejo de salivación, misma que construida con la herramienta de Unity.

## 2. Metodología

El LV se desarrolló en cuatro fases. La tabla 1 presenta los componentes de la metodología así como su descripción (Castellanos y Martínez Palmera, 2010).

<b>Etapas</b>	<b>Descripción</b>
<i>Definición</i>	Formulación del problema, estudio de factibilidad, aseguramiento de objetivos y justificación
<i>Construcción</i>	Diseño instruccional, guías de aprendizaje, componentes informáticos, estrategias de evaluación.
<i>Pruebas</i>	Pruebas enfocan a nivel de usabilidad y aceptación del sistema.
<i>Puesta en marcha / seguimiento</i>	Log de operaciones y errores

Tabla 1 – Fases de la metodología

### 2.1. Definición

Para poder dar inicio a la creación de un LV es necesario partir con la formulación del problema y especificar qué es lo que se quiere conseguir con la aplicación, además de identificar el entorno que se va a recrear y a que publico va dirigido. En esta fase también se definen las responsabilidades y roles que tendrán los participantes del proyecto (Castellanos y Martínez Palmera, 2010).

Actualmente uno de los principales problemas que afrontan los estudiantes de la modalidad a distancia de la carrera de psicología, es el de no poder participar de las

actividades experimentales de los laboratorios físicos de la universidad. Por ello se requiere de un LV donde los estudiantes puedan efectuar prácticas experimentales donde y cuando lo deseen.

En cuanto a la interacción y dificultad para diseñar aplicaciones de realidad virtual, esta se puede clasificar en tres niveles básicos como lo es: (1) pasivo, (2) exploratorio e (3) interactivo (Kabassi, 2017; Vergara et al., 2017).

Nivel pasivo: la interacción que ocurre entre el usuario y el entorno es demasiado baja, es decir, el usuario se sumerge en un entorno 3D, donde su única función es la poder observar, como si se tratara de una película en 360°, el usuario es quien decide hacia qué dirección desea observar (Vergara et al., 2017).

- Nivel exploratorio: este tipo de entorno sumerge al usuario en un ambiente 3D, además permite la opción de que el usuario pueda moverse libremente por todo el mundo virtual, pero el inconveniente es de que el usuario no puede tocar, mover o modificar lo que ya existe, se considera como ejemplo un recorrido por medio de un museo virtual (Kabassi, 2017).
- Nivel interactivo: La interacción que el usuario puede llegar a realizar con el entorno es alta, en otros términos, el entorno permite explorar, controlar, modificar, mover objetos e incluso modificar el entorno virtual, esto de acuerdo a diseño y configuración el entorno (Vergara et al., 2017).
- El diseño del LV de psicología es de nivel interactivo, donde los principales beneficiados del LV son los estudiantes a distancia matriculados en los cursos de Procesos Psicológicos Básicos I y Fundamentos Históricos y Teóricos de la Psicología (primer ciclo académico de la carrera de Psicología).

El estudiante al hacer uso de sus capacidades interactivas con este tipo de herramientas didácticas, no solo tiene la posibilidad de observar los elementos de la práctica, además pueden llevar a cabo acciones como: mover los objetos, cambiar de escenarios, maniobrar libremente y girar en torno a su punto de vista (Infante Jiménez, 2014; Vergara et al., 2016). Con el propósito de que logren apreciar de una mejor manera el LV desde todos sus ángulos, todo esto con la finalidad de que el estudiante capte de mejor manera el grado de realismo y así pueda prestar atención a las prácticas (Vergara et al., 2016).

Seguidamente se muestra en la tabla 2 las funciones y los roles de los participantes del proyecto. Teniendo en consideración la metodología SCRUM según Navarro Cadavid et al. (2013).

<b>Rol</b>	<b>Función</b>
<i>Product Owner</i>	Es el dueño del producto, encargado de realizar las historias del usuario, además lleva su punto de visión del proyecto al equipo de desarrollo.
<i>Scrum master</i>	Es la persona que lidera al equipo de desarrollo, con el propósito de guiarles y hacerles cumplir las reglas establecidas en la metodología.
<i>Equipo de desarrollo</i>	Es el encargado de desarrollar el producto.

Tabla 2 – Funciones y roles de los integrantes del proyecto del LV

## 2.2. Construcción

Para la presente fase se debe tener en consideración los siguientes componentes: 1) Guías de aprendizaje, que corresponde a documentos explicativos que definen las actividades a desarrollar dentro del LV. 2) Contenido informático, que vendría hacer el desarrollo del LV mediante el uso de TIC. 3) Estrategias de evaluación-retroalimentación, son acciones que validan la adquisición de aprendizaje del estudiante al hacer uso del LV (Castellanos y Martínez Palmera, 2010).

En función a los componentes antes mencionados primeramente se establece la actividad principal que involucra el LV, para este punto el docente suministra la información necesaria, donde a partir de la guía de aprendizaje, se requiere que el estudiante conozca los procesos del condicionamiento clásico. A continuación, en la figura 1 se muestra el procedimiento del antes mencionado.



Figura 1 – Procedimiento del condicionamiento clásico. Adaptado de Coon y Mitterer, 2013.

Dentro del LV se pretende simular el proceso de condicionamiento, así como se muestra en la figura 1, con el propósito de que los estudiantes perciban cómo un organismo animal consigue lograr los procesos de adquisición y extinción del mismo, en otras palabras, poder comprender cómo la repetición continua de un estímulo genera una conducta y cómo la falta de la misma se va perdiendo progresivamente (Cansado et al., 2015). Todo esto en función del número de repeticiones que el alumno suministre al perro virtual así como los objetos de práctica que este pueda llegar a presentarle.

Para llevar a cabo el segundo punto de la fase de construcción, es necesario analizar todo el contenido informático que comprende el LV. Por ello en función de los requerimientos funcionales y no funcionales, diagramas de caso de uso, diagramas de secuencia y arquitectura propuesta, se procede a diseñar el LV. Seguidamente se presentan los requerimientos funcionales y no funcionales que debe cumplir el LV de psicología, en función de las necesidades requeridas por el docente.

Requerimientos funcionales:

- RF-01: El LV debe validar a los usuarios que ingresen al sistema.
- RF-02: Permitir realizar prácticas experimentales bajo un número predefinido de intentos, propuesto por el docente.
- RF-03: La información de las prácticas realizadas por los usuarios, debe almacenarse de manera automática.
- RF-04: El sistema debe contener recursos livianos, Megabyte (MB).

- RF-05: El sistema debe poder generar reportes de las prácticas efectuadas.

Requerimientos no funcionales:

Disponibilidad

- RNF-01: El sistema debe estar disponible 24 horas al día, 7 días de la semana, mejor conocido como 24/7.

Usabilidad

- RNF-02: El LV debe contar con manual de usuario tanto para el estudiante, como para el docente.
- RNF-03: La GUI del LV debe estar bien integrada, además de ser sencilla y fácil de usar misma que no genere confusión textual.

Seguridad

- RNF-04: El sistema permite el acceso solo a usuarios autenticados.

Portabilidad

- RNF-05: El LV debe garantizar que puede ser ejecutado en cualquier navegador web que soporte OpenGL 2.0 o superior.

Estabilidad

- RNF-06: El LV debe garantizar que el usuario sea capaz de navegar sin problemas, es decir, no exista presencia de glitch o bugs.

Seguidamente en la figura 2 se presenta la arquitectura propuesta para el LV, misma que se construyó en función del patrón arquitectónico cliente/servidor modelo a dos capas, además se muestra la tecnología utilizada y la manera en la que se comunica cada componente.

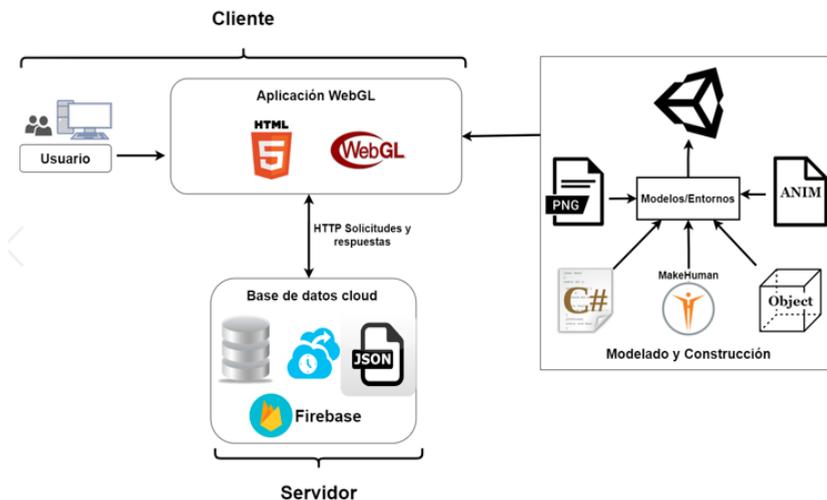


Figura 2 – Arquitectura propuesta

Por lo general la arquitectura propuesta es una aplicación inmersa, que se ejecuta en cualquier computador personal, la interacción que se lleva a cabo entre el entorno y el usuario se lo efectúa mediante el uso de periféricos externos como son: el teclado y ratón, además, el entorno virtual se muestra por medio de un monitor de computadora (Kabassi, 2017; Monge-Nájera et al., 1999; Vary, 2000; Vergara et al., 2017; Vergara et al., 2016). A continuación, se describe brevemente cada componente de la arquitectura propuesta, con la finalidad de brindar una mejor explicación de la misma, donde:

- El usuario es aquella persona que hará uso del LV por medio de un computador con acceso a internet.
- La aplicación WebGL es construida con Unity, misma que permite a los navegadores web poder navegar y cargar su contenido.
- Para el modelado y construcción del LV se utiliza tecnología Unity, que permite crear contenido tanto en 2D como en 3D, además facilita la creación de ambientes virtuales mediante el uso de objetos, animaciones, texturas, C Sharp scripts, entre otros.
- Las solicitudes y respuestas son procesos empleados para obtener y generar datos y operaciones, que se realizan por medio del protocolo HTTP.
- La base de datos que se utiliza es Realtime Database de Firebase, que es un servicio que permite almacenar y sincronizar datos en tiempo real, mismos que se encuentran alojados en la nube con formato json.

Para la construcción del LV se utilizó la metodología de desarrollo de software SCRUM, debido a que se elabora un producto con fines educativos y prácticos y para ello es necesario obtener el mejor resultado posible. Esto se debe a la flexibilidad, adaptabilidad y productividad que permite SCRUM (Srivastava et al., 2017). Además, la metodología utiliza un enfoque interactivo-incremental, en otras palabras, se describe al termino interactivo como referencia a periodos cortos de tiempo donde se diseña y construye una parte del producto, misma que se SCRUM se lo reconoce como incremento.

En consideración a la tabla 2 se define a los miembros del equipo SCRUM. Para el desarrollo del LV se lo organizó en ciclos de trabajo denominados Sprint, donde cada incremento o finalización del sprint se debe validar, con el propósito de que se cumplan los requerimientos que se especificaron en el Product Backlog (Diaz Ortiz y Romero Suarez, 2017). El Product Backlog es una lista de requisitos ordenada por prioridad en función de las historias de usuario (Srivastava et al., 2017; Trigas Gallego, 2012). Para la construcción del Product Backlog se tuvo en consideración la guía de los fundamentos para dirección de proyectos (THE PMBOK GUIDE).

Seguidamente se describen las actividades realizadas dentro de cada sprint, donde en base a las historias de usuario que en total fueron dieciséis se ha planificado dividir al proyecto en componentes específicos, los cuales son: Escenarios, Avatares y práctica, teniendo en consideración que se utilizó la versión 2019.3.15 de Unity.

1. Sprint 1 -Escenarios: En este sprint se creó todos los escenarios virtuales que integra el LV, mismos que en total suman cinco escenarios interactivos, donde cada uno de ellos posibilita al estudiante poder efectuar la práctica experimental, además de que cada escenario cuenta con una temática distinta, cuatro de los cinco escenarios se recreó en función de cada una de las regiones

- del Ecuador, asimismo posibilita cambiar de un escenario a otro por medio de portales virtuales.
2. **Sprint 2 y 3 – Avatares:** En el sprint dos se diseñaron y construyeron todos los avatares humanoides 3D que integrara el LV, en total se construyeron nueve avatares, de los cuales cuatro fueron asignados como personajes jugables (PJ) donde el estudiante puede hacer uso estos para navegar y efectuar la práctica dentro del entorno virtual y los otros cinco avatares fueron asignados como personajes no jugables (NPJ) que cumplen el rol de guía o tutor dentro del LV, además se programó el comportamiento y la funcionalidad de los PJ y NPJ. Dentro del sprint tres se integró y programo la IA del sujeto de pruebas (perro 3D), con el propósito de suministrarle interacciones tanto con el entorno como con la práctica.
  3. **Sprint 4 y 5 – Práctica:** En el sprint cuatro se integra el proceso de creación, autenticación y validación de los usuarios para su respectivo ingreso al LV, además, mediante un ingreso exitoso el estudiante puede seleccionar un PJ para interactuar con el entorno virtual y poder realizar la práctica experimental. En el sprint cinco se implementó la creación y actualización de códigos de aula, utilizado para vincular al estudiante autenticado con la práctica experimental, para que docente pueda evidenciar y generar reportes de las prácticas efectuadas.

En lo que tiene que ver con el tercer punto de la fase de construcción, el estudiante a medida que explora o interactúa con: los objetos de la práctica o con el sujeto de pruebas, la interfaz del condicionamiento se puede llenar o vaciar de acuerdo a las acciones ejercidas por el estudiante y en función a ello el sistema califica la práctica experimental de acuerdo a una rúbrica definida dentro del LV, seguidamente se muestra en la figura 3 la práctica del LV en ejecución.



Figura 3 – Práctica experimental del LV en ejecución.

### 2.3. Pruebas

En esta fase se realizaron las pruebas correspondientes del LV enfocadas en conocer la aceptación del aplicativo por parte de los usuarios y la usabilidad del sistema. En total noventa y cinco estudiantes matriculados en el primer ciclo de la materia de

Procesos Psicológicos Básicos (Carrera de Psicología) hicieron uso del LV como recurso complementario de la clase impartida por el docente.

En cuanto a la aceptación del LV se consideró un cuestionario de 10 preguntas con una escala de Likert de: (1) totalmente insatisfecho, (2) insatisfecho, (3) algo satisfecho, (4) satisfecho y (5) totalmente satisfecho. Los ítems del cuestionario se enmarcaron en los criterios de interactividad, facilidad de uso, utilidad didáctica, motivación y diseño. Los resultados que se obtuvieron se muestran en la figura 4.

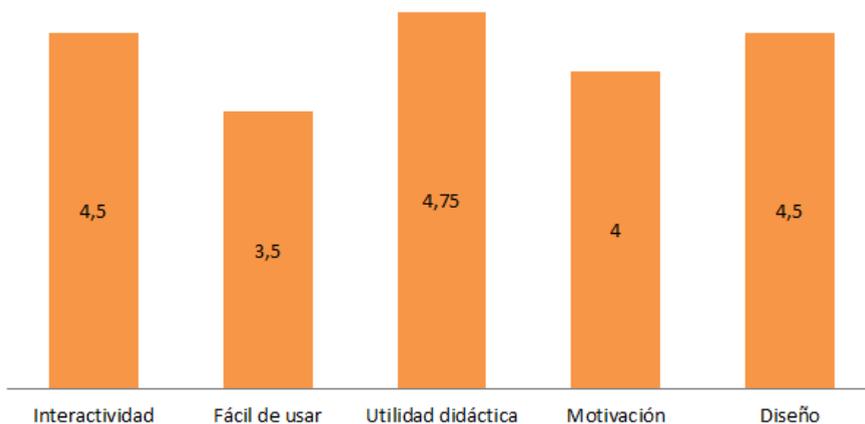


Figura 4 – Calificaciones de las respuestas por parte de estudiantes obtenidas en la encuesta.

Como se puede observar en la figura 4, el nivel de aceptación del uno al cinco que dan los estudiantes sobre el LV en los criterios de: interactividad, utilidad didáctica, motivación y diseño se encuentran en un promedio de cuatro (satisfecho), a excepción del criterio de facilidad de uso que se encuentra con un valor 3.5 (algo satisfecho) esto se debe a que requieren de una capacitación previa. En general los criterios evaluados dan conocer que el LV tiene un nivel de aceptación “satisfecho” por parte de los estudiantes.

En lo que se refiere a las pruebas de usabilidad del LV se optó por un cuestionario estandarizado SUS (System Usability Scale), muy utilizado para la evaluación de criterios de usabilidad en sistemas informáticos desde el punto de vista del usuario (Lewis, 2018). El cuestionario consta de 10 elementos que puede ser accesible a través del siguiente enlace (<https://forms.gle/tYf6K3Tqb1DWELhR7>).

En función a los resultados obtenidos por medio del cuestionario SUS propuesto, se procede a realizar el cálculo respectivo para poder obtener el puntaje final, según la calificación proporcionada por los usuarios, donde el puntaje final fue de 71,5/100 dando a conocer que la puntuación se encuentra dentro del rango aceptable, lo que significa que el LV cumple su función prevista, en función de los criterios de usabilidad propuestos por el estándar SUS, tal como se ilustra en la figura 5.

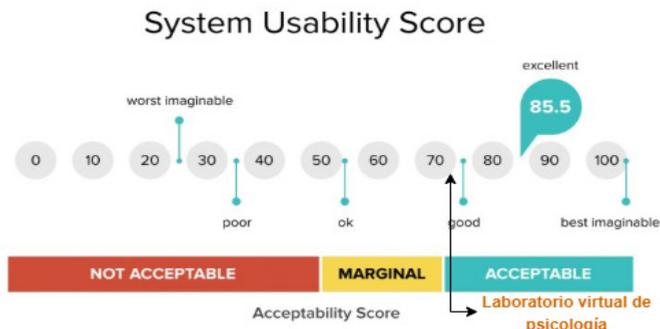


Figura 5 – SUS Score.

## 2.4. Puesta en marcha/Seguimiento

En esta fase el LV pasa de la fase de pruebas a una versión más estable, donde la principal característica es que el LV se encuentra alojado en un host en la nube, misma que puede ser accesible desde cualquier computador con acceso a internet.

El LV propuesto se encuentra alojado en Firebase Hosting, que es un servicio que provee contenido seguro, rápido y gratuito. Si desea probar el LV visite la siguiente dirección (<https://virtual-lab-33fd6.web.app/>) utilizando el código de aula (TEST2021), es necesario que cree una cuenta para que el sistema le permita ingresar correctamente.

En la fase de seguimiento se debe evaluar periódicamente el LV, con la finalidad de revisar si se cumple la funcionalidad, operatividad y fines propuestos, esto se debe a que si se llegara a presentar inconvenientes o problemas de funcionalidad el responsable del LV debe encargarse de reparar los errores reportados.

## 3. Discusión

Según Vergara et al. (2020) la interactividad, el realismo, la motivación, factibilidad de uso y utilidad educativa son las características que los estudiantes consideran importantes dentro de los entornos virtuales. Los hallazgos encontrados en las pruebas de aceptación señalan que estas características se constituyen en relevantes, dado que lo consideraron al LV en un nivel de “satisfecho”. Esto va en sintonía con lo señalado por Calao Ballesteros y Tapia Zuñiga (2018) y Gómez-Tejedor et al. (2018) en cuanto al uso de los LV incrementa el aprendizaje, con relación a los temas propuestos.

La mayoría de los estudiantes se encuentran muy familiarizados con los LV debido al gran parecido que tienen con los videojuegos o en algunos casos ya han hecho uso de algún entorno virtual en 3D, como apoyo instruccional de sus clases (Chang et al., 2019; Vergara et al., 2016, 2020). No obstante, al examinar la figura 4 se observa que para algunos estudiantes el uso de los LV aún es nuevo y por tanto se requiere reforzar su familiarización.

Como lo menciona Vergara et al. (2018) es necesario motivar al estudiante para que utilice el LV, hecho que se ha corroborado en los resultados de las pruebas de aceptación proporcionados en esta investigación.

#### 4. Conclusiones

Los resultados obtenidos en este estudio, demuestran que el uso de metodologías ágiles como lo es Scrum, permite controlar e ir validando el producto a medida que este se encuentre en producción, permitiendo tener una buena documentación del LV, además suministra una buena organización estructurada y bien definida.

Debido al puntuación obtenida por medio del cuestionario SUS, es necesario realizar una capacitación a los estudiantes que harán uso de LV, esto se debe a que la configuración e interacciones propuestas en el LV están sujetas a la lógica propuesta por el desarrollador y el docente experto en la materia.

Los resultados obtenidos de las pruebas de aceptación señalan la importancia de considerar aspectos como: interactividad, facilidad de uso, utilidad didáctica, motivación y diseño para medir el grado de aceptación de un sistema.

El diseño del LV al ser accesible desde cualquier computador suministra al estudiante la necesidad de aprender en cualquier momento y lugar, permitiéndole participar de prácticas experimentales de laboratorio.

#### Referencias

- Calao Ballesteros, A. M., & Tapia Zuñiga, J. J. (2018). *Diseño e implementación de un laboratorio Virtual de Cinemática en la Universidad de Córdoba*. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/488>
- Calvo, R. M. (2016). El inicio de la categoría aprendizaje. *Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo*, 78.
- Camacho, J. M. (2002). *Apología del Conductismo*.
- Cansado, M. N., Morillas, A. S., & Sastre, D. M. (2015). Principios de condicionamiento clásico de Pavlov en la estrategia creativa publicitaria. *No. Especial*, 31, 813–831.
- Castellanos, F., & Martínez Palmera, O. M. (2010). Laboratorios virtuales (LV) como apoyo a las prácticas a distancia y presenciales en ingeniería. *INGE CUC*, 6(1), 267–280. <https://revistascientificas.cuc.edu.co/ingecuc/article/view/311>
- Chang, C. W., Yeh, S. C., Li, M., & Yao, E. (2019). The Introduction of a Novel Virtual Reality Training System for Gynecology Learning and Its User Experience Research. *IEEE Access*, 7, 43637–43653. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2905143>
- Coon, D., & Mitterer, J. O. (2013). *Introducción a la psicología* (12th ed.). CENGAGE Learning.

- DIAZ ORTIZ, J. J., & ROMERO SUAREZ, M. A. (2017). *Desarrollo e implementación de un aplicativo web, utilizando la metodología Scrum, para mejorar el proceso de atención al cliente en la empresa Z Aditivos S.A.* [Universidad Autónoma del Perú]. [http://repositorio.autonoma.edu.pe/bitstream/AUTONOMA/395/1/DIAZ\\_ORTIZ\\_JIMMY - ROMERO SUAREZ MITCHELI.pdf](http://repositorio.autonoma.edu.pe/bitstream/AUTONOMA/395/1/DIAZ_ORTIZ_JIMMY_ROMERO_SUAREZ_MITCHELI.pdf)
- Encalada Noboa, J., & Pavón Brito, C. (2016). Laboratorios Virtuales: una alternativa para mejorar el rendimiento de los estudiantes y la optimización de recursos económicos. *INNOVA Research Journal*, 1(11), 91–96. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6183823&info=resumen&idioma=ENG>
- Galan, D., Heradio, R., Torre, L. de la, Dormido, S., & Esquembre, F. (2017). The experiment editor: supporting inquiry-based learning with virtual labs. *European Journal of Physics*, 38(3), 035702. <https://doi.org/10.1088/1361-6404/AA5DC1>
- García, J., & Entrialgo, J. (2015). Using computer virtualization and software tools to implement a low cost laboratory for the teaching of storage area networks. *Computer Applications in Engineering Education*, 23(5), 715–723. <https://doi.org/10.1002/CAE.21644>
- Garzón González, J. A., Rojas Londoño, O. D., Cañizares Vasconez, L. A., & Culqui Cerón, C. P. (2019). El impacto de la psicología en el ámbito educativo. *RECIMUNDO: Revista Científica de La Investigación y El Conocimiento*, ISSN-e 2588-073X, Vol. 3, N°. 2, 2019, Págs. 543-565, 3(2), 543–565. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7066864&info=resumen&idioma=SPA>
- Gómez-Tejedor, J. A., Monsoriu, J. A., Salinas, I., Sans, J. A., Cuenca-Gotor, V. P., & Giménez, M. H. (2018). Diseño y evaluación de un laboratorio virtual para visualizar momentos de un vector deslizante en 3D. *Congreso In-Red*, 299–312. <https://doi.org/10.4995/INRED2018.2018.8744>
- Hermansyah, H., Gunawan, G., Harjono, A., & Adawiyah, R. (2019). *Guided inquiry model with virtual labs to improve students' understanding on heat concept Recent citations*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1153/1/012116>
- Infante Jiménez, C. (2014). *Propuesta pedagógica para el uso de laboratorios virtuales como actividad complementaria en las asignaturas teórico-prácticas*. 2014. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-66662014000300013](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662014000300013)
- Kabassi, K. (2017). Evaluating websites of museums: State of the art. *Journal of Cultural Heritage*, 24, 184–196. <https://doi.org/10.1016/J.CULHER.2016.10.016>
- Lewis, J. R. (2018). The System Usability Scale: Past, Present, and Future. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 34(7), 577–590. <https://doi.org/10.1080/10447318.2018.1455307>
- Lynch, T., & Ghergulescu, I. (2017). NEWTON Virtual Labs: Introduction and Teacher Perspective. *Proceedings - IEEE 17th International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2017*, 343–345. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2017.133>

- Matarrita, C. A., Concari, S. B., & Marchisio, S. T. (2017). Una revisión sobre desarrollo y uso de Laboratorios Virtuales y Laboratorios Remotos en la Enseñanza de la Física en Latinoamérica. *Anais Do Simpósio Ibero-Americano De Tecnologias Educacionais*, 177–190. <https://doi.org/10.1109/CISPEE.2016.7777722>
- Monge-Nájera, J., Rivas Rossi, M., & Méndez-Estrada, V. H. (1999). *La evolución de los laboratorios virtuales durante una experiencia de cuatro años con estudiantes a distancia*.
- Navarro Cadavid, A., Fernández Martínez, J. D., & Morales Vélez, J. (2013). *Revisión de metodologías ágiles para el desarrollo de software*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4752083>
- Potkonjak, V., Gardner, M., Callaghan, V., Mattila, P., Guetl, C., Petrović, V. M., & Jovanović, K. (2016). Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. *Computers & Education*, 95, 309–327. <https://doi.org/10.1016/J.COMPEDU.2016.02.002>
- Sanchez, C. G. (2017). *Laboratorio virtual y remoto, aprendiendo a través de la experimentación*. [http://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/123456789/1834/TESINA\\_SANCHEZ\\_CLARISA\\_GISELLE\\_JUN-2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/123456789/1834/TESINA_SANCHEZ_CLARISA_GISELLE_JUN-2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Srivastava, A., Bhardwaj, S., & Saraswat, S. (2017). SCRUM model for agile methodology. *Proceeding - IEEE International Conference on Computing, Communication and Automation, ICCCA 2017, 2017-January*, 864–869. <https://doi.org/10.1109/CICA.2017.8229928>
- Trigas Gallego, M. (2012). *Metodología Scrum*.
- Vary, J. P. (2000). *Informe de la reunión de expertos sobre laboratorios virtuales*. 1–71.
- Vergara, D., Extremera, J., Rubio, M. P., & Dávila, L. P. (2020). The Technological Obsolescence of Virtual Reality Learning Environments. *Applied Sciences*, 10(3), 915. <https://doi.org/10.3390/app10030915>
- Vergara, D., Rubio, M., & Lorenzo, M. (2017). On the Design of Virtual Reality Learning Environments in Engineering. *Multimodal Technologies and Interaction*, 1(2), 11. <https://doi.org/10.3390/mti1020011>
- Vergara, D., Rubio, M., & Lorenzo, M. (2018). A Virtual Resource for Enhancing the Spatial Comprehension of Crystal Lattices. *Education Sciences*, 8(4), 153. <https://doi.org/10.3390/educsci8040153>
- Vergara, D., Rubio, M. P., Lorenzo, M., & Prieto, F. (2016). Enhancing the teaching/learning of materials mechanical characterization by using virtual reality. *Journal of Materials Education*, 38, 63–74.

# Nuevos paradigmas en el mercado laboral. Cómo adaptarse a las exigencias de la industria 4.0

Salvador A. Romero-Rubio<sup>1</sup>, Luis A. Becerra-Pérez<sup>2</sup>

salvador.fca@uas.edu.mx; becerra@uas.edu.mx

<sup>1</sup> Doctorando en Ciencias Sociales, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Universidad Autónoma de Sinaloa; Blvd. Universitarios y Av. de las Américas, Unidad 3 s/n, Ciudad Universitaria, Culiacán, Sinaloa, 80010, México.

<sup>2</sup> Profesor e Investigador, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Universidad Autónoma de Sinaloa; Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Universidad Autónoma de Sinaloa. Blvd. Universitarios y Av. de las Américas, Unidad 3 s/n, Ciudad Universitaria, Culiacán, Sinaloa, 80010, México.

**Pages: 528-542**

**Resumen:** En el contexto de la cuarta Revolución Industrial las empresas buscan adaptarse para sobrevivir y ser más competitivas, así que adoptan innovaciones tecnológicas para alcanzar sus objetivos, creando nuevos modelos de negocio que requieren habilidades y capacidades distintas. Para analizar las consecuencias laborales que implica la industria 4.0, se realizó una revisión del estado del arte que incluyó artículos y textos de bases indexadas para el período 2015-2020, con las palabras clave de revolución digital, industria 4.0 y cambios en el mercado laboral, entre otras. Se elaboró y aplicó un cuestionario a 108 profesionistas, principalmente de México, encontrando los beneficios, desafíos, programas, estrategias y habilidades más relevantes sobre la Industria 4.0. Se concluye con una propuesta de principios rectores que deben guiar los cambios de programas de formación en las instituciones de educación superior, con el objetivo que dichos cambios incrementen las posibilidades del egresado para insertarse en el mercado laboral.

**Palabras-clave:** digitalización; industria 4.0; instituciones de educación superior; reemplazo laboral.

## ***New paradigms in the labor market. How to adapt to the requirements of the industry 4.0.***

**Abstract:** In the context of the fourth Industrial Revolution, companies seek to adapt to survive and to be more competitive, so they adopt technological innovations to achieve their objectives, creating new business models that require different skills and abilities. To analyze the labor consequences that industry 4.0 implies, a review of the state of the art was carried out that included articles and texts from indexed databases for the period 2015-2020, with the keywords of digital revolution, industry 4.0 and changes in the labor market, among others. A questionnaire was prepared and applied to 108 professionals, mainly from Mexico, finding the most relevant benefits, challenges, programs, strategies and skills on Industry 4.0. It

concludes with a proposal of guiding principles that should guide the changes in training programs in higher education institutions, with the objective that these changes increase the possibilities of the graduate to enter the labor market.

**Keywords:** digitization; industry 4.0; higher education institutions; job replacement.

## 1. Introducción

Desde la *lanzadera volante* hasta la creación de robots, el proceso de innovación ha demandado cambios en la forma de pensar y actuar de las personas, implicando la modificación de paradigmas en el mercado laboral. Se podría pensar que al igual que el invento de John Kay (1733) en la Primera Revolución Industrial presentó resistencia de los trabajadores al mecanizar el trabajo fabril, dado que requería sólo de un tejedor en lugar de dos (Derry y Williams, 2004), en la Cuarta Revolución Industrial (presente) los robots y máquinas inteligentes pueden evocar resistencias similares. Aunque las condiciones económicas y sociales son muy distintas, las actuales innovaciones terminarán también modificando los paradigmas vigentes conduciendo inevitablemente, igual que en el pasado, a profundos cambios en el mercado laboral. Esto conlleva a pensar en una serie de cambios en la formación y educación que hoy se imparte a las futuras generaciones en las universidades.

La Cuarta Revolución Industrial, iniciada a finales del siglo XX, caracterizada por una hiperconectividad que crece exponencialmente, traerá consigo cambios en el corto, mediano y largo plazo en los empleos y en la forma de hacer las cosas, valorando principalmente competencias que requieren de relaciones interpersonales, trabajo en equipo, creatividad, innovación, adaptabilidad al cambio y pensamiento abstracto, conduciendo a una diferenciación entre tareas rutinarias y no rutinarias, involucrando a todas las partes interesadas, desde la sociedad civil y la academia, hasta los sectores público y privado (González-Páramo, 2017; Schwab, 2016), detonando un proceso de robotización y digitalización de las labores rutinarias con consecuencias en el mercado laboral, organizaciones y la gestión del conocimiento.

Los cambios tecnológicos dan forma y se moldean por factores sociales y económicos (Molero, 2017, citado en Braña, 2020). La aparición de un conjunto de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) desde los años 70, han ido difuminando las fronteras entre el mundo físico y digital, conduciendo a una Cuarta Revolución Industrial o a una quinta “onda larga” del capitalismo. Dicha etapa, está cimentada en la economía del conocimiento, las TIC, el cambio en la provisión de necesidades colectivas y una reconfiguración de las relaciones sociales, así como en la diferenciación entre tareas rutinarias y no rutinarias, asociadas con el trabajo no cualificado y cualificado respectivamente (Braña, 2020), dando inicio a una nueva fase denominada globalización 4.0 (World Economic Forum, 2019, citado en Braña, 2020).

El paradigma tecno-económico (PTE) es el conjunto de prácticas consideradas más rentables y exitosas en cuanto a tecnologías, métodos, insumos, estrategias de negocios, modelos y estructuras organizativas, que se convierten en principios implícitos y criterios que permiten la toma de decisiones, y que se desarrollan mediante la superación de obstáculos, selección de nuevas tecnologías, estructuras, rutinas y procedimientos

apropiados, que con el tiempo, establecen un nuevo sentido común en el que las ideas viejas se des-aprenden y las nuevas se vuelven normales (Pérez, 2010).

La digitalización como proceso social es la “transformación del entorno tecno-económico y las operaciones socioinstitucionales a través de comunicaciones y aplicaciones digitales” (ITU, 2020, p.18). Para Valenduc (2018) la digitalización de la economía es una transición entre los periodos del paradigma tecno-económico.

La inteligencia artificial (IA), el Internet de las Nanocosas (IoNT) y la cadena de bloques (*Blockchain*) son tecnologías que remodelarán las industrias, mejorarán vidas y salvaguardarán la tierra (Cann, 2016). El Internet de las cosas (IoT), la robótica, el *big data*, la manufactura avanzada, la impresión 3D, el Internet móvil, la computación en la nube, la IA, el aprendizaje automático y el aumento de la digitalización, transformará las estructuras políticas, institucionales, sociales y económicas más aprisa que las revoluciones industriales anteriores, involucrando innovaciones en los servicios y modelos de negocio a escala global (CEPAL, 2016).

Dichos modelos requieren la adquisición de nuevas capacidades en el ámbito de softwares y análisis de datos, habilidades cognitivas para la solución de problemas complejos, pensamiento crítico y aprendizaje activo (CEPAL, 2016). Al respecto, la Asociación Mexicana de la Industria de Tecnologías de Información (AMITI, 2020) destaca la adaptabilidad, resiliencia, trabajo en equipo, adaptación al cambio, manejo de estrés y creatividad.

Davies, Fidler y Gorbis (2011) identificaron seis impulsores que están generando grandes cambios disruptivos que pueden remodelar el paisaje laboral futuro: 1) longevidad extrema; 2) auge de máquinas y sistemas inteligentes; 3) mundo computacional; 4) ecología de nuevos medios; 5) organizaciones superestructuradas; 6) mundo globalmente conectado. Los mismos autores indican diez habilidades críticas con las que deben contar los profesionistas para asegurar el éxito: 1) creación de sentido; 2) inteligencia social; 3) pensamiento novedoso y adaptativo; 4) competencia transcultural; 5) pensamiento computacional; 6) alfabetización en nuevos medios; 7) transdisciplinariedad; 8) mentalidad de diseño; 9) gestión de la carga cognitiva; 10) colaboración virtual.

La innovación digital está introduciendo nuevos modelos de negocio y formas de crear valor, pues con la tecnología digital se puede acelerar el desarrollo socioeconómico a través de plataformas digitales, permitiendo encontrar nuevos empleos y educación, entre otras ventajas (Banco Mundial, 2019a), así como el aprovechamiento de beneficios socioeconómicos del mercado digital regional de la Alianza del Pacífico en el que México participa gracias al desarrollo de habilidades digitales (Calderón, Rovira, Patiño, Jung y Katz, 2021). Además los trabajos se están acortando y trasladando a plataformas de trabajo virtual, con cierta flexibilidad y mayor oportunidad en el desarrollo de aplicaciones móviles y realidad virtual (Banco Mundial, 2019b).

En la época industrial lo importante era acumular propiedad física y capital, en la fase digital lo trascendente es lo intangible de los activos como el conocimiento, la información y la desmaterialización; estamos ante una economía de red y el cambio del comercio desde una perspectiva de producción a una de mercadotecnia (Rifkin, 2001). Las estructuras organizativas y de mercado toman menos en cuenta los factores tiempo y distancia gracias a las TIC, mientras que la información ha aumentado su importancia

como bien económico (Miles, Snow, 1986; Malone, 1987; Johnston, Lawrence, 1988; Powell, 1990; Konsynski y McFarlan, 1990, como se cita en Albesa y Oliva, 2003).

Cash *et al.* (citado en Albesa y Oliva, 2003) presentan la evolución de la integración de las TIC en las empresas según el uso dado a la tecnología: proceso de datos (década de los 50 y 60); informatización (década de los 70 y 80); uso estratégico (finales de la década de los 80); integración (inicio de la década de los 90). El paradigma del siglo XXI es que las empresas puedan transformarse para alcanzar sus objetivos, por lo que se introducen procesos, competencias y herramientas tecnológicas en diferentes industrias cambiando así la manera de hacer negocios (AMITI, 2018a).

Por sus bajos costos, las múltiples plataformas permiten acceder a los trabajadores por cuenta propia, aumentar la confianza de los consumidores al utilizarlas, la oferta laboral, flexibilidad de horario, ingresos secundarios, el número de mujeres laborando, la oportunidad de empleo y capacitación para personas que viven en lugares distantes y en otros países, pero a su vez podría resultar en una desventaja en cuanto a la formalidad, planes de pensión, vacaciones pagadas y el seguro de salud (Banco Mundial, 2019b).

Se considera importante analizar los retos de la industria 4.0, en especial los paradigmas del mercado laboral y los perfiles educativos demandados por la nueva realidad de digitalización e hiperconectividad, que está trastocando el *status quo* en todos los ámbitos de la sociedad. Para mejorar su pertinencia social, las IES deben realizar cambios en sus programas de estudios con el objetivo de egresar a profesionistas con habilidades que realmente les faciliten su inserción en el mercado laboral.

Por lo anterior, la interrogante de investigación de este artículo es ¿cuáles son las consecuencias que traerá la industria 4.0 en el mercado laboral en México y qué acciones deben tomar las instituciones de educación superior? En congruencia, el objetivo es analizar las consecuencias laborales que implica la industria 4.0 y proponer algunos principios rectores que deben tomar en cuenta las IES al momento de hacer los cambios necesarios en sus programas educativos para incrementar la probabilidad de inserción de sus egresados en el mercado laboral.

## 2. Materiales y métodos

La investigación es una actividad dirigida a lograr conocimiento científico, por lo tanto, debe seguir un proceso riguroso, procedimental y sistemático que permita arribar a conclusiones lógicas (Valdivia, 2018). La presente investigación es de alcance descriptivo, pues tiene como objetivo indagar la incidencia de las modalidades o niveles de variables en una población (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). Para el análisis y redacción se siguió un proceso sistemático de pensamiento deductivo en el siguiente orden: 1) consulta de materiales; 2) organización del material investigado; 3) interpretación y argumentación; 4) triangulación del material revisado; 5) análisis holístico del material consultado (Cronin, Ryan y Coughlan, 2008).

En una primer fase de investigación, se realizó una búsqueda de literatura publicada en el periodo 2015-2020 para identificar teorías, modelos, metodologías y elementos fundamentales de la cuarta revolución industrial, la industria 4.0, la revolución digital y los cambios en mercado laboral. Ésta se obtuvo de la base de datos de CONRICYT

incluyendo artículos y textos de bases indexadas disponibles de EBSCO, Elsevier, SciELO, Redalyc, Google Scholar, entre otras, lo que sirvió para hacer el estado del arte de las potenciales consecuencias de la Cuarta Revolución Industrial, así como para diseñar un cuestionario y contrastar sus resultados con las teorías.

En la segunda fase, se aplicó el cuestionario utilizando la tecnología de *Google Forms* a 108 personas a conveniencia entre el 27 de julio y el 6 de agosto de 2021, en su mayoría de México. El 42% de los entrevistados trabaja en empresas privadas, 22% en universidades privadas, 21% en universidades públicas, 7% en instituciones de gobierno y el resto en dos sectores a la vez. El 47% de los participantes reportaron tener más de 5 años laborando en la misma institución, 19% tienen entre 3-5 años, 25% entre 1-3 y el 9% menos de un año.

El cuestionario se realizó en dos ámbitos, uno cualitativo y otro cuantitativo. Para el primero se formularon preguntas (adaptadas de *Universities of the Future*, 2021), constituyendo el bloque de ítems que permitió conocer si en el empleo contaban con programas de desarrollo de habilidades necesarias en la Industria 4.0, los beneficios y desafíos percibidos por los egresados de IES para insertarse en la Industria 4.0, así como indagar estrategias que fomenten las competencias más demandadas. La herramienta utilizada para computar y analizar los resultados de la encuesta fue Atlas.Ti versión 9, lo que implicó la codificación y filtración de todas las respuestas.

En el ámbito cuantitativo, se diseñó un bloque de ítems que permitió conocer el nivel de preparación de los egresados para insertarse en el mercado laboral en la Industria 4.0, así como habilidades más necesarias para ser incluidas en los planes de estudios de las IES. También se les proporcionó una batería de habilidades necesarias para insertarse con mayor probabilidad de éxito en el mercado laboral en las condiciones de la Industria 4.0 (adaptadas de WEF, 2016, citado en Martínez, 2018; Muñoz-La Rivera, Hermosilla, Delgadillo y Echeverría, 2020; Davies, Fidler y Gorbis, 2011), solicitándoles que las jerarquizaran y ponderaran su importancia.

### 3. Resultados y discusión

La revisión de la literatura mencionada en la primera fase en el apartado de metodología permitió encontrar 400 archivos, de los cuales 163 fueron publicados entre 2015-2020 y 154 son a los que se puede tener acceso en línea, resultando 136 ya eliminando los repetidos. Posteriormente se discriminaron y redujeron las fuentes a revisar de acuerdo con su título, reduciendo la lista a 61 archivos. Se realizó el mismo ejercicio con los resúmenes, quedando 32 en la lista y finalmente se buscaron a los que sí se tenía acceso, que entre los que se encontraron y han sido utilizados en este artículo se llegó a una cantidad de 13 referencias cuyas ideas más destacadas se presentan en la tabla 1.

Autor	Aporte
<b>Lladós-Masllorens et al. (2018).</b>	Subrayan que la revolución digital ha incrementado técnicas, conocimientos nuevos y cambios tecnológicos creando y sustituyendo empleos, beneficiando a los empleados con mayor nivel educativo, como en el caso de la automatización digital que induce efectos sesgados sobre la demanda de habilidades que se complementan con trabajo más cualificado.

Autor	Aporte
<b>Hernández y Destinobles (2019)</b>	Indican que en el contexto actual de la globalización, las empresas se ven obligadas a transitar hacia la nueva era digital de una manera mucho más rápida, pues las últimas tecnologías permiten llevar a cabo tareas más automatizadas que benefician a las empresas, pero a su vez pueden reemplazar o ayudar a los trabajadores.
<b>Álvarez-Flores et al. (2017)</b>	Dicen que los estudiantes mexicanos aprovechan bien lo que ofrece la sociedad digital y desarrollan habilidades en relación con la seguridad, comunicación y solución de problemas, permitiéndoles tener mejores oportunidades de empleabilidad y presenta programas que intentan mejorar las competencias digitales de los jóvenes de México, como MexicoFirst, ProMexico, Prosoft y Conecta 2020 entre Europa y Latinoamérica.
<b>Ambesi (2019)</b>	Analiza el impacto que tiene la revolución tecnológica en el trabajador desde una perspectiva del derecho del trabajo,
<b>Pérez (2019)</b>	Habla sobre el derecho de desconexión laboral y los límites entre el trabajo y la vida privada de los trabajadores,
<b>Romero (2018)</b>	Estudia la división del trabajo en la revolución digital y dice que en la era digital los trabajadores pasan de tareas especializadas y enajenantes a trabajadores flexibles (Romero, 2018).
<b>Magadán y Rivas (2019)</b>	Se enfocan en nuevos modelo de negocio y su adaptación al entorno digital, específicamente en la industria editorial de España,
<b>Ramírez (2019)</b>	Propone un modelo de gestión estratégica de la transformación digital.
<b>Jones, Motta y Alderete (2016)</b>	Indica que la aptitud digital ( <i>e-readiness</i> ) tiene un impacto positivo en la adopción del comercio electrónico y que el desempeño de las organizaciones depende de las habilidades de los gerentes para aprovechar oportunidades de mercado por medio de la tecnología.
<b>Sanchis-Roca, Canós-Cerdá, Maestro-Cano (2016)</b>	Hablan sobre publicidad en el contexto de la revolución digital como estrategia para interactuar con los clientes.
<b>Martínez (2018)</b>	Proponen algunas de las habilidades utilizadas en el cuestionario de la presente investigación.
<b>Meneses y Pérez (2016)</b>	Llevaron a cabo un análisis de contenido de publicaciones mexicanas sobre Internet y la Sociedad de la Información, encontrando que esta última, los usos sociales de la tecnología, identidad y ciberactivismo fueron los ejes conceptuales destacados y que la brecha digital es uno de los objetos de estudio con más participación,
<b>Flores-Marques (2016)</b>	Habla sobre la cultura y comunicación digital.

Fuente: Elaboración propia (2021)

Tabla 1 – Principales aportes de la Industria 4.0

La Agenda Digital Nacional (ADN) 2018 indica que México debe implementar las mejoras indicadas en sus 6 pilares ante la transformación digital. Se destaca el cuarto pilar que trata de la alfabetización digital, habilidades para el futuro, acceso al conocimiento y derechos e integridad de usuarios en línea; mientras el quinto pilar resalta sobre las telecomunicaciones, incentivar la innovación, comercio electrónico, creación de *start ups* tecnológicas y servicios financieros (The CIU, 2018). La AMITI (2018b) integra las

iniciativas de la ADN con el Plan de Nación en la que se compaginan sus recomendaciones para mejorar la sinergia entre tecnología y educación, la alfabetización digital, los programas de capacitación en TIC, el portafolio de capacidades digitales y la educación digital, entre otras.

Según los resultados del cuestionario, en relación con la disponibilidad de algún programa de formación para el desarrollo de habilidades relacionadas con la Industria 4.0, el 52% respondió que en su lugar de trabajo no cuentan con un programa de ese tipo, mientras el 7% mencionó que sí disponen de dicho programa, indicando que tienen cursos sobre medios de comunicación y últimas tecnologías. Una parte de este segmento, también compartió que recibe capacitación para el uso de plataformas y TIC como Teams, Canvas, Moodle, Classroom y Sistema UNO (ver figura 1).

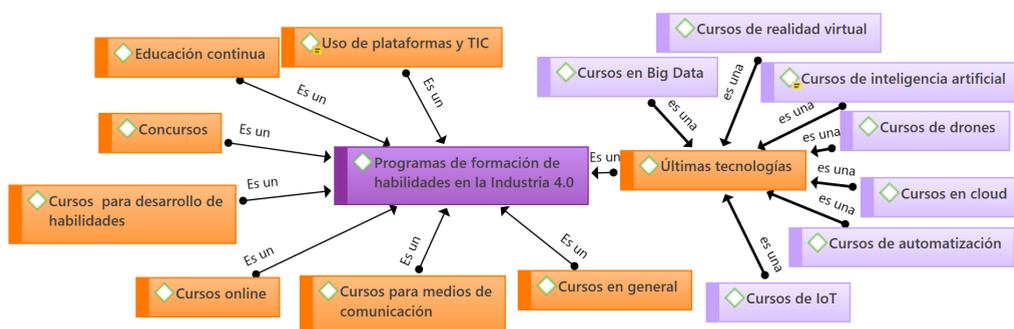


Figura 1 – Tipos de programas de formación de habilidades en Industria 4.0 que se están implementando en las empresas.

Fuente: elaboración propia (2021).

Quienes disponen de cursos de capacitación, indicaron que les han servido para desarrollar habilidades que les facilita llevar a cabo sus actividades más apropiadamente, desarrollar habilidades cognitivas, aprender a pensar fuera de lo tradicional y buscar soluciones alternas mediante pensamiento lateral o divergente, aplicar conocimiento específico, actualizar conocimiento sobre desarrollo humano, liderazgo y valores.

Aunque la capacitación es la ruta correcta para adentrarse en la Industria 4.0, el porcentaje de empresas e instituciones que lo realiza es muy bajo, representando que uno de cada 10 trabajadores recibe capacitación en esta temática.

El 66% indicó desconocer estrategias que fomenten la educación de los estudiantes de instituciones de educación superior en cuanto a la Industria 4.0 y solo el 8% señaló si conocer algunas estrategias, mencionado algunas instituciones/programas que implementan acciones al respecto, como son Conacyt, Cámaras empresariales, universidades, Esade, Mintic, SENA, Hansover, Senacyt, sistema UNO, Google y Youtube. De los aspectos positivos que comentó este reducido segmento (8%) es que se debe introducir clases de programación en los niveles básicos como primaria y secundaria, fomentar el interés en jóvenes de incursionar en la industria 4.0, escalar procesos productivos en las PyMES, capacitación para desarrollar software, etc.

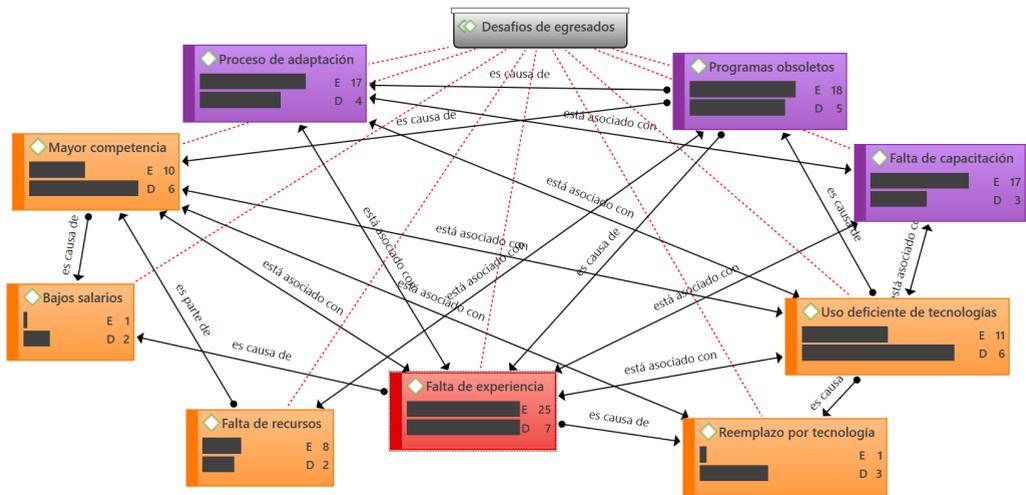


Figura 2 – Desafíos para adaptarse a la Industria 4.0  
Fuente: Elaboración propia (2021)

Entre los desafíos a los que se enfrentan los egresados al insertarse al mercado laboral, se mencionaron los bajos salarios, el reemplazo por tecnología, limitaciones de tecnología por falta de recursos, deficiencias para el uso de tecnologías lo que ocasiona dificultades para vincularse laboralmente y desarrollar nuevos conocimientos y tomar decisiones de negocio, escuelas con programas educativos obsoletos, etcétera (figura 2).

El proceso de adaptación al sistema de trabajo, los nuevos desarrollos tecnológicos, los requerimientos de desarrollar y aplicar lo aprendido, las innovaciones y disposición al cambio, son otros desafíos mencionados por los entrevistados. Resulta imperante la constante y permanente actualización del egresado de las IES, aprender a usar tecnologías nuevas ya que las habilidades desarrolladas en los estudios universitarios no son suficientes para competir efectivamente, que viene a sumarse a la falta de experiencia del solicitante de trabajo.

Sobre el peso que juega la falta de experiencia en el mercado laboral en los tiempos actuales, los entrevistados afirmaron que el no estar preparados tecnológicamente y socialmente y no tener una base práctica, complica mucho la situación. Entre los principales aspectos mencionados se encuentran: la falta de práctica, no saber deducir y encontrar soluciones, pensar fuera de la *caja*, trabajo en equipo para intercambiar conocimientos, no entender para qué sirven los datos, hacer actividades que agreguen valor tangible y monetizable en los bienes y servicios que produce la empresa, etc.

En cuanto a los beneficios de adaptarse a la Industria 4.0, los entrevistados consideraron el desarrollar habilidades digitales, liderazgo, resolución de conflictos, resiliencia, ampliar el horizonte de análisis, adquirir mayores conocimientos en tecnología y el manejo de información, procesar grandes cantidades de datos, innovar, emprender,

crear valor, etc. Los participantes comentaron que se puede ser contratado más fácil y rápidamente en mejores empleos y puestos más elevados, así como aspirar a ascensos y a una mejor calidad de vida (ver figura 3).

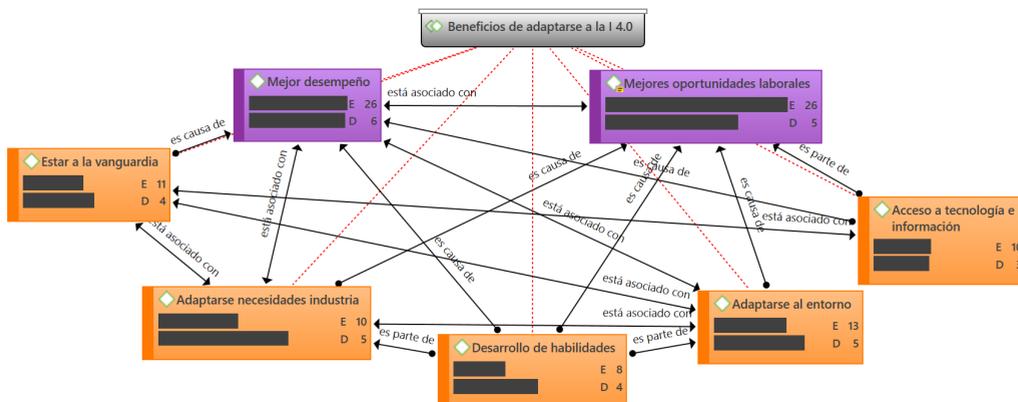


Figura 3 – Beneficios de adaptarse a la Industria 4.0  
Fuente: Elaboración propia (2021)

También mencionaron, entre los beneficios, que les sería más fácil adaptarse a las necesidades exigidas por el mercado y estar mejor preparados para los retos de las últimas tecnologías, ser personas aptas e independientes para cualquier trabajo, así como ser capaces de adaptarse en cualquier contexto, tener una mejor respuesta al cambiante entorno, enfrentar los retos de la globalización contemporánea, tener procesos más eficientes, optimizar el tiempo, tomar mejores decisiones, ofrecer mejor servicio, mejorar el funcionamiento de un departamento, ser más productivos y mantener comunicación con todo el personal de forma virtual.

En respuesta a la pregunta general de este artículo, la mayoría de los entrevistados (92%) indicó que egresar de las IES más adaptados y con mayor conocimiento en la industria 4.0 les permitiría mejores oportunidades laborales, más estables, menor probabilidad de despido, habilidad para trabajar de manera remota con los beneficios logísticos que eso implica y sin la necesidad de mudarse a otras ciudades/países, ser más competitivos, acceso a mayor información y, en general, a ser más globales. Asimismo perciben En relación con el nivel de preparación en el que se encuentran los egresados para ser competitivos en el ambiente laboral y ser contratados por empresas que se están adentrando en la Industria 4.0, 17% consideró que están en nivel avanzado, 48% en el intermedio y 35% en el básico.

En cuanto a las habilidades necesarias que deben ser incluidas en los planes de estudios para que los alumnos egresen preparados para trabajar en el contexto de la industria 4.0, el 45% consideró que saber solucionar problemas es la más importantes, 23% indicó la comunicación interpersonal, 13% señaló el saber cómo crear contenidos, 11% reveló que las habilidades de información y el 8% marcó la habilidad de seguridad como destacable.

De las habilidades sugeridas por el WEF (2016, citado en Martínez, 2018) el 34% indicó que las habilidades sociales son las más importantes, éstas incluyen: persuasión, inteligencia emocional, enseñanza de otros; el 30% consideró a las habilidades de contenido: alfabetización en TIC y aprendizaje activo; el 26% consideran importantes las habilidades de proceso y el 10% consideró las de habilidades de creatividad.

En la figura 4 se pueden observar las competencias blandas y tecnológicas sugeridas en Muñoz-La Rivera *et al.* (2020) y las habilidades para el futuro sugeridas en Davies *et al.* (2011) que los participantes consideran más relevantes, destacando el trabajo en equipo, el uso de tecnologías para procesos de comunicación e interacción de recursos digitales y creación de contenido y el pensamiento novedoso y adaptativo.

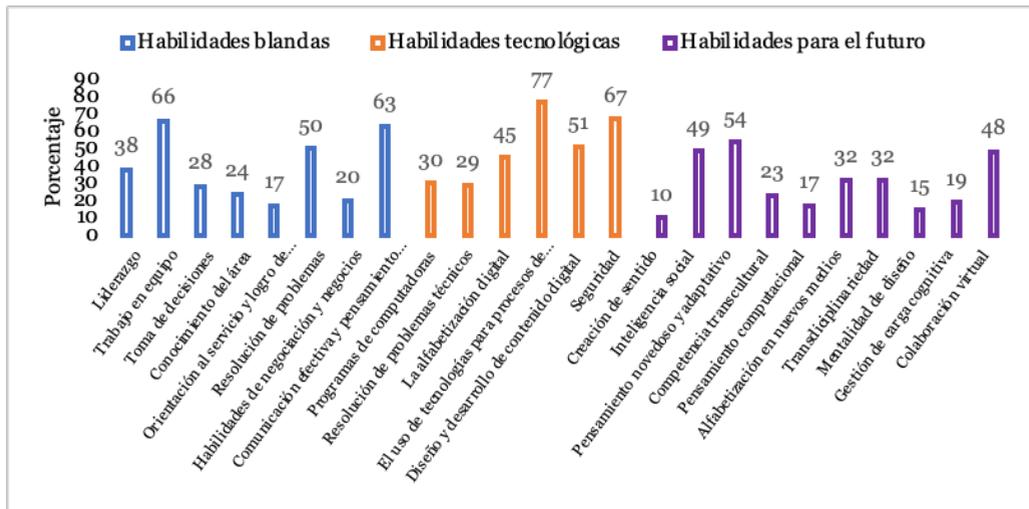


Figura 4 – Habilidades para la Industria 4.0  
Fuente: Elaboración propia (2021)

Las IES mexicanas tienen el reto de, primero, entender la tendencia que impone la Cuarta Revolución Industrial y el proceso de digitalización en el mercado de trabajo, y segundo, hacer las modificaciones en sus programas académicos que ayuden al egresado a insertarse en el mercado, sobre todo, a evitar el remplazo laboral. Para ello, tienen que dotar a sus egresados de competencias basadas en nuevos paradigmas, analizados en este trabajo. De forma general, algunos principios rectores que deberán guiar esos cambios en las IES son resumidos en la figura 5.

<b>Pensamiento inductivo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enseñar a pasar del pensamiento deductivo al inductivo, del simple al complejo, a soluciones distintas para cada caso, a sostener conversaciones complejas; ejercicios de cambio de condiciones.</li> </ul>
<b>Pensamiento prospectivo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidades prospectivas con base en identificar tendencias de fenómenos utilizando competencias técnicas y humanas, el objetivo es convertirse en complementos necesarios de máquinas autónomas (robots, automoviles, diseñadores y supervisores de equipos con IA etc.).</li> </ul>
<b>Manejo de macrodatos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enseñar a extraer valor de los datos, manejo de softwares inteligentes.</li> </ul>
<b>Habilidades técnicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soluciones a problemas prácticos en base a creación de algoritmos y uso de inteligencia artificial.</li> </ul>
<b>Emprendimiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incluir e inducir la titulación por medio de un emprendimiento empresarial.</li> </ul>
<b>Formas de organización</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelos, esquemas y formas de organización empresarial que permitan crear nuevos modelos de negocios.</li> </ul>
<b>Integración</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explorar las relaciones (positvas y negativas) entre tecnología, sociedad, economía, marco legal, perspectiva ética, salud pública y ambiental; ejercicios de trabajo en equipo.</li> </ul>
<b>Conocimiento tácito</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• "Learning-by-doing", mayor tiempo en empresas y organizaciones durante el período de formación.</li> </ul>
<b>Innovación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enseñar cómo innovar, así como métodos, técnicas y áreas susceptibles para hacerlo, explorando el conocimiento en nuevas disciplinas (biología sintética, nanomateriales, genómica, bioeconomía, autoensamblaje de dispositivos, últimas tecnologías, logística, energías renovables, hidrógeno verde, litio, biotecnología, gestión del conocimiento, ambiente, etc.).</li> </ul>
<b>Laboratorios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crear laboratorios en áreas estratégicas e incluir en la curricula tiempo obligatorio en los mismos.</li> </ul>

Figura 5 – Principios rectores para guiar cambios académicos en las IES ante el reto de la Industria 4.0

Fuente: Elaboración propia (2021)

Finalmente, aunque la muestra no sea representativa estadísticamente hablando, dado que en el análisis cualitativo la muestra se selecciona por métodos no probabilísticos o dirigidos ya que su objetivo no es generalizar los resultados en términos de probabilidad

y específicamente el método usado en este artículo para seleccionar la muestra fue por redes (bola de nieve) y por conveniencia (Hernández, Fernández y Baptista, 2014), los resultados obtenidos en este análisis cualitativo realizado en México, pueden ser aplicados a todo América Latina, dado que este conjunto de países también está pasando por una situación similar desde el punto de vista de la digitalización y la Industria 4.0.

#### **4. Conclusiones**

Las innovaciones tecnológicas que caracterizan la Cuarta Revolución Industrial están generando cambios en los empleos y en la manera de realizar las actividades diarias. Las empresas buscan transformarse para alcanzar sus objetivos por medio de la adopción de procesos, competencias y herramientas tecnológicas, dando como resultado nuevos modelos de negocio, producción, servicio y consumo que requieren nuevas formas para crear valor y empleos, trayendo consigo aspectos negativos como el reemplazo de los trabajadores, y positivos con la creación de nuevos empleos más accesibles y flexibles.

Entre las capacidades y habilidades que se encontraron en la literatura para poder insertarse en la industria 4.0 son las que requieren relaciones interpersonales, innovación, pensamiento abstracto, adaptabilidad, creatividad y trabajo en equipo, pues las personas que las tengan corren menos riesgos de ser reemplazados por tecnologías de automatización, también las habilidades intelectuales y relacionadas al aprendizaje son cada vez más demandadas, así como las habilidades de análisis de datos para tomar decisiones en las empresas.

Las habilidades que los participantes consideran de mayor importancia para añadir a los planes de estudios de las IES son: las habilidades de solución de problemas, comunicación y creación de contenido; las necesarias en la Industria 4.0 son: las habilidades sociales y alfabetización de las TIC; las habilidades blandas más sugeridas fueron: el trabajo en equipo, comunicación efectiva y solución de problemas; las tecnológicas: el uso de tecnologías para procesos de comunicación, seguridad de la información y de contenido digital; y las habilidades para el futuro de mayor importancia son: el pensamiento novedoso, la inteligencia social y la colaboración virtual.

En México se observan iniciativas y programas para la creación de empresas y mejora de las condiciones en educación e inversión en investigación y desarrollo para mejorar las oportunidades laborales que permitirán incrementar las tasas de empleo, entre ellas las habilidades interpersonales y socioconductuales a través de estrategias que permitan adentrarse en la era de la innovación digital aprovechando que los estudiantes mexicanos tienen mucha flexibilidad para aprovechar lo que ofrece la sociedad digital.

También en esta quinta ola del capitalismo se puede observar que la digitalización ha influido en la reducción del peso en la industria manufacturera y se ha ido trasladando al sector servicios en países europeos y latinoamericanos pues los productos y servicios intangibles están ganando cada vez más importancia.

Las IES deben adaptar sus programas educativos tendientes a mejorar las habilidades digitales que demanda el mercado, facilitando la inserción de sus egresados en el mercado laboral e incrementando la probabilidad de que alcancen empleos mejor remunerados;

así como seguir las recomendaciones que proponen las agencias internacionales para lograr los objetivos educativos de industrialización inclusiva y sostenible. También, las empresas deben adaptar sus estrategias para desarrollar conocimiento tácito y habilidades técnicas en su capital humano que, junto con las IES, ayuden a reducir la brecha digital y la obsolescencia inducido por la industria 4.0.

## Referencias

- Albesa, J. G., y Oliva, M. A. (2003). Perspectivas teóricas sobre la digitalización de las organizaciones. *Investigaciones europeas de dirección y economía de la empresa*, 9 (2), 49-62.
- Álvarez-Flores, E. P., Núñez-Gómez, P., y Crespo, C. R. (2017). Adquisición y carencia académica de competencias tecnológicas ante una economía digital. *Revista latina de comunicación social*, (72), 540-559.
- Ambesi, L. J. (2019). Tecnología, relaciones laborales y derecho del trabajo: acerca de la tensión entre la técnica y la persona. *Revista Estudios Socio-Jurídicos*, 21(1), 245-266.
- AMITI. (2018a). *La innovación digital, el paradigma disruptivo del siglo XXI: el camino para la creación de una empresa global*. <https://amiti.org.mx/5585/la-innovacion-digital-paradigma-disruptivo-del-siglo-xxi-camino-la-creacion-una-empresa-global>
- AMITI. (2018b). Plan de nación y agenda digital nacional 2018-2024. *México: Asociación mexicana de la industria de tecnologías de información*. <https://amiti.org.mx/wp-content/uploads/2019/02/Plan-de-Naci%C3%B3n-y-ADN18.pdf>
- AMITI. (2020). *La inteligencia artificial, identificando áreas de oportunidad para el crecimiento de tu empresa a nivel talento y softskills*. Consultado el 08 de enero de 2021. <https://amiti.org.mx/7106/la-inteligencia-artificial-identificando-areas-oportunidad-crecimiento-empresa-a-nivel-talento-softskills>
- Banco Mundial. (2019a). *Desarrollo digital*. Consultado el 10 de septiembre de 2020. <https://www.bancomundial.org/es/topic/digitaldevelopment/overview>
- Banco Mundial. (2019b). Informe sobre el desarrollo mundial 2019: La naturaleza cambiante del trabajo, cuadernillo del “Panorama general”. *Banco Mundial, Washington, DC*. Licencia: Creative Commons de Reconocimiento CC BY 3.0 IGO.
- Braña, P. F. J. (2020). Cuarta revolución industrial, automatización y digitalización: una visión desde la periferia de la Unión Europea en tiempos de pandemia. *Instituto Complutense de Estudios Internacionales: Nueva época*, (4), 1.
- Calderón, A., Rovira, S., Patiño, A., Jung, J., y Katz, R. (2021). Hacia una estrategia de mercado digital regional en la Alianza del Pacífico.
- Cann, O. (2016). *Las 10 principales tecnologías emergentes de 2016*. World Economic Forum. Consultado el 05 enero de 2021. <https://es.weforum.org/agenda/2016/06/las-10-tecnologias-emergentes-de-2016>

- CEPAL (2016). Ciencia, tecnología e innovación en la economía digital: la situación de América Latina y el Caribe.
- Davies, A., Fidler, D., y Gorbis, M. (2011). Future work skills 2020. *Institute for the Future for University of Phoenix Research Institute*, 540.
- Derry, T.K. y Williams, T.I. (2004), Historias de las tecnologías, Vol.1, *siglo XXI*, 6ta edición en español.
- Ferrari, A. (2013). DIGCOMP: A framework for developing and understanding digital competence in Europe.
- Flores-Márquez, D. (2016). Recordar el pasado, pensar el futuro: Sociología, comunicación y cultura digital. *Espacio Abierto*, 25 (4), 215-227.
- González-Páramo, J. M. (2017). Cuarta Revolución Industrial, empleo y Estado de Bienestar. *Real Academia de las Ciencias Morales y Políticas, Madrid, España*. [https://www.researchgate.net/publication/321965972\\_Cuarta\\_Revolucion\\_Industrial\\_empleo\\_y\\_Estado\\_del\\_Bienestar#fullTextFileContent](https://www.researchgate.net/publication/321965972_Cuarta_Revolucion_Industrial_empleo_y_Estado_del_Bienestar#fullTextFileContent)
- Hernández, A. J., y Destinoables, A. G. (2019). Empresas, progreso técnico y empleo. Análisis de la inteligencia artificial, automatización y creación-destrucción de empleos: la participación del capital humano y del alto capital humano. *Universidad Autónoma Nacional de México*.
- Hernández, S. R., Fernández, C. C. y Baptista, L. P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6 ed.). México D.F.: McGraw-Hill.
- ITU. (2020). How broadband, digitization and ICT regulation impact the global economy. *International Telecommunication Union*. [http://www.teleadvs.com/wp-content/uploads/ITU\\_Global\\_Econometric\\_Modeling\\_GSR-DiscussionPaper-1.pdf](http://www.teleadvs.com/wp-content/uploads/ITU_Global_Econometric_Modeling_GSR-DiscussionPaper-1.pdf)
- Jones, C., Motta, J., y Alderete, M. V. (2016). Gestión estratégica de tecnologías de información y comunicación y adopción del comercio electrónico en MiPyMES de Córdoba, Argentina. *Estudios gerenciales*, 32(138), 4-13.
- Lladós-Masllorens, J., Meseguer-Artola, A., y Vilaseca-Requena, J. (2018). ¿Dónde emigraron los mejores empleos? El impacto laboral de las cadenas globales de valor y el cambio tecnológico. *Revista de Economía Mundial*, 50/2018, p. 83-106.
- Magadán, D. M. y Rivas, G. J. I. (2019). Adaptación de la industria del libro en España al cambio tecnológico: pasado, presente y futuro de la digitalización. *Información, cultura y sociedad*, (40) [Http://doi: 10.34096/ics.i40.4996](http://doi: 10.34096/ics.i40.4996)
- Martínez, F. C. D. (2018). Sobre el incierto futuro del trabajo y del rol de los actores sociales. *Economía (Lima)*, 41(81), 69-100. <https://doi.org/10.18800/economia.201801.004>
- Meneses, M. E., y Pérez S. G. (2016). Cómo y qué se estudia sobre Internet y la Sociedad de la Información en México. Una mirada desde la AMIC. *Comunicación y sociedad*, (26), 43-70.

- Muñoz-La Rivera, F., Hermosilla, P., Delgadillo, J. y Echeverría, D. (2020). The sustainable development goals (SDGs) as a basis for innovation skills for engineers in the industry 4.0 context. *Sustainability*, 12(16), 6622. <https://doi.org/10.3390/su12166622>
- Pérez C. A. I. (2019). La desconexión digital en España ¿Un nuevo derecho laboral? *Anuario Jurídico y Económico Escurialense*, (52), 101-124.
- Pérez, C. (2010). Revoluciones tecnológicas y paradigmas tecno-económicos. *Cambridge Journal of Economics*, 34(1), 185-202.
- Rifkin, J. (2001). *The age of access: The new culture of hypercapitalism*. Penguin.
- Ramírez, D. (2019). Modelo para la gestión de organizaciones empresariales: Estructurado sobre los grupos de interés. *Negotium: revista de ciencias gerenciales*, 14(42), 20-38.
- Romero M. M. Á. (2018). Capitalismo o sociedad industrial: Marx o Toffler. *El Cotidiano*, 34 (210), 7-14.
- Sanchis-Roca, G., Canós-Cerdá, E., y Maestro-Cano, S. (2016). Red Bull, un ejemplo paradigmático de las nuevas estrategias de comunicación de las marcas en el entorno digital. *Revista Latina de Comunicación Social*, (71), 373-397.
- Schwab, K. (2016, 14 de enero). *The Fourth Industrial Revolution: What it means, how to respond*. World Economic Forum. Consultado el 26 de marzo de 2021. <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond>
- The CIU. (2018). Agenda Digital Nacional 2018: Beneficios digitales para todos. México: *The Competitive Intelligence Unit*. <https://static1.squarespace.com/static/587fdc951b10e30ca5380172/t/5afa1ac90e2e72b318593129/1526340301219/ADN2018-1.pdf>
- Universities of the future. (2021). *State-of-maturity and competence needs*. European Union: Erasmus. [https://universitiesofthefuture.eu/wp-content/uploads/2019/02/State-of-Maturity\\_Report.pdf](https://universitiesofthefuture.eu/wp-content/uploads/2019/02/State-of-Maturity_Report.pdf)
- Valenduc, G. (2018). Technological revolutions and societal transitions. *ETUI Research Paper-Foresight Brief*.
- Valdivia, M. (2018), Condiciones básicas del investigador científico (capítulo 1), en H. Ñaupas, M. Valdivia, J. Palacios y H. Romero, *Metodología de la investigación cuantitativa - cualitativa y redacción de la tesis*. (págs. 41-61). Bogotá: Ediciones de la U.

# La manipulación, discriminación y parcialización de la información, una mirada desde la formación profesional

Alveiro Alonso Rosado Gomez<sup>1</sup>, Claudia Marcela Duran Chinchilla<sup>2</sup>,  
Liliana Calderón Benavides<sup>3</sup>

[aarosadog@ufpso.edu.co](mailto:aarosadog@ufpso.edu.co); [cmduranc@ufpso.edu.co](mailto:cmduranc@ufpso.edu.co); [mcalderon@unab.edu.co](mailto:mcalderon@unab.edu.co)

<sup>1,2</sup> Universidad Francisco de Paula Santander, Sede El Algodonal Vía Acolsure, 546552, Ocaña, Colombia

<sup>3</sup> Universidad Autónoma de Bucaramanga, Avenida 42 No. 48 - 11, 680003, Bucaramanga, Colombia.

**Pages:** 543-555

**Resumen:** Los profesionales en la actualidad, se encuentran inmersos en distintas tensiones de corte social, político, económico y ético, por si fuese poco, la digitalización de la información y el manejo de la misma, ha dado lugar a la transformación de su rol. Por esta razón, se hace necesario que los futuros profesionales, estén preparados para asumir una actitud crítica ante estas prácticas mal intencionadas. Esta investigación, utilizó un enfoque cualitativo para el análisis de las entrevistas que fueron aplicadas a los docentes de comunicación social o periodismo y ciencias computacionales, para conocer su percepción frente a la manipulación, discriminación y parcialización de la información, reflexionando desde el proceso de formación y desarrollo profesional. Se encontró, que aún no existe un consenso entre la forma de abordar este problema, debido a que es un fenómeno reciente que necesita marcos éticos que los regulen y actitudes críticas que los denuncien.

**Palabras-clave:** burbuja de información; comunicación; ética en la inteligencia artificial; inteligencia artificial; justicia algorítmica; manipulación; parcialización; plataformas digitales; sesgo en la web.

## *The manipulation, discrimination and bias of information, from professional training perspective*

**Abstract:** Professionals today are immersed in different social, political, economic and ethical tensions, as if it were not enough, the digitization of information and its management, has led to the transformation of their role. For this reason, it is necessary for future professionals to be prepared to assume a critical attitude towards these malicious practices. This paper used a qualitative approach for the analysis of the interviews that were applied to teachers of social communication or journalism and computer science, to know their perception of the manipulation, discrimination and bias of information, reflecting from the training process and professional development. It was found that there is still no consensus on how

to approach this problem, because it is a recent phenomenon that needs ethical frameworks to regulate them and critical attitudes to denounce them.

**Keywords:** filter bubbles; communication; ethics in artificial intelligence; artificial intelligence; algorithmic fairness; manipulation; bias; digital platforms; bias on the web.

## 1. Introducción

La inteligencia artificial (IA), viene produciendo cambios disruptivos a nivel cultural, social, industrial, académico y político; lo que en la historia se mostraba como ficción en la actualidad ya se encuentra en uso o se está probando, mediante prototipos inteligentes. Este nuevo conjunto de posibilidades tiene una cara positiva en cuanto al aprendizaje que las máquinas hacen del comportamiento humano y como estas posteriormente desarrollan la capacidad de tomar decisiones de forma autónoma, a partir de un conjunto de datos de entrenamiento (Cath, 2018). Estos modelos, son utilizados por las plataformas digitales, para realizar experiencia de usuario y parcializar la información que se muestra, mediante patrones de comportamiento durante la interacción con las aplicaciones (Podesta, Pritzker, Moniz, Holdren, & Zients, 2014). Esta personalización, viene creando sesgos que muestran una parte de la información con algún grado de manipulación buscando implantar ideas sobre una persona, producto o servicio (Mehrabi, Morstatter, Saxena, Lerman, & Galstyan, 2019) y, desde otro punto de vista, al tratar de simular el comportamiento humano, se traslada a las máquinas los comportamientos carentes de ética que se presentan en la sociedad, estimulando la generación de grupos privilegiados y grupos vulnerables, siendo estos últimos a los cuales la tecnología afecta más (Bantilan, 2018).

### 1.1. Plataformas digitales

Son espacios en donde se almacena distinta información conexas con interacciones sociales, es decir, el espacio y el tiempo, han sido acortados, la información se genera de manera instantánea, tanto así que millones de personas pueden estar leyendo, escuchando y viendo una misma información en tiempo real (Zheng, Men, Xiang, & Yang, 2019).

Las plataformas digitales, son usadas por diversas personas y múltiples fines, desde la publicación de una foto, hasta la expresión de pensamientos, ideologías, promociones, solicitudes o agresiones; tal y como lo expresa Roveda (2015) entrevistado por Trillos y Soto (2018, pág. 66) “las tecnologías no son el cuarto poder, sino el escenario en el cual gravitan los poderes y así mismo las plataformas informáticas se convierten en sitios en los cuales convergen los discursos de poder”. Así mismo, Trillos (2015, pág. 102) indica que las redes como espacios digitales propician la interacción entre personas, que comparten unos intereses en común que las identifican. Estas redes, tienen como punto de encuentro las plataformas digitales y los comentarios o emociones que se expresan sobre los contenidos generados, permiten establecer patrones de comportamiento, a partir de la similitud entre los sentimientos y mensajes que se publican, produciendo un fenómeno llamado “Contagio de emociones digitales” (Goldenberg & Gross, 2020).

## 1.2. Desinformación y manipulación

La tecnología ha permitido que los medios tradicionales, las redes sociales y los medios digitales, hagan alianzas que permitan la distribución de información; este hecho ha dado lugar a que muchas veces se manipule o mal informe la ciudadanía, al respecto, López (2014, pág. 70), indica que los medios sociales, Facebook y Twitter, especialmente, se han percatado de la gravedad del tema y sustentan que la falta de fiabilidad en los contenidos podría poner en riesgo su propia subsistencia. Las noticias falsas o *fake news* actúan como mentiras o como técnica de persuasión de acuerdo a estudios realizados por Vosoughi (2018) y Rodríguez (2019), tienen posibilidad de ser replicadas y llegan de manera más veloz a la audiencia, en pocos minutos miles de personas han replicado la información de manera simultánea.

Aguaded y Romero (2015), expresan que los contenidos falsos llevan al individuo a desconfiar de la información que en los medios o redes se publica, sin embargo, también es cierto que muchas personas aceptan o no la información de acuerdo a sus convicciones o precepciones de la realidad y que de la misma manera usan, comparten o publican cierta información falsa o engañosa, con el único propósito de llamar la atención del ciudadano, para convertirse en centro de atracción y aumentar seguidores (Khaldarova & Pantti, 2016), o para generar conflictos entre unos y otros, especialmente cuando se trata de poner en tela de juicio factores políticos, económicos, gubernamentales, sociales o ideológicos (Thorson, 2016).

Con respecto a la manipulación, es considerada como un fenómeno de desviación de la información, que en muchos medios de comunicación ha sido aprobado y lo que es peor, ha sido admitida por la ciudadanía. Manipular, se refiere a falsear deliberadamente a través de distintos medios para distorsionar la verdad y obtener beneficios particulares, el pacto de ética recitado durante la formación es posible que haya perdido su investidura, de compromiso ante la sociedad a decir siempre la verdad para alcanzar la credibilidad (Mayoral, Parratt, & Morata, 2017, pág. 403). El profesional debe ostentar actitudes y honrar todo su ímpetu para hablar de la realidad que lo circunda con verdad y con certeza, para que, de esa manera, pueda contribuir en la construcción de una sociedad digna, respetuosa, tolerante e igualitaria tal y como lo señala Cortina (2000).

## 1.3. Sesgo y justicia en la inteligencia artificial

La IA utiliza, datos generados por las acciones humanas, los cuales pueden estar permeados por intereses particulares o inclinados a un grupo social en particular; este comportamiento puede llegar a generar desigualdad por lo cual se pide que exista “responsabilidad algorítmica”, en las decisiones que toman este tipo de soluciones (Ntoutsi, y otros, 2020), este término se refiere al hecho que los algoritmos se vuelven elementos de discriminación involuntario con sus sugerencias que solo reflejan un comportamiento que existe en el mundo real (Barocas & Selbst, 2016), por utilizar datos sesgados debido a no contemplar, la representatividad que tienen los datos utilizados que genera distorsión en cuanto a las características generales de una población (Olteanu, Castillo, Diaz, & Kiciman, 2019). Generalmente, las decisiones injustas se relacionan con la preferencia que los algoritmos producen por un sexo, raza, religión y nacionalidad en particular (Ntoutsi, y otros, 2020).

La forma de presentarse este problema en las plataformas digitales y en las redes sociales, obedece a dos razones; la primera relacionada con la intensidad que tienen los humanos de crear efectos burbuja en los contenidos, y la segunda producto del aprendizaje errático de los algoritmos (Baeza-Yates, 2018). Un ejemplo de esa primera razón, es la confusión algorítmica, la cual se presenta cuando a los algoritmos se les asigna la responsabilidad de definir cómo y cuándo mostrar información a los usuarios (Salganik, 2017). Otro ejemplo, es la paradoja de la amistad, en donde el promedio de los contactos que se tienen agregados tiene más amigos, esto genera que las personas más populares potencien comportamientos en los demás miembros de su red, influenciando en sus ideas y preferencias (Jackson, 2017). Para la segunda razón, se presenta especialmente en las redes sociales, como Twitter y Facebook, donde al tratar de comprender el comportamiento de los usuarios por medio de sus publicaciones, se terminan mezclando los comentarios realizados por los humanos y por máquinas, aprendiendo un comportamiento llamado cyborgs, estableciendo generalizaciones mal fundamentadas (Chu, Gianvecchio, Wang, & Jajodia, 2012). Otro ejemplo, de esta segunda razón se relaciona con las campañas publicitarias, en donde al tratar de optimizar la rentabilidad de los anuncios, se limita la población que lo podrá ver, produciendo exclusiones sobre grupos con características particulares como por ejemplo el sexo y la edad (Lambrech & Tucker, 2019).

Partiendo desde esta aproximación documental, este artículo adiciona nuevos elementos a la discusión permanente sobre la desinformación y manipulación que hacen las plataformas digitales, incluyendo el sesgo y la injusticia en la IA, como un problema que viene en aumento, conforme se delega la toma de decisiones automáticas en las máquinas y se disminuye la intervención humana en dichos procesos. También, esta investigación, brinda una mirada desde la perspectiva de los formadores de profesionales en comunicación social o periodismo (CSP); desde dos puntos de vista, el primero relacionado a su función de generadores de contenidos para las plataformas digitales y el segundo, con relación a su papel crítico ante la denuncia pública que se debe hacer de estas malas prácticas. De forma complementaria se vincularon a docentes en ciencias computacionales (CC), para conocer la visión que estos tienen con relación a los desarrolladores de arquitecturas de software inteligentes y sus límites éticos.

## **2. Metodología**

Esta investigación tiene un enfoque cualitativo a utilizando teoría fundamentada, toda vez que ésta permite tener una aproximación inductiva, en la cual la introducción de datos ofrece un punto de referencia para el desarrollo de una teoría sobre la situación o fenómeno estudiado (Glaser & Strauss, 1967), para el caso de la investigación se compara contenidos de las entrevistas para posteriormente determinar categorías teóricas para comprender el fenómeno estudiado, en lo particular para interpretar la percepción frente a la manipulación, discriminación y parcialización de la información (MDPI) que tienen los docentes que forman a los CSP y a los profesionales en CC. Los objetivos que orientaron este trabajo fueron el determinar cómo perciben los docentes universitarios las prácticas de MDPI actuales y como conciben el papel que deben jugar los nuevos profesionales, ante esta situación. adicionalmente, examinar la forma en que la ética profesional es abordada e incentivada por los docentes y cuáles son los elementos que tienen en común.

Se realizaron entrevistas estructuradas o enfocadas a doce (12) docentes universitarios, seis (6) de ellos CSP y los otros seis (6) profesionales en CC. El formato de entrevista fue de cinco (5) preguntas que dieran la posibilidad de expresar la opinión de manera libre sobre la MDPI. Se optó por realizar entrevista porque permite que los sujetos expresen libremente y sin presión lo que piensan. Se mantuvo un equilibrio entre los participantes en cuanto a género (masculino o femenino), rango de edad (30-40, 40-50 y 50-60) y años de experiencia (1-3, 3-6 y 6-10). El conjunto de preguntas que se utilizó, fue el siguiente:

Pregunta 1. Desde su visión como docente y como elector en los procesos democráticos, ¿conoce casos de estrategias digitales en Colombia, que estén encaminadas a la implantación de ideas falsas, para beneficiar o perjudicar a un individuo, empresa, ideología?

Pregunta 2. Dentro de su catedra, ¿plantea con sus estudiantes alguna discusión sobre la manipulación a la cual pueden estar expuestos por las redes sociales y plataformas tecnológicas? ¿Cómo lo hace? ¿Qué ha concluido?

Pregunta 3. ¿Cómo aborda las temáticas que expongan los elementos éticos que se deben tener, tanto al consultar, como, al analizar la información que está disponible en internet?

Pregunta 4. Ante la proliferación de noticias falsas, manipulación de elecciones y consumidores, por medio de la tecnología, considera que el egresado, ¿está desarrollando las competencias necesarias para identificar el límite ético que deben tener en su desarrollo laboral?

Pregunta 5. Además, de la manipulación intencional que se puede hacer con la tecnología, existe otro problema que viene emergiendo y es la discriminación que hacen las plataformas tecnológicas al tomar decisiones injustas en cuanto al género, raza, religión, estrato social etc. Está familiarizado con esta situación ¿qué opina?

Para el análisis de la información, se tomaron las respuestas dadas por los diferentes profesionales y fueron analizadas con el fin de hacer generalizaciones significativas a través de triangulación (Díaz-Bravo, Torruco-García, Martínez-Hernández, & Valera-Ruiz, 2013); integrando los elementos conceptuales, y los testimonios originales, expresados por los entrevistados (Lafuente-Ibáñez & Marín-Egoscozábal, 2008).

### **3. Resultados y discusión**

En esta sección se consolida las respuestas suministradas por los entrevistados, para determinar las categorías se utilizó el método de comparaciones constantes. Luego de consolidar todas las respuestas, se continuo con el proceso de codificación, identificándose los siguientes códigos: transparencia, se relaciona con todas aquellas acciones encaminadas a exponer como toman los algoritmos las decisiones y como se gestionan los datos, específicamente en los métodos de seguimiento y evaluación. Responsabilidad, se establece como el grado de compromiso con buscar resultados que benefician a las personas y no las engañen y perjudiquen. Desinformación, corresponde a la práctica de exponer contenidos o acciones que no corresponden a la realidad o son reales con interpretaciones parcializadas. Coerción o dominación, se relacionan con

las acciones encaminadas a manipular el comportamiento de las personas, limitando el contacto o clasificándolas de acuerdo a su comportamiento de uso de los recursos digitales. Control, se relaciona con la búsqueda de mecanismos de seguimiento y evaluación del desarrollo y aplicación de soluciones inteligentes que se deben definir desde ámbitos institucionales.

La definición de los códigos, permitió establecer las categorías, basado en las respuestas que manifestaron los entrevistados. Las respuestas de la pregunta 1 y 2, se consolidó dentro de la categoría democracia y manipulación. El análisis de las preguntas 3 y 4, tiene la categoría ética y criterio y la pregunta 5, se estableció con la categoría automatización. Las asociaciones entre los códigos y las categorías se muestran en la figura 1.

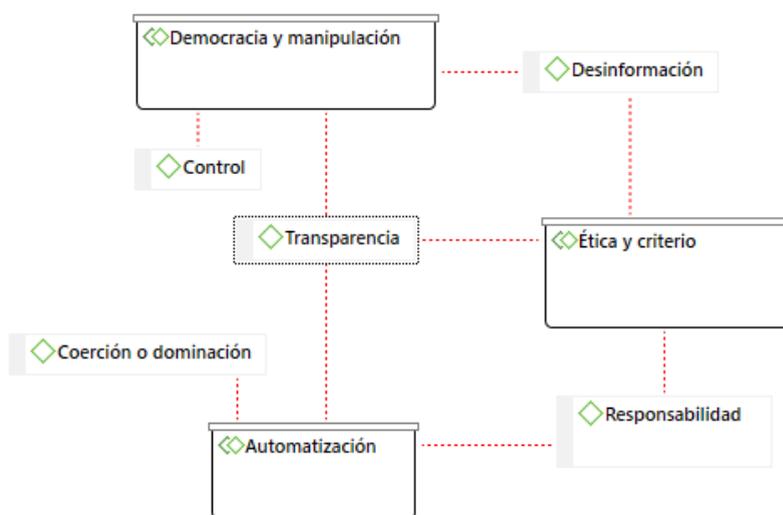


Figura 1 – Asociación entre categorías y códigos

### 3.1. Democracia y manipulación

Las plataformas digitales y las redes sociales, juegan un papel relevante en cuanto a la divulgación de las campañas políticas, mostrando los perfiles de los candidatos y sus propuestas, con el ánimo de ser aceptados por los electores. Existen casos en los cuales el objetivo de la campaña es desprestigiar a un político o una decisión electoral. Otra forma de desinformación, consiste en hacer llegar contenido con noticias falsas o parcialmente verdadera, encaminada a generar una imagen negativa de un candidato. Estas formas de manipulación influyen en los electores generando polarización; ya sea implantando nuevas ideas o radicalizando las existentes.

Entre los entrevistados, existe un consenso en cuanto a detectar la manipulación que se viene realizando en los procesos democráticos y se evidencia una percepción negativa hacia esta forma de actuar. Sin embargo, en cuanto al diálogo con relación a la manipulación, solo un docente CSP, invita a generar reflexión sobre este tema, el resto

de ellos manifiestan que la discusión se presenta de forma casual mientras se desarrolla un tema específico del currículo. Con este panorama queda pendiente que todos los docentes, inculquen a sus estudiantes, un enfoque como el de Enríquez (2007, pág. 33), quien manifiesta que el periodismo se ha convertido en sinónimo de agresividad y usa distintos medios, herramientas o recursos para incitar el interés del público, lo importante es tener audiencia, sin valorar el precio, de esa manera, pierde el rumbo de la responsabilidad y el compromiso que se tiene con la sociedad: “decir siempre la verdad” y por el contrario como expresa Restrepo (2009) se recurre a la trampa, la manipulación, la mofa y se transgrede la buena fe de la sociedad.

En general las respuestas dadas por los CSP, se pueden argumentar desde los expresado por Viounnikoff-Benet (2018), basado en que la cantidad de información que se sube a las plataformas digitales, por parte de los ciudadanos, información que muchas veces tiene un corte “periodístico” ha llevado a que de una u otra manera se cuestione la labor del periodista, preguntándose sobre su función, y, han replanteado las características que los diferencian de las personas que no poseen su misma formación y se dedican a divulgar contenido comercial o noticioso, el dilema que se plantea es como destacarse tratando de informar o de llegar a la divulgación masiva de sus contenidos, sin incurrir en prácticas de manipulación.

Por el lado de los docentes de CC, el debate va más centrado a los aspectos técnicos sobre la arquitectura tecnológica de este tipo de soluciones, que vinculan el procesamiento del lenguaje natural, el tratamiento de imágenes, la recuperación de la información, en modelos de aprendizaje automático que clasifiquen los usuarios según sus preferencias y comportamientos. Encontrando que hace falta inculcar que los proyectos de ciencias de datos, deben tener control y sensibilidad social independientemente de lo relevante de sus resultados (Salimi, Rodriguez, Howe, & Suciú, 2019), tienen que ser responsables del daño que pueden causar; a pesar de la falta de control legal que puede tener este tipo de prácticas, se tienen que evitar en la sugerencia de contenido, la generación de burbujas de radicalización ideológica, se debe optar por ofrecer imparcialidad en la elección que puede hacer el usuario (Horta, Ottoni, West, Almeida, & Meira, 2020) y generar plataformas que hagan asignaciones justas y transparentes de contenido, que desea el usuario, sin ningún tipo de manipulación (Ilvento, Jagadeesan, & Chawla, 2020).

### **3.2. Ética y criterio**

Las respuestas dadas, tienen como común denominador que alinean la ética, al ser humano como individuo dentro de una sociedad, como sujeto con autonomía y con voluntad, responsabilidad, conciencia y con capacidad de ver y entender el mundo a partir de sus percepciones. Desde esta perspectiva, el profesional, pese a las distintas obligaciones que en su vida laboral circundan y presionan su desempeño, no deben olvidar su conducta ética, más aún cuando uno de sus principios es ofrecer, productos o servicios que cumplan con las necesidades del usuario y que no los perjudiquen con su aplicación. La mayoría de los entrevistados, relaciona la ética con lo moralmente correcto; específicamente, en reflexionar antes de actuar y como sus acciones pueden afectar a los demás. Pero esta expectativa sale del alcance del aula de clase, y no necesariamente trasciende a la vida laboral y son las necesidades particulares las que de alguna manera motivan su actuar.

La transparencia en la comunicación es y debe ser uno de los principios básicos de todas aquellas personas encargadas de dar a conocer y difundir los acontecimientos, hechos, fenómenos y situaciones que se vive a diario en el mundo; sin embargo, como lo manifiesta Barragán (2007), la vida real no es así, la ética se ve afectada por innumerables factores relacionados con intereses, coacciones o convenios con empresas, instituciones, personas naturales o jurídicas, los cuales llevan a que se quebrante los compromisos que se tiene con la sociedad con respecto a informar con veracidad, sin manipulación y responsabilidad. En esa misma línea de ideas, Tssetsura y Valentini (2016, pág. 576) indican que el ser humano, es capaz de dignificar a través de su profesionalismo a todas aquellas personas que aún creen en la verdad, en la responsabilidad social y en la ética profesional, expresando lo que verdaderamente es, la realidad, sin engaños, sin adornos, pero con delicadeza y con honestidad.

Desde el punto de vista de la formación, las universidades deben promover la generación de códigos de ética que regulen el daño que causa la tecnología que es desarrollada o aplicada (Washington & Kuo, 2020), esto puede incluir metodologías que incluyan declaraciones de confianza o mecanismos de interpretación, explicación y rendición de cuentas para las personas que construyan o utilicen una plataforma (Abebe, Barocas, Kleinberg, Levy, Raghavan, & Robinson, 2020), incluir contenidos específicos dentro de los currículos que expongan de forma amplia esta situación de desinformación, parcialización e injusticia en la tecnología, para que el futuro profesional tenga claro los límites éticos de su trabajo (Bates, & otros, 2020). El poder que pueden llegar a tener de construir aplicaciones y divulgar información debe estar supeditado al beneficio colectivo por encima de los intereses particulares.

Esos lineamientos éticos, también deben incluir la responsabilidad civil de denunciar, los contenidos cargados de desinformación y las plataformas que producen salidas injustas, como es el caso de ProPublica, que se encarga de divulgar casos como el de COMPAS (Correctional Offender Management Profiling for Alternative Sanctions), la cual es una herramienta tecnológica que permite sugerir sanciones a los delincuentes según su riesgo de reincidencia dentro de los dos años siguientes a la evaluación de su perfil (Butterworth, 2018), se encontró que el riesgo asignado a las personas de color es mayor que las personas blancas, esto produjo que se iniciara tanto la divulgación como la búsqueda de la solución para esta clase de problemas en donde las personas que pertenecen a un grupo sensible, son más injustamente tratadas por la IA (Angwin, Larson, Mattu, & Kirchner, 2016).

### **3.3 Automatización**

En esta categoría, solo tres entrevistados respondieron a la pregunta, el resto de docentes, menciono que no conocía el tema. Por esta razón, en esta sección se hace una aproximación conceptual relacionada con las respuestas, redactadas por los docentes.

El sesgo tiene que ver con la distorsión en la representación de un conjunto de datos o la parcialidad que se encuentran en los datos (Olteanu, & otros, 2019). Existen dos tipos de sesgo; uno que es producido por los datos y el otro producido por los algoritmos (Mehrabi, & otros, 2019). En la literatura se tiene adicional al concepto de sesgo, el de justicia, la cual se relaciona con la equidad que deben generar los algoritmos de ML en

su salida (Gajane & Pechenizkiy, 2017) o como lo señalan Suresh & Gutttag (2019), es la inconsistencia que generalmente está presente en las tareas de clasificación y que se producen, en el aprendizaje que hacen los algoritmos, basados en datos que pueden contener sesgo al reflejar una visión distorsionada de la realidad.

La discriminación dentro de la IA, también es producida por el desconocimiento o falta de rigurosidad en el tratamiento de los datos, como los estudios longitudinales en donde una población puede cambiar con el tiempo o cuando se utilizan un conjunto de registros en donde predomina unas características poblacionales particulares, o cuando se hacen estudios en Twitter, pero se toman los mensajes de un lugar geográfico y luego se intentan analizar los resultados en otro lugar diferente (Olteanu, & otros, 2019), (Mehrabani, & otros, 2019). Las respuestas, indican que los docentes entienden que este es un problema que puede presentarse de forma no intencional y pasar oculto para el profesional que realiza el desarrollo, siendo identificado cuando existan personas que fueron perjudicadas por sus decisiones. Pero, se muestra también, que existen casos manipulación intensional de las personas usando IA.

Los docentes, entienden esta forma de divulgar información, con un grado de falsedad, viene tomando popularidad en los medios y está alineado a lo expuesto por (Takacs & McCulloh, 2019). Esta falta de transparencia coincide con Mehrabi, & otros (2019), y es potenciada por la dominación que generan las plataformas digitales, logrando diseminar ideas sesgadas a los miembros de una red, haciendo difícil de discernir, como lo señala Barocas, Bradley, Honavar, & Provost (2017) que idea es real y cual fue implantada. Esta manipulación, la soporta tecnológicamente las soluciones inteligentes que permiten sugerir contenido a los usuarios, que según lo expone Podesta, & otros (2014), está basado en el aprendizaje del comportamiento del usuario. En sintonía con lo anterior, Kearns, Neel, Roth, & Wu (2018), denuncian que esta automatización, viene generando discriminación al enseñar a las máquinas la injusticia que está en el mundo real y que posteriormente replican.

### **3.4. Perspectiva teórica**

Realizando la integración de categorías, para generar una perspectiva teórica sobre el papel que cumple la formación universitaria con relación a la MDPI, se tienen los elementos básicos como el hecho de fomentar principios o criterios éticos que orienten las acciones que desarrollen los futuros profesionales, este enfoque fomenta la responsabilidad con la sociedad y con la profesión, permitiendo que exista una sensibilidad por generar productos y/o servicios que funcionan de forma transparente, encaminados a mejorar su calidad de vida de los usuarios. El avance tecnológico sumado a la disminución de los principios éticos, viene generando un ambiente ideal para que la MDPI siga creciendo, esta en los humanos que diseñan y usan estas herramientas controlar las decisiones injustas, sean estas intencionales o no, para permitir un crecimiento de la tecnología con pertinencia social, enmarcado en la igualdad de oportunidades y en el beneficio colectivo por encima del particular. No se le puede pedir a las máquinas un comportamiento ejemplar, cuando los humanos de los cuales aprende tienen un sesgo en su juicio.

## 4. Conclusiones

La ética profesional, debería ser un tema de debate constante, de reflexión, que lleve a tomar decisiones de fondo sobre su papel en la sociedad, qué tipo de producto o servicio ofrece y cómo debe hacerlo, ajustándose al mundo digital y por su puesto a la gran cantidad de información que se maneja en la actualidad; se debe recobrar la identidad para que a la vez se recupere la credibilidad. Ser auténticos, veraces, humanos, e imparciales es uno de los caminos para lograr posicionarse de nuevo, dentro del mundo de los medios de comunicación y la información y sobre todo en el mundo digital.

Otro punto que se debe tener en cuenta es la responsabilidad social de los profesionales, en cuanto a la forma en que aporta a su entorno y hacen una evangelización digital que ayude a los usuarios de las plataformas digitales a identificar la MDPI, para que tengan los argumentos necesarios para denunciar estas prácticas.

Desde las respuestas de los entrevistados la MDPI, es un tema reciente que aún no se posesiona como una reflexión permanente que genere cambios en los planes de estudio y que esté presente en la formación profesional, es evidente que la ética y los valores se fomentan por los profesores, pero se quedan cortos, cuando el estudiante sale a su vida profesional y se encuentra con prácticas y oportunidades laborales, en las cuales MDPI, hace parte de los productos y servicios que se comercializan.

## Referencias

- Abebe, R., Barocas, S., Kleinberg, J., Levy, K., Raghavan, M., & Robinson, D. (2020). Roles for computing in social change. *Conference on Fairness, Accountability, and Transparency* (págs. 252–260). Barcelona: ACM. doi:10.1145/3351095.3372871
- Aguaded, J., & Romero, L. (2015). Mediamorfosis y desinformación en la infoesfera: Alfabetización mediática, digital e informacional ante los cambios de hábitos de consumo informativo. *Education in the Knowledge Society*, 1, 44-57. doi:10.14201/eks2015161
- Angwin, J., Larson, J., Mattu, S., & Kirchner, L. (23 de Mayo de 2016). *Machine Bias*. Obtenido de Propublica: <https://www.propublica.org/article/machine-bias-risk-assessments-in-criminal-sentencing>
- Baeza-Yates, R. (2018). Bias on the web. *Communications of the ACM*, 54-61. doi:10.1145/3209581
- Bantilan, N. (2018). Themis-ml: A Fairness-Aware Machine Learning Interface for End-To-End Discrimination Discovery and Mitigation. *Journal of Technology in Human Services*, 15-30.
- Barocas, S., & Selbst, A. (2016). Big Data's Disparate Impact. *California Law Review*, 671-732. doi:10.2139/ssrn.2477899
- Barocas, S., Bradley, E., Honavar, V., & Provost, F. (2017). Big Data, Data Science, and Civil Rights. *Computing Community Consortium*, 1-8.
- Barragán, A. (2007). Ética del periodista: formación y práctica. *Reencuentro*(49), 37-452.

- Bates, J., Cameron, D., Checco, A., Clough, P., Hopfgartner, F., Mazumdar, S., Scaffi, L., Stordy, P. & de la Vega de León, A. (2020). Integrating FATE/critical data studies into data science curricula: where are we going and how do we get there? *Conference on Fairness, Accountability, and Transparency* (págs. 425–435). Barcelona: ACM. doi:10.1145/3351095.3372832
- Butterworth, M. (2018). The ICO and artificial intelligence: The role of fairness in the GDPR framework. *Computer Law and Security Review*, 257-268. doi:10.1016/j.clsr.2018.01.004
- Cath, C. (2018). Governing artificial intelligence: Ethical, legal and technical opportunities and challenges. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 1-8. doi:https://doi.org/10.1098/rsta.2018.0080
- Chu, Z., Gianvecchio, S., Wang, H., & Jajodia, S. (2012). Detecting Automation of Twitter Accounts: Are You a Human, Bot, or Cyborg? *IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing*, 811-824. doi:10.1109/TDSC.2012.75
- Cortina, A. (2000). *El sentido de las profesiones*. Navarra: Verbo Divino.
- Diaz-Bravo, L., Torruco-Garcia, U., Martinez-Hernandez, M., & Valera-Ruiz, M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Metodologia de Investigacion en Educacion Medica*, 2(7), 162-167.
- Gajane, P., & Pechenizkiy, M. (2017). On Formalizing Fairness in Prediction with Machine Learning. *Arxiv*, 1-6.
- Glaser, B. & Strauss, A. (1967). *The discovery of grounded theory*. Chicago: Aldine Press.
- Goldenberg, A., & Gross, J. (2020). Digital Emotion Contagion. *Trends in Cognitive Sciences*, 1-13. doi:10.1016/j.tics.2020.01.009
- Horta, M., Ottoni, R., West, R., Almeida, V., & Meira, W. (2020). Auditing radicalization pathways on YouTube. *Conference on Fairness, Accountability, and Transparency* (págs. 131–141). Barcelona: ACM. doi:10.1145/3351095.3372879
- Ilvento, C., Jagadeesan, M., & Chawla, S. (2020). Multi-category fairness in sponsored search auctions. *Conference on Fairness, Accountability, and Transparency* (págs. 348–358). Barcelona: ACM. doi:10.1145/3351095.3372848
- Jackson, M. (2017). The Friendship Paradox and Systematic Biases in Perceptions and Social Norms. *Journal of Political Economy*, 1-40. doi:10.1086/701031
- Kearns, M., Neel, S., Roth, A., & Wu, Z. (2018). Preventing fairness gerrymandering: Auditing and learning for subgroup fairness. *35 International Conference on Machine Learning* (págs. 4008-4016). Stockholm: arxiv.
- Khaldarova, I., & Pantti, M. (2016). Fake News The narrative battle over the Ukrainian conflict. *Journalism Practice*, 10. doi:10.1080/17512786.2016.1163237
- Lafuente-Ibáñez, C., & Marín-Egoscozabal, A. (2008). Metodologías de la investigación en las ciencias sociales: Fases, fuentes y selección de técnicas. *Escuela de Administración de Negocios*, 5-18.

- Lambrech, A., & Tucker, C. (2019). Algorithmic Bias? An Empirical Study of Apparent Gender-Based Discrimination in the Display of STEM Career Ads. *Management Science*, 1-16. doi:10.2139/ssrn.2852260
- López, G. (2014). El procesos de desintermediación comunicativa. *Revista Intrencional del Mundo Económico y el Derecho*, 69-091.
- Mayoral, J., Parratt , S., & Morata, M. (2017). Desinfoamción, manipulación y credibilidad periodística: una perspectiva histórica. *Historia y Comunicación*, 24, 395-409. doi:10.5209/hics.66267
- Mehrabi, N., Morstatter, F., Saxena, N., Lerman, K., & Galstyan, A. (2019). A Survey on Bias and Fairness in Machine Learning. *arXiv*, 1-31.
- Ntoutsis, E., Fafalios, P., Gadiraju, U., Iosifidis, V., Nejd, W., Vidal, M.-E., . . . Ferna. (2020). Bias in Data-driven AI Systems -- An Introductory Survey. *arXiv*, 1-19.
- Olteanu, A., Castillo, C., Diaz, F., & Kiciman, E. (2019). Social Data: Biases, Methodological Pitfalls, and Ethical Boundaries. *Frontiers in Big Data*, 1-33. doi:10.3389/fdata.2019.00013
- Podesta, J., Pritzker, P., Moniz, E., Holdren, J., & Zients, J. (2014). *Big Data: Seizing Opportunities, Preserving Values*. Washington: Executive Office of the President.
- Restrepo, J. (2009). Ética en la empresa periodística. *Enterprise*, 8, 84-94.
- Roveda, A. (2015). Plataformas digitales. (J. Trillos, & J. Soto, Entrevistadores)
- Salaverría, R., & Negro, S. (2008). *Periodismo integrado: convergencia de medios y reorganización de redacciones*. Sol90.
- Salganik, M. (2017). *Bit by Bit: Social Research in the Digital Age*. Princeton: Princeton University Press.
- Salimi, B., Rodriguez, L., Howe, B., & Suci, D. (2019). Interventional Fairness : Causal Database Repair for Algorithmic Fairness. *International Conference on Management of Data* (págs. 793-810). Amsterdam: ACM. doi:10.1145/3299869.3319901
- Suresh, H., & Guttag, J. (2019). A Framework for Understanding Unintended Consequences of Machine Learning. *arxiv*, 1-10.
- Takacs, R., & McCulloh, I. (2019). Dormant Bots in Social Media: Twitter and the 2018 U.S. Senate Election. *IEEE/ACM International Conference on Advances in Social Networks Analysis and Mining (ASONAM)* (págs. 196-800). Vancouver: IEEE. doi:10.1145/3341161.3343852
- Thorson, E. (2016). Belief echoes: the persistent effects el corrected misinformation. *Political Communication*, 460-480. doi:10.1080/10584609.2015.1102187
- Trillos, J. (2015). *La red: un escenario para la fragmentación del poder y la política en América Latina*. Madrid: Gedisa.
- Trillos , J., & Soto, J. (2018). El poder de los medios masivos tradicionales y las plataformas digitales en el activismo político. *Encuentros*, 16, 62-78. doi:0.15665/encuent.v16i02.1440

- Tsetsura, K., & Valentini, C. (2016). The holy, triad in media ethics; a conceptual model for understanding global media ethics. *Relations Review*(42), 573-581. doi:10.1016/j.pubrev.2016.03.013
- Viounnikoff-Benet, N. (2018). *La imagen del candidato en la era digital Cómo gestionar la escenografía política*. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya.
- Vosoughi, S., Roy, D., & Aral, S. (2018). The spread of true and false news online. *Science*, 359(6380), 1146-1151. doi:10.1126/science.aap9559
- Washington, A., & Kuo, R. (2020). Whose side are ethics codes on? power, responsibility and the social good. *Conference on Fairness, Accountability, and Transparency* (págs. 230–240). Barcelona: ACM. doi:10.1145/3351095.3372844
- Zheng, X., Men, J., Xiang, L., & Yang, F. (2019). Role of technology attraction and parasocial interaction in social shopping websites. *International Journal of Information Management*, 1-13. doi:https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.102043

# Aplicação dos princípios de percepção visual a visualização de dados para tomada de decisão

Rosane Gonçalves Theophilo<sup>1</sup>, Antonio Augusto Gonçalves<sup>2</sup>, Mila Rosendahl Avelino<sup>3</sup>, Sandra Regina Freitas Da Silva Morgado De Gois<sup>4</sup>

**rosanetheophilo@gmail.com; antonio.agoncalves@estacio.br; mrosendahl@inmetro.gov.br; sandra.gois@estacio.br**

<sup>1</sup> Universidade Estácio de Sá, Rio de Janeiro, Brasil

<sup>2</sup> Universidade Estácio de Sá, Rio de Janeiro, Brasil

<sup>3</sup> Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia, Rio de Janeiro, Brasil

<sup>4</sup> Universidade Estácio de Sá, Rio de Janeiro, Brasil

**Pages: 556-572**

**Resumo:** As empresas buscam soluções que permitam obter informações que facilitem as análises dos resultados para tomada de decisão. Nesse cenário, a adoção de *dashboards* como ferramentas de monitoramento gera vantagem competitiva pela agilidade e versatilidade deste. Com o objetivo de verificar se a organização, a escolha dos gráficos, as cores e disposição nos *dashboards* impactam na interpretação das informações para a tomada de decisão, estudou-se as teorias: dos Princípios da Gestalt de percepção visual, da classificação baseada em contexto para técnicas de visualização, e estudos sobre cores. Foi realizado um experimento através de uma pesquisa Survey para dois grupos: controle e tratamento. Para a análise dos resultados utilizou-se: teste de hipótese para diferença entre duas médias para amostras independentes com distribuição em t e Teste Mann-Whitney. Os resultados indicaram diferenças no desempenho dos grupos avaliados, sinalizando que as técnicas estudadas impactaram positivamente na interpretação e tomada de decisão dos participantes.

**Palavras-chave:** Dashboard; percepção visual; interpretação de gráficos; tomada de decisão.

## *Application of visual perception principles to data visualization for decision making*

**Abstract:** Companies are looking for solutions that allow them to obtain information that facilitates the analysis of results for decision making. In this scenario, the adoption of dashboards as monitoring tools generates competitive advantage due to its agility and versatility. To verify whether the organization, the choice of graphics, the colors and layout on the dashboards impact the interpretation of information for decision making, theories were studied: from the Gestalt Principles of visual perception, from the context-based classification for visualization techniques, and

color studies. An experiment was carried out through a Survey for two groups: control and treatment. For the analysis of the results, was used: hypothesis test for difference between two means for independent samples with distribution in t and Mann-Whitney Test. The results indicated differences in the performance of the evaluated groups, indicating that the studied techniques had a positive impact on the participants' interpretation and decision-making.

**Keywords:** Dashboard; visual perception; graphics interpretation; decision making.

## 1. Introdução

Os avanços das tecnologias de informação associados ao volume de dados e à velocidade das transações no ambiente de negócios atual (Yigitbasioglu & Velcu, 2012), se refletem na forma como as empresas vêm se adaptando para garantir a transformação desses dados em informações gerenciais que suportem as ações dos tomadores de decisão das empresas, a fim de gerar vantagem competitiva (Benoit, 2019; Morais et al, 2018). Diante disso, o uso dos *dashboards* como ferramenta de gestão da informação e monitoramento dos indicadores nas empresas torna-se essencial para o processo de gerenciamento de desempenho (Muntean et al, 2010).

O nome “*dashboard*” é utilizado para descrever o formato de visualização das informações para tomada de decisão. Pode-se definir um *dashboard* como uma exibição visual das informações e indicadores mais relevantes da empresa, que tem por objetivo atingir uma ou mais metas. Essas informações são apresentadas de forma organizada e consolidada em uma única tela para serem monitoradas e interpretadas rapidamente (Few, 2005a; Few, 2007).

No entanto, o excesso de informações e o uso inadequado dos gráficos são problemas recorrentes na elaboração dos *dashboards* (Caetano et al 2016; Few, 2005b).

De acordo com Scholtz et al (2018), o design de um *dashboard* é um dos fatores cruciais para seu sucesso, pois uma boa visualização de dados permite a interação do visualizador com os dados, de forma que ele consiga obter conhecimento e gerar ideias a partir desta interação.

Mesmo sendo ferramentas populares para a gestão dos negócios das empresas, as pesquisas científicas sobre *dashboards* não conseguiram acompanhar esta evolução (Yigitbasioglu & Velcu, 2012). A questão problema deste estudo buscou analisar como apresentar informações de forma clara e intuitiva nos *dashboard* para a tomada de decisão mais assertiva, e, para isso, foi necessário verificar se a escolha dos gráficos e aspectos visuais dos *dashboards* eram fatores determinantes na interpretação das informações para a tomada de decisão.

Nos capítulos a seguir serão apresentados o referencial teórico, a metodologia adotada, análise dos resultados e conclusão da pesquisa.

## 2. Referencial Teórico

O movimento da Indústria 4.0 promove um aumento expressivo no tipo e no volume de dados gerados pela internet acompanhada pelo crescimento das mídias e redes sociais, gerando, também, a necessidade de criar maneiras de armazenar e gerenciar as

informações de forma organizada. Nesse contexto, o *Big Data* permite o armazenamento e tratamento desse grande volume de dados, tornando possível a geração de modelos estatísticos com objetivo de otimizar e prever os dados (Morais et al, 2018).

A transformação da massa de dados do *Big Data* em informação, permite a geração de conhecimento por meio de sistemas e ferramentas de visualização de informação (Nazemi et al, 2015; Po et al, 2019). Dessa forma, surgiram pesquisas na área de visualização de dados, para desenvolver inúmeros layouts e métodos de interação visual (Nazemi et al, 2015).

No entanto, as informações dispostas nos painéis de informações ou *dashboards* distanciam-se do seu potencial atualmente. A causa deste problema não é a tecnologia existente, mas o design inadequado para apresentação das informações. A finalidade dos painéis ou *dashboards* é apresentar uma série de informações em um espaço pequeno, de forma que permita ao usuário interpretar de forma rápida e clara as informações apresentadas. Para isso, o design do *dashboard* deve levar em consideração os aspectos de percepção visual humana (Few, 2013).

No contexto de visualização de informação e *dashboard*, há uma forte relação entre a percepção humana e ao comportamento humano (Nazemi et al, 2015), pois, para a visualização e interpretação de informações, a prioridade é o esforço percebido pelo público em compreender as informações apresentadas (Knafllic, 2018).

Nos estudos sobre a percepção humana descritos pela teoria da Gestalt, a percepção não é compreendida apenas por fatos ou informações isoladas, mas sim pelo conjunto de fatores. O termo Gestalt significa estrutura ou padrão, e nesta teoria, são descritos os seguintes princípios que embasam a percepção visual: proximidade, similaridade, acercamento, fechamento, continuidade e conexão (Few, 2013; Healy, 2019; Knafllic, 2018).

Os princípios da Gestalt e os estudos sobre percepção visual auxiliam no entendimento de como os indivíduos compreendem as informações transmitidas, sendo possível eliminar elementos desnecessários dos *dashboard* para facilitar o processamento da informação apresentada (Knafllic, 2018). Segundo Graham (2008, pp. 2), a teoria da Gestalt possibilita que os responsáveis pela elaboração das visualizações conheçam “uma estrutura de compreensão analítica na qual podem basear decisões de design significativas”.

Além disso, Few (2017) afirma que a qualidade estética da visualização de dados ou informações não deve ser meramente agradável, também deve transmitir a mensagem desejada.

Conforme mencionado anteriormente, os *dashboards* são ferramentas úteis para análise de informações de forma rápida e assertiva, desde que essas sejam tratadas e apresentadas da forma adequada, levando em consideração os aspectos estéticos e os que destaquem os pontos mais relevantes dos indicadores apresentados. Dessa forma, o modelo proposto para o presente estudo almejou avaliar o impacto das variáveis independentes Tipos de Gráficos (TG) e Organização das Informações (OI) sobre variável interveniente ou mediadora Interpretação das Informações (II), além de sua influência sobre a variável dependente Tomada de Decisão (TD). O modelo proposto é apresentado pelo diagrama de caminho na figura 1.

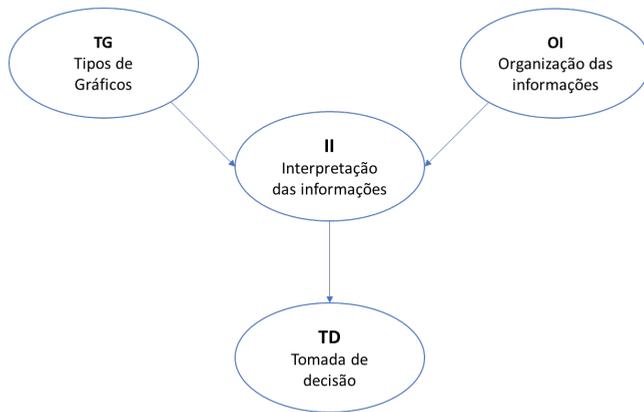


Figura 1 – Diagrama de caminho

Para a definição das hipóteses da pesquisa, foi utilizada a teoria descrita por Creswell (2010), considerando a hipótese nula como a tradicional ou conservadora e a hipótese alternativa como o objeto do estudo ou que se deseja testar, conforme apresentado abaixo:

- H1: Há diferença significativa entre o grupo de controle e de tratamento na interpretação das informações dos *dashboards* dos formulários de pesquisa sobre os tipos de gráficos e visuais escolhidos e na tomada de decisão dos respondentes;
- H2: Há diferença significativa entre o grupo de controle e de tratamento na interpretação das informações dos *dashboards* dos formulários de pesquisa sobre a organização das informações e na tomada de decisão dos respondentes.

Para as duas hipóteses, para aceitar a hipótese nula, as médias dos dois grupos pesquisados devem ser iguais ou existir alta variância ou dispersão dos resultados; e, em contrapartida, para aceitar as hipóteses alternativas, deve-se identificar diferença entre as médias dos grupos estudados e a detecção de baixa variância ou dispersão nos resultados.

### 3. Metodologia

#### 3.1. Estratégia da Pesquisa

A concepção filosófica adotada nesta pesquisa quantitativa foi a pós-positivista, utilizando a pesquisa experimental como estratégia de investigação, visando avaliar o impacto de determinada ação em um grupo e compará-lo com outro de controle, a fim de identificar se a ação implantada causa efeito sobre o grupo estudado (Creswell, 2010).

Em relação ao procedimento desta pesquisa, foi utilizado o método dedutivo, onde foi possível obter conclusões a partir de teorias e conceitos previamente testados; e, quanto à finalidade, descreveu aspectos da população estudada (Gil, 2019).

### 3.2. População e Amostra

O universo da pesquisa foi composto por gestores de uma Instituição de Ensino Superior (IES) privada com operação em todo território nacional, e a amostra selecionada é definida pelo critério de conveniência (Creswell, 2010; Gil, 2019), sendo composta por gestores atuantes na operação das unidades e gestores atuantes na sede da empresa, no período de 13 de maio até 18 de junho de 2021.

### 3.3. Coleta de Dados

Para a realização do experimento, foram elaborados dois formulários contendo imagens de *dashboards* e gráficos para que os participantes pudessem realizar a leitura e interpretação das informações, e respondessem as perguntas sobre os gráficos e qualidade da visualização das informações dos *dashboards*.

Como a principal característica de uma pesquisa experimental é a existência de um grupo de controle, que não recebe determinado estímulo, e um grupo de tratamento, que pode receber um ou mais estímulos (Bhattacharjee, 2012), as perguntas e informações contidas nos dois formulários foram as mesmas, mudando apenas o formato de apresentação dos modelos de *dashboards* da pesquisa. Os *dashboards* do grupo de tratamento foram estruturados com base nas recomendações descritas pelos autores estudados; e, para o grupo e controle, os *dashboards* foram estruturados sem utilizar as técnicas de visualização de dados do presente estudo.

Para a construção dos *dashboards* dos formulários de pesquisa, optou-se pelo uso dos resultados do Conceito Preliminar de Curso (CPC) e ENADE (Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes) do ano 2019, extraídos do site do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) em fevereiro de 2021, por serem dados públicos e de familiaridade da população a ser estudada.

Os *dashboards* e visuais apresentados nos formulários foram criados na ferramenta Microsoft Power BI, que é de fácil manuseio e disponibiliza modelos gráficos adequados ao estudo.

Em relação a escolha dos gráficos dos *dashboards* do formulário de pesquisa para o grupo de tratamento da pesquisa, foi utilizada a teoria descrita por Ribeiro et al (2014) sobre a classificação baseada em contexto para técnicas de visualização, ilustrada na figura 2, em que são apresentados os gráficos mais adequados de acordo com o objetivo da visualização.

Para organizar as informações, escolher as cores e estruturar o formulário do grupo de tratamento, foram estudadas as teorias dos princípios da Gestalt de percepção visual e a teoria sobre o uso de cores. Segundo Few (2013) e Knaflic (2018), os princípios da Gestalt de percepção visual são muito úteis para a definição do design de *dashboard*, principalmente para separação ou agrupamento de dados, para destacar as informações mais relevantes. Abaixo são listadas as formas de aplicar os princípios da Gestalt de percepção visual na elaboração visualização de informações e em *dashboards*, segundo Few (2013), e a figura 3 traduz esses princípios com alguns exemplos de representação gráfica de informações:

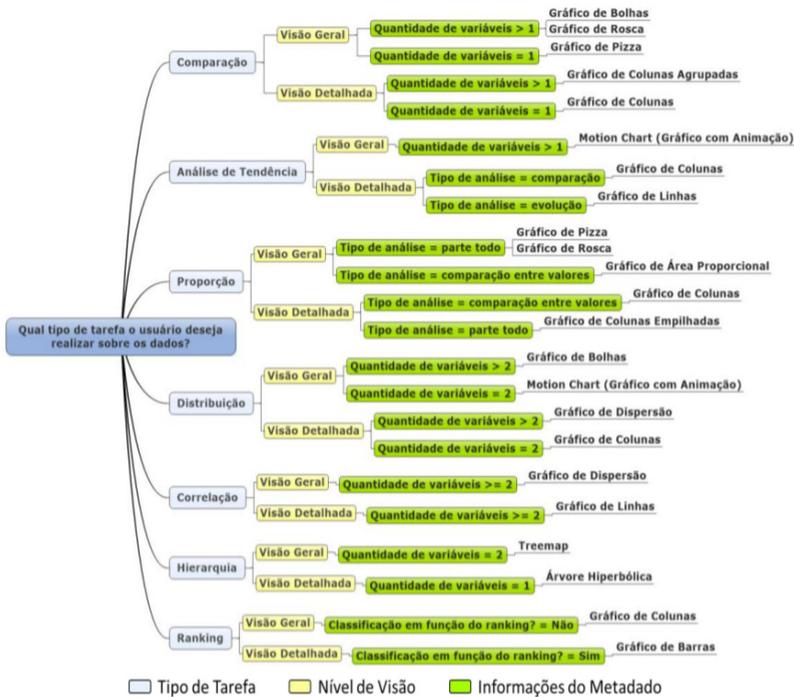


Figura 2 – Classificação baseada em contexto para técnicas de visualização (RIBEIRO et al, 2014, pp. 403)

- Proximidade – direciona a leitura do usuário da esquerda para direita ou de cima para baixo; realiza agrupamentos, usando espaços vazios para distingui-los;
- Continuidade – uso de agrupamentos sem necessidade de linhas que os conectem;
- Fechamento – aplica-se em estruturas simples sem uso de bordas completas ou preenchimento completo, mas que naturalmente a percepção visual humana compreende a completude do visual ou gráfico;
- Acercamento – uso de bordas ou sombreamento nos visuais do *dashboard* para destacar a informação desejada;
- Similaridade – uso de cores similares com distinção de intensidade; codificar as variáveis por tipo, tamanho, formato ou direção;
- Conexão – utilizado para conectar as informações, como em um gráfico de linhas ou na representação gráfica de um processo.

Em relação ao uso de cores dos *dashboards*, Benoit (2019) e Few (2013) recomendam evitar distrações com cores fortes ou elementos gráficos desnecessários, logo, para construir os visuais do formulário do grupo de tratamento, optou-se pelo uso de cores

menos chamativas e elementos simples a fim do usuário focar nas informações mais relevantes a serem interpretadas.

Em relação a organização das informações, levou-se em consideração o volume e o tipo de informações disponíveis no painel para evitar a saturação de informações. A saturação de informações ocorre quando há um uso excessivo de elementos visuais sem agregar no entendimento ou interpretação do usuário (Knaflíc, 2018).

Few (2008) descreveu 9 regras sobre o uso de cores em *dashboards*, são elas:

1. Utilizar uma cor de plano de fundo consistente para destacar objetos ou dados diferentes;
2. Usar uma cor de fundo que se diferencie do objeto apresentado;
3. Usar cores para destacar a informação que se deseja transmitir;
4. Usar cores para distinguir a diferença entre os dados apresentados;
5. Utilizar cores suaves e menos chamativas, e para destacar as informações, pode-se fazer o uso de cores mais escuras ou vibrantes;
6. Para apresentar dados sequenciais, prefira usar uma cor e variar a intensidade das cores mais claras para as mais escuras;
7. As informações acessórias ou componentes não gráficos do *dashboards*, devem ser de facilmente localizados e interpretados;
8. Evitar o uso das cores verde e vermelha na mesma tela para garantir que as pessoas daltônicas possam ler o *dashboard* e obter as informações necessárias;
9. O uso de efeitos nos gráficos e visuais dos *dashboards* devem ser evitados.



Figura 3 – Exemplos dos princípios da Gestalt de percepção visual aplicados na visualização de dados

Ao todo, foram desenvolvidos três modelos de *dashboard* para cada formulário de pesquisa, para que os participantes pudessem responder as perguntas associadas a cada um desses *dashboards*. Os usuários visualizaram três páginas separadas, sendo cada página com um *dashboard* e seu respectivo o grupo de perguntas associadas, visto que,

segundo Few (2013), a capacidade de memória de curto prazo do ser humano é temporária, portanto, se as perguntas ficassem em páginas separadas dos *dashboards*, haveria a fragmentação da informação, pois não estariam mais visíveis para respondentes, e seria necessário que esses usuários voltassem a página anterior para visitar o *dashboard* para consultar as informações novamente para responder as perguntas.

As três telas dos *dashboards* criados para o grupo de tratamento, elaborado com base no referencial teórico, podem ser vistas na figura 4, as três telas dos *dashboards* do grupo de controle são apresentadas na figura 5.

Assim como no estudo de Lee et al (2017), para a escolha dos visuais, foram analisados os tipos de gráficos mais adequados a população estudada, para que fosse possível estruturar as perguntas e assim compor o formulário de pesquisa. Além disso, foram consideradas as seguintes premissas: uso de questões breves, uso de linguagem simples e precisa, não utilização da palavra “não” nas perguntas e a redação da pergunta não induzir a resposta (Gil, 2019).

Em relação à definição do padrão de resposta, optou-se pelo uso de questões fechadas, com opção de resposta única, a fim de garantir a uniformidade das respostas e facilitar o tratamento dos dados gerados. Além disso, para as perguntas sobre as informações descritas nos *dashboards*, foi inserida a opção de resposta “Não sei responder”, pois esse grupo de perguntas está relacionado à interpretação das informações apresentadas nos *dashboards* (Gil, 2019).

As perguntas sobre a interpretação das informações dos *dashboards* e suas respectivas opções de respostas estão descritas na tabela 1.

Para realizar a avaliação geral dos *dashboards*, foram estruturadas 8 perguntas sobre a percepção dos usuários sobre os modelos de *dashboards* criados para os formulários de pesquisa, utilizando a escala *Likert* de 5 pontos, ilustradas na tabela 2. Segundo Bhattacharjee (2012), esta escala permite ao usuário sinalizar o grau de concordância ou discordância sobre os itens avaliados, permitindo também uma maior granularidade de respostas, além de possibilitar a marcação de uma resposta neutra pelo usuário.

Para a aplicação dos formulários de pesquisa, foi utilizada o Microsoft Forms, que permite o envio e coleta de informações *online*, além da possibilidade de extração dos resultados no modelo de planilhas do Microsoft Excel.

Os formulários foram enviados para 216 participantes, sendo 108 para cada grupo. Antes do envio, foi feita uma distribuição aleatória da lista de participantes, para garantir que ambos os grupos possuíssem características similares.

Os dois formulários foram enviados por meio de e-mail para os dois grupos, no mesmo dia e horário, com o mesmos textos e orientações gerais, ficando disponível no período de 13 de maio até 18 de junho de 2021. As respostas coletadas foram tratadas no Microsoft Excel.

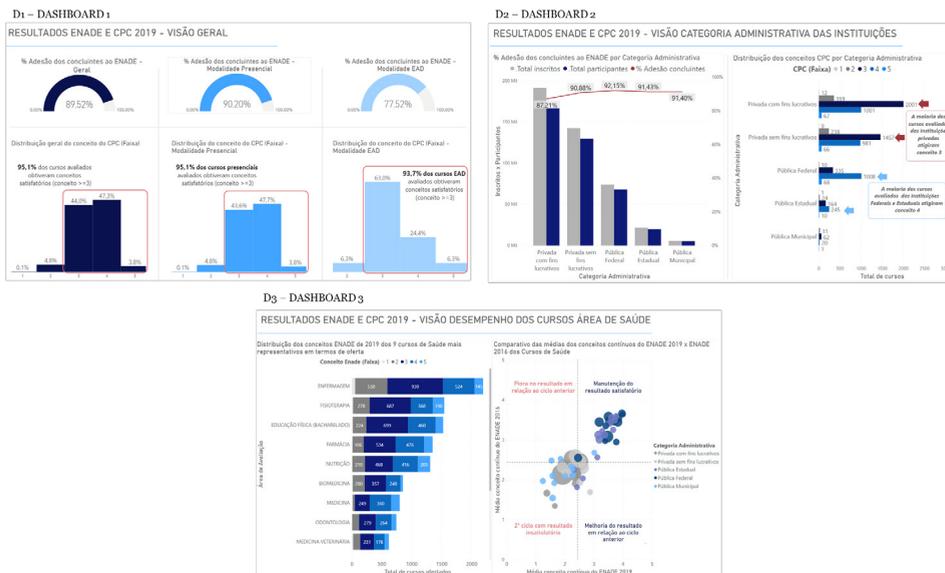


Figura 4 – Modelos dos dashboards do formulário do grupo de tratamento

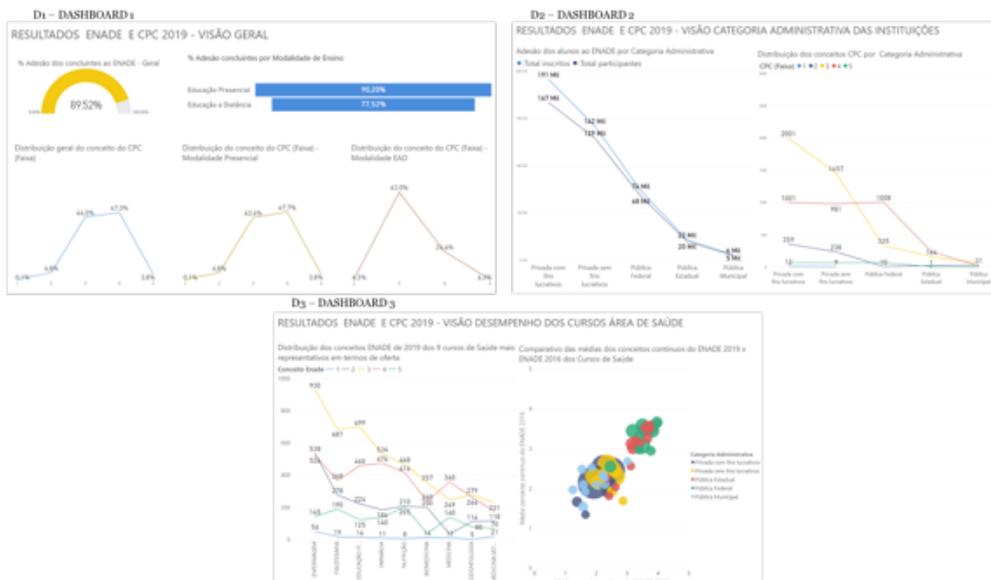


Figura 5 – Modelos dos dashboards do formulário do grupo de tratamento

Visual	Cód. pergunta	Variável observada	Pergunta	Respostas possíveis
<i>D1</i>	<i>P1.1</i>	<i>TD1</i>	Qual modalidade de curso obteve a maior adesão de alunos concluintes no ENADE 2019?	Ensino a Distância Presencial Não sei responder
	<i>P1.2</i>	<i>TD2</i>	Ainda em relação ao percentual de adesão ao ENADE 2019, o resultado da adesão dos alunos do ensino a distância impactou de que forma o resultado da adesão geral?	Positiva Negativa Não sei responder
	<i>P1.3</i>	<i>TD3</i>	Sobre o resultado geral do conceito preliminar de curso, é correto afirmar que 100% dos cursos obtiveram conceitos maiores ou iguais a 3?	Sim Não Não sei responder
	<i>P1.4</i>	<i>TD4</i>	É correto afirmar que, na modalidade presencial, nenhum curso obteve conceito 1 no CPC (faixa)?	Sim Não Não sei responder
	<i>P1.5</i>	<i>II1</i>	Os gráficos e comentários apresentados no dashboard 1 contribuíram de forma positiva na análise e interpretação das informações?	Sim Não
<i>D2</i>	<i>P2.1</i>	<i>TD5</i>	É correto afirmar que as instituições públicas têm a maior base de inscritos no ENADE?	Sim Não Não sei responder
	<i>P2.2</i>	<i>TD6</i>	É correto afirmar que as instituições públicas obtiveram uma adesão maior ao ENADE do que as instituições privadas?	Sim Não Não sei responder
	<i>P2.3</i>	<i>TD7</i>	Em relação ao desempenho do CPC 2019, os resultados dos cursos das instituições privadas são melhores do que das instituições públicas?	Sim Não Não sei responder
	<i>P2.4</i>	<i>II2</i>	Os gráficos e comentários apresentados no dashboard 2 contribuíram de forma positiva na análise e interpretação das informações?	Sim Não

Visual	Cód. pergunta	Variável observada	Pergunta	Respostas possíveis
D3	P3.1	TD8	Comparando o desempenho dos alunos nos ciclos de avaliação do ENADE (2019 x 2016), pode-se afirmar que as instituições públicas Federais e Estaduais vêm mantendo um desempenho satisfatório?	Sim Não Não sei responder
	P3.2	TD9	O desempenho das instituições públicas Municipais é similar ao desempenho das instituições públicas Federais?	Sim Não Não sei responder
	P3.3	TD10	Em relação ao CPC dos cursos da área de saúde apresentados, pode-se afirmar que mais da metade dos cursos de medicina ofertados obtiveram resultado maior ou igual a 4?	Sim Não Não sei responder
	P3.4	II3	Os gráficos e comentários apresentados no dashboard 3 contribuíram de forma positiva na análise e interpretação das informações?	Sim Não

Tabela 1 – Lista de perguntas sobre a interpretação dos *dashboards*

Cód. pergunta	Variável observada	Pergunta	Respostas possíveis
P4.1	TG1	A escolha dos gráficos estava adequada ao tipo de informação apresentada	1 - Discordo totalmente 2 - Discordo 3 - Nem discordo e nem concordo 4 - Concordo 5 - Concordo totalmente
P4.2	OI1	A disposição dos gráficos estava adequada	
P4.3	TG2	O tamanho das fontes estava adequado	
P4.4	OI2	Os comentários inseridos no <i>dashboard</i> contribuíram para a interpretação das informações	
P4.5	TG3	A escolha das cores dos gráficos e marcadores estava adequada	
P4.6	II4	Interpretei rapidamente as informações apresentadas nos <i>dashboards</i>	
P4.7	OI3	As informações foram apresentadas de forma clara e objetiva	
P4.8	II5	De modo geral, não tive dificuldade em interpretar as informações apresentadas nos <i>dashboards</i>	

Tabela 2 – Avaliação geral dos *dashboards* apresentados

Para a análise das médias de assertividade das respostas e de satisfação dos participantes, a técnica estatística adotada foi o teste de hipótese para diferença entre duas médias com distribuição  $t$  para amostras independentes, descrito por Doane & Seward (2014), Neufeld (2003) e Kazmier (2007). No caso da apuração dos resultados das respostas sobre a percepção geral dos participantes sobre os *dashboards* dos formulários de pesquisa, em que foi utilizada a escala Likert, foi utilizado o teste não paramétrico *Mann-Whitney* para análise de duas amostras independentes, descrito por Doane & Seward (2014), Hancock et al (2019) e Kazmier (2007).

#### 4. Análises e Resultados

Ao final do período da pesquisa, foram identificadas 66 respostas, sendo 33 respostas em cada formulário.

Para a aplicação do teste *Mann-Whitney*, a amostra precisa ser maior ou igual a 10 (Doane & Seward, 2014; Kazmeir, 2007), e para a aplicação do teste de hipótese para diferença entre duas médias com distribuição  $t$ , para populações normais ou não normais, a amostra precisa ser maior do que 30 (Kazmeir, 2007). Logo, para o presente estudo, as amostras obtidas foram aplicáveis a ambos os testes.

Os resultados das análises das variáveis observadas foram listados em quatro blocos apresentado nos tópicos a seguir.

##### 4.1. Variável independente Tipos de Gráficos (TG)

Para a análise das variáveis observadas da variável independente TG, foi aplicado o teste *Mann-Whitney*, onde foram apurados os resultados apresentados na tabela 3:

Cód. Variável	Cód. pergunta	<i>p</i> -valor	Resultado para alfa = 5%
TG1	P4.1	4,06%	Rejeita Ho
TG2	P4.3	1,29%	Rejeita Ho
TG3	P4.5	0,21%	Rejeita Ho

Tabela 3 – Resultados das variáveis observadas Tipos de gráficos (TG)

Observa-se que, para as três variáveis observadas dessa variável independente, rejeita-se a hipótese nula, para um alfa de 5%, conforme apresentado na tabela 3, sinalizando que os tipos de gráfico escolhidos influenciaram na interpretação dos resultados apresentados nos *dashboards* do estudo.

##### 4.2. Variável independente Organização das Informações (OI)

Para a variável independente OI, foi aplicado o teste não paramétrico *Mann-Whitney*, em que, para as variáveis OI1 e OI3, foram identificadas diferenças entre as medianas dos grupos estudados, sendo demonstrado pelos seus resultados de *p*-valor menores que o alfa de 5%, indicado a rejeição da hipótese nula, conforme ilustração na tabela 4.

Cód. Variável	Cód. pergunta	p-valor	Resultado para alfa = 5%
OI1	P4.2	2,50%	Rejeita Ho
OI2	P4.4	11,96%	Aceita Ho
OI3	P4.7	0,98%	Rejeita Ho

Tabela 4 – Resultados das variáveis observadas Organização das informações (OI)

No entanto, para variável observada OI2, referente a pergunta “Os comentários inseridos no *dashboard* contribuíram para a interpretação das informações”, não foi identificada diferença entre as medianas dos grupos, logo, com o resultado do p-valor de 11,96%, recomenda-se a aceitação da hipótese nula.

### 4.3. Variável mediadora Interpretação das Informações (II)

Devido as características das opções de respostas das perguntas atreladas à variável mediadora II, foi necessário aplicar o teste hipótese para duas médias de amostras independentes, com distribuição em *t*, para as variáveis II1, II2 e II3, e o teste *Mann-Whitney* para as variáveis observadas II4 e II5, como ilustrado na tabela 5.

Cód. Variável	Cód. perg.	Teste utilizado	p-valor	Resultado para alfa = 5%
II1	P1.5	Hipótese para duas médias de amostras independentes, com distribuição em <i>t</i>	0,18%	Rejeita Ho
II2	P2.4			
II3	P3.4			
II4	P4.6	<i>Mann-Whitney</i>	2,38%	Rejeita Ho
II5	P4.8		1,51%	Rejeita Ho

Tabela 5 – Resultados da variável mediadora Interpretação das informações (II)

Para apuração dos resultados para as variáveis observadas II1, II2 e II3, referente as perguntas sobre a satisfação com os gráficos de cada *dashboard*, foi preciso calcular a média de satisfação dessas três variáveis para que pudesse ser aplicado o teste de hipótese do presente estudo. O resultado obtido para todas as variáveis observadas da variável mediadora II apresentaram p-valor menores que 5%, recomendando a rejeição de Ho para essas variáveis observadas.

### 4.4. Variável dependente Tomada de Decisão (TD)

Para apuração dos resultados das variáveis observadas da variável dependente TD, foi feita a apuração da média de acertos das perguntas sobre interpretação dos *dashboards* dos formulários de pesquisa.

Dashboard	Cód. Variável	Cód. perg.	p-valor por Dashboard	Resultado para alfa = 5%
D1	TD1	P1.1	84,26%	Aceita Ho
	TD2	P1.2		
	TD3	P1.3		
	TD4	P1.4		
D2	TD5	P2.1	0,40%	Rejeita Ho
	TD6	P2.2		
	TD7	P2.3		
D3	TD8	P3.1	0,00%	Rejeita Ho
	TD9	P3.2		
	TD10	P3.3		

Tabela 6 – Resultados das variáveis observadas Tomada de decisão (TD)

A tabela 6 contém os resultados de cada grupo de respostas associadas a cada *dashboard* dos formulários de pesquisa, indicando a aceitação de Ho, para o grupo de perguntas associados ao *dashboard* 1, e a rejeição do Ho para as perguntas associadas aos *dashboards* 2 e 3.

#### 4.5. Discussão dos Resultados

A partir das análises realizadas das quatro variáveis do presente estudo, os resultados indicam que o grupo de tratamento obteve desempenho melhor que o grupo de controle para a maioria das variáveis observadas, indicando que há diferença entre os resultados dos dois grupos estudados.

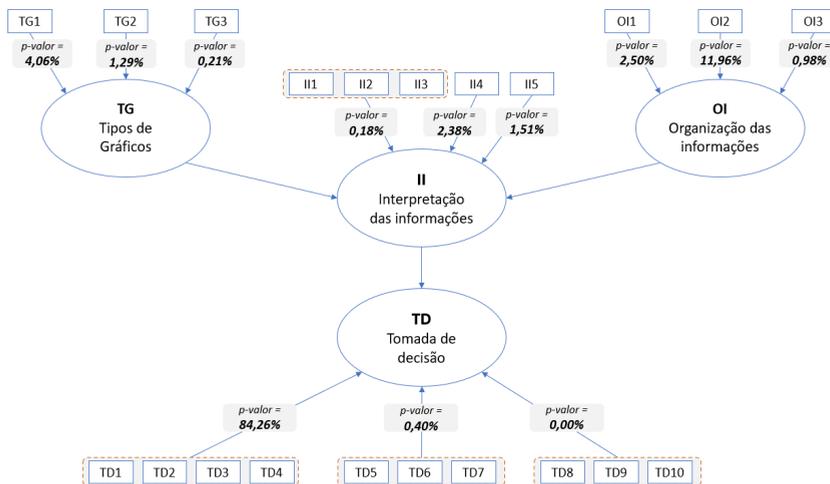


Figura 6 – Diagrama de caminho com os resultados da pesquisa

Em relação a análise das hipóteses, pode-se rejeitar a hipótese nula se o p-valor foi menor do que o alfa definido (Kazmier, 2007), e para as 21 variáveis observadas do presente estudo, em apenas 5 aceitou-se a hipótese nula. Para as outras 16 variáveis observadas há a indicação de rejeição de  $H_0$ , conforme ilustrado na figura 6, sinalizando que há diferença entre os resultados dos dois grupos estudados.

Mesmo os resultados demonstrando que o grupo de tratamento obteve melhor desempenho, as variáveis OI2, II1 e TD2 retratam alguns pontos de atenção.

A variável OI2 estava relacionada a pergunta sobre os comentários adicionados nos visuais, no entanto, nos *dashboards* do grupo de controle não havia comentários nos gráficos, mas, mesmo assim os participantes sinalizaram uma avaliação positiva para este item. Percebe-se que os participantes do grupo de controle realizaram a interpretação incorreta dessa pergunta.

As variáveis II1, II2 e II3 estavam associadas a pergunta sobre a satisfação com os gráficos e comentários apresentados nos *dashboards* 1, 2 e 3, respectivamente. Percebe-se quanto maior foi a assertividade nas perguntas referentes a variável Tomada de Decisão (TD), maior a satisfação com os *dashboards*.

Em relação a variável TD2, nota-se que o grupo de controle foi mais assertivo que o grupo de tratamento, pois, os comentários adicionados no *dashboard* 1 do grupo de tratamento pode ter prejudicado a interpretação das informações ao invés de auxiliar.

## 5. Conclusão

Os resultados obtidos neste estudo indicam que a escolha adequada dos tipos de gráficos e organização das informações impactam na interpretação dos dados e no processo de tomada de decisão dos usuários dos *dashboards*.

A partir dos resultados dessa pesquisa, identificou-se que a escolha dos gráficos e cores dos *dashboards* afetam a interpretação das informações, uma vez que seleção dos gráficos mais adequados ao tipo de informação que se deseja transmitir, facilita o processo de interpretação das informações, e, conseqüentemente, torna o processo de tomada de decisão mais assertivo.

A organização das informações dentro do *dashboard* também é um fator que influencia na interpretação das informações e na tomada de decisão, uma vez que a disposição dos gráficos e visuais facilitam a leitura das informações, de modo que o usuário compreenda as informações rapidamente, tornando o processo de tomada de decisão mais fluído.

A contribuição organizacional desta pesquisa é a caracterizada pela aplicação prática das teorias sobre estruturação de *dashboards*, descritas nesse estudo, ao ambiente de negócios. Em relação a contribuição acadêmica, este estudo utilizou a associação de teorias distintas e pouco utilizadas para a construção de *dashboards*, além criação do roteiro de aplicação do experimento da pesquisa.

Como esta pesquisa limitou-se ao universo de gestores de uma IES, pesquisas futuras sobre este tema poderiam: abranger públicos diferentes; experimento aplicado em um

grupo único, dividido em duas etapas; ou o uso de outro método de pesquisa como pesquisação ou estudo de caso.

## Referências

- BENOIT, G. (2019). Introduction to information visualization: transforming data into meaningful information. (1st Ed.). Rowman & Littlefield.
- BHATTACHERJEE, A. (2012). Social Science Research: Principles, Methods, and Practices. (2nd. Ed.). Textbooks Collection 3.
- CAETANO, B. P., RIBEIRO, F. C., PAULA, M. M. V., MATTEDI, A. (2016). Uma Proposta de Recomendação de Técnicas para Visualização de Dados de Survey. In Iberian Conference on Information Systems and Technologies, pp. 57-62.
- CRESWELL, J. W. (2010). Projetos de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto (3rd Ed.). Artmed.
- DOANE, D. P.; SEWARD, L. E. (2014). Estatística aplicada à administração e economia. (4th Ed.). AMGH.
- FEW, S. (2005a). Dashboard Design: Taking a Metaphor Too Far. DM Review, 15(3), pp. 18-67.
- FEW, S. (2005b). Intelligent Dashboard Design. DM Review, 15(9), pp. 12-14.
- FEW, S. (2007). Dashboard Confusion Revisited. Perceptual Edge - Visual Business Intelligence Newsletter. [https://www.perceptualedge.com/articles/visual\\_business\\_intelligence/dboard\\_confusion\\_revisited.pdf](https://www.perceptualedge.com/articles/visual_business_intelligence/dboard_confusion_revisited.pdf)
- FEW, S. (2008). Practical Rules for Using Color in Charts. Perceptual Edge - Visual Business Intelligence Newsletter. [https://perceptualedge.com/articles/visual\\_business\\_intelligence/rules\\_for\\_using\\_color.pdf](https://perceptualedge.com/articles/visual_business_intelligence/rules_for_using_color.pdf)
- FEW, S. (2013). Information Dashboard Design. (2nd Ed.). Analytics Press.
- FEW, S. (2017). Data Visualization Effectiveness Profile. Perceptual Edge - Visual Business Intelligence Newsletter. [https://www.perceptualedge.com/articles/visual\\_business\\_intelligence/data\\_visualization\\_effectiveness\\_profile.pdf](https://www.perceptualedge.com/articles/visual_business_intelligence/data_visualization_effectiveness_profile.pdf)
- GIL, A. C. (2019). Métodos e técnicas de pesquisa social. (7th Ed.). Atlas.
- GRAHAM, L. (2008). Gestalt Theory in Interactive Media Design. Journal of Humanities & Social Sciences, 2(1), pp. 1-12.
- HANCOCK, G. R., STAPLETON, L. M., MUELLER, R. O. (2019). Quantitative methods in the social science. (2nd Ed.). Routledge.
- HEALY, K. (2019) Data visualization: a practical introduction. (1st Ed.). Princeton University Press.

- KAZMIER, L. (2007). Estatística aplicada à administração e economia. (4th Ed.). Bookman.
- KNAFLIC, C. N. (2018). Storytelling com dados: um guia sobre visualização de dados para profissionais de negócios. (2nd Ed.). Alta Book.
- LEE, S., KIM, S.-H., KWON, B.C. (2017). VLAT: Development of a visualization literacy assessment test. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 23(1), pp. 551-560.
- MORAIS, I.S., GONÇALVES, P.F., LEDUR, C.L., CÓRDOVA JR., R.S., SARAIVA, M.O., FRIGERI, S.R. (2018). Introdução a big data e internet das coisas (IOT). (1st Ed.). SAGAH.
- MUNTEAN, M., SABAU, G., BOLOGA, R., SURCEL, T., FLOREA, A. (2010). Performance Dashboards for Universities. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Manufacturing Engineering, Quality and Production Systems*, pp. 206-211.
- NAZEMI, K., BURKHARDT, D., HOPPE, D., NAZEMI, M., KOHLHAMMER, J. (2015). Web-based Evaluation of Information Visualization. *Procedia Manufacturing*, 3, pp. 5527-5534.
- NEUFELD, J. L. (2003). Estatística aplicada à administração usando Excel. Pearson Prentice Hall.
- PO, L., BIKAKIS, N., DESIMONI, F., PAPASTEFANATOS, G. (2019) *Linked Data Visualization: Techniques, Tools, and Big Data*. Morgan & Claypool Publishers series.
- RIBEIRO, F. C., COSTA, L. JR., PAULA, M. M. V., SOUZA, J. M. (2014). Uma Proposta para Classificação Baseada em Contexto para Técnicas de Visualização. In *XIII Simpósio Brasileiro Sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC 2014 Proceedings)*, pp. 401-404.
- SCHOLTZ, B., CALITZ, A., HAUPT, R. (2018). A business intelligence framework for sustainability information management in higher education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 19(2), pp. 266-290.
- YIGITBASIOGLU, O. M., VELCU, O. (2012). A review of dashboards in performance management: implications for design and research. *International Journal of Accounting Information Systems*, 13, pp. 41-59.

# Educomunicación y Alfabetización mediática para combatir las Fake news en redes sociales

César Andrade-Martínez, Ángel Hernando, Abel Suing

candrade@ups.edu.ec; arsuing@utpl.edu.ec; angel.hernando@dpsi.uhu.es

<sup>1</sup> Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, 090114, Guayaquil, Ecuador.

<sup>2</sup> Universidad de Huelva, Huelva, 21004, Huelva, España.

<sup>3</sup> Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, 110107, Loja, Ecuador.

Pages: 573-584

**Resumen:** En la actual era digital es común observar fake news o noticias falsas publicadas en el Internet donde cada vez más personas dependen de dichos contenidos que aparecen por diversas plataformas encargadas de difundir datos no verificados que crecen reproduciéndose rápidamente afectando a la sociedad de la información y del conocimiento. La investigación buscó conocer cuáles son las redes sociales utilizadas por jóvenes universitarios con mayor tráfico de fake news y como perjudica al individuo que las consume. El estudio aplicó la metodología cualitativa con enfoque analítica y descriptiva, la misma que permitió comparar las redes sociales Facebook, Instagram y WhatsApp para conocer a la plataforma por donde más se difunden noticias falsas; para tal efecto se realizó una encuesta online por Google Forms a 500 personas. Los resultados señalan que las redes sociales con mayor difusión de fake news son WhatsApp y Facebook.

**Palabras-clave:** Educomunicación, Fake news, Alfabetización mediática, Redes sociales, Sociedad de la Información y del Conocimiento.

## ***Educomunicación y Alfabetización mediática para combatir las Fake news en redes sociales.***

**Abstract:** In the current digital age, it is common to observe fake news or false news published on the Internet where more and more people depend on said content that appears on various platforms responsible for disseminating unverified data that grow and reproduce rapidly, affecting the information knowledge society. The research sought to know which are the social networks used by university students with the highest traffic of fake news and how affect to the individual who consumes them. The study applied the qualitative methodology with an analytical and descriptive approach, which allowed us to compare the social networks Facebook, Instagram and WhatsApp to know the platform where false news is spread, for this purpose an online survey was carried out by Google Forms to 500 people. The results indicate that the social networks with the greatest dissemination of fake news are WhatsApp and Facebook.

**Keywords:** Educommunication, Fake news, Social networks, Social networks, Media literacy, Information and Knowledge Society.

## 1. Introducción

Las Fake news conocidas también como información fabricada, son noticias falsas o información totalmente errónea. Este tipo de información incluye noticias, publicidad, propagandas, mensajes, memes, post y demás datos que en varios formatos multimediales generan desinformación, problema que continúa fortaleciéndose globalmente gracias al Internet y las nuevas TIC. “Las noticias falsas son un hecho supuesto. Tales supuestos hechos son completamente falsos (y, por lo tanto, no son hechos en absoluto) o son solo verdades parciales” (Dentith, 2017, p.66).

Tomando en consideración esta conceptualización sobre las fake news, se destacará la marcada diferencia existente entre crear y difundir contenidos falsos en redes sociales a través de Internet, puesto que dicha diferencia se vuelve relacional implícitamente cuando se comparte información falsa con el propósito de ayudar, afectando la vida de otros.

Para Oberiri-Destiny y Bahiyah la gente seguirá posteando noticias falsas al no analizar el contenido recibido antes de compartirlo poniendo en riesgo la seguridad de las personas y provocando que quien recibe la fake news tomen medidas de precaución falsas pues “las noticias falsas se crean con intención deshonestas de engañar a los consumidores” (Shuy et al., 2017, p.23).

Las redes sociales como parte de las TIC son las nuevas herramientas digitales donde las audiencias líquidas exigentes actúan produciendo, consumiendo y difundiendo contenidos, muchos de ellos falsos o engañosos. “Un contenido inventado es fácil de exponer, pero un contenido engañoso puede resultar más complicado” (Alonso, 2017, p.79).

Con el paso del tiempo la manera de percibir, analizar, difundir y compartir información ha cambiado en la sociedad. Los medios masivos siempre fueron los encargados de aplicar la famosa agenda Setting para decir que tipo de noticias debe o no llegarle al consumidor; pero, actualmente vivimos en una sociedad de la información y del conocimiento donde la circulación de noticias falsas transmitidas por los mismos medios de comunicación estimula la participación para la creación y difusión de fake news que involucra a la actual y a las nuevas generaciones. Los medios alternativos han aprovechado esos espacios para obtener más audiencia, incluso desinformando con la finalidad de tener más público (Alonso-González, 2019).

Esta situación, provoca que cuando una fake news compartida al instante por miles de usuarios en las redes sociales perjudique los derechos de toda una sociedad al no recibir información veraz, oportuna, verificada y transparente, aun cuando dichas noticias son transmitidas por los mass media, quienes tienen el deber ético de difundir información verificada a la opinión pública.

La investigación expone que el uso de las redes sociales como fuentes de información resultan poco confiables al momento de recibir noticias parcializadas, subjetivas y engañosas a través de Facebook, Instagram, Twitter, WhatsApp, YouTube y otras redes

sociales, causando todo tipo de perjuicios a los usuarios del Internet; por lo que se hace imprescindible la aplicabilidad de herramientas y estrategias educacionales y de alfabetización mediática e informacional puestas en acción por cualquier persona para el combate a las fake news.

## **2. Metodología**

El estudio aplicó la metodología cuantitativa (Hernández-Sampieri et al.) con alcance al enfoque analítico explicativo que “buscan encontrar las razones o causas que ocasionan ciertos fenómenos. Su objetivo último es explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se da éste” (Behar, 2008, p.18); y con enfoque descriptivo que “sirven para analizar cómo es y cómo se manifiesta un fenómeno y sus componentes. Permiten detallar el fenómeno estudiado básicamente a través de la medición de uno o más de sus atributos” (p.17), el mismo que admitió analizar las siguientes redes sociales: Facebook, Instagram, Twitter, YouTube, Tik Tok, WhatsApp, WeChat, QQ, QZone, Sina Weibo, y otras; para conocer a la plataforma por donde actualmente más circular y se difunden noticias falsas.

Según los objetivos propuestos en el estudio se planteó desarrollar un cuestionario de 21 ítems en base a las técnicas de investigación utilizadas, se realizó una encuesta online por Google Forms a una muestra de 500 personas (estudiantes universitarios) de entre 16 y 24 años <https://bit.ly/3z9fyXx>.

El diseño de la investigación aplicada sirvió como estrategia para responder al problema motivo de estudio, por lo que de forma documental se realizó una hermenéutica exploración bibliográfica de estudios anteriores sobre el tema, siendo necesario la revisión a profundidad de artículos y manuscritos publicados en los últimos años en Web of Science, Scopus, Google Académico; además de textos y libros de donde se obtuvo información relevante.

## **3. Resultados**

La presencia de nuevas herramientas tecnológicas como los smartphones y las tablets han permitido que las fake news se conviertan en elementos de comunicación permanentes ligados a nuestras vidas a través del Internet y de manera coyuntural en la sociedad de la información y del conocimiento (Santos-Sainz, 2013); “mucho más en el terreno político donde se observa que intencionalmente los militantes de un determinado partido tratan de dañar la reputación de las personas involucradas, buscando de una u otra forma desacreditarlas” (Tusa & Durán, 2019, p.35).

Las fake news que se presentan por cualquier vía en Internet continúa creciendo gracias a los mismos internautas que desinforman al compartir noticias falsas sin revisar la información al no contrastar la veracidad de estas, por lo que será necesario revisar si el dato recibido es verdadero o falso, además de aprender a conocer y distinguir información falsa, no solo como noticia, sino también como publicidad; es decir que “las fake news son noticias que hacen travesuras con la verdad” (Jaster & Lanús, 2018, p.209).

La manera de actuar, de pensar y hasta de decidir, son algunas reacciones negativas que como producto de las fake news van desinformando a la opinión pública, situación que de manera especial ocurre en el plano político y durante los procesos de elecciones para menoscabar la imagen de los adversarios y contrincantes políticos y sus planes de trabajo, como lo expone Fernández-García et al (2019). “En el ámbito de la comunicación institucional y política, las fake news participan en campañas orquestadas” (Rodríguez-Fernández, 2019, p.1716).

Los estudios sobre las fake news han provocado polémicos debates entre quienes analizan el problema y están encargados de refutar y contradecir informaciones a través de investigaciones científicas. Para Norris (2011), Ladd (2012), y Nielsen (2016) en Rasmus Kleis Nielsen y Lucas Graves, se trata de “una crisis generalizada de confianza entre los medios de comunicación y otros públicos, instituciones, incluidos políticos y gran parte del público en muchos países” (Nielsen et al., 2017, p.2).

En un ecosistema mediático en el que se institucionaliza la mentira con sobreinformación y una gran abundancia de fuentes, se hace necesario comprobar la veracidad de las noticias. Y aquí radica una oportunidad para el periodismo. Algunos de los efectos positivos que las noticias falsas han provocado han sido abrir el debate sobre el papel de los medios ante la verificación de la información y un fuerte crecimiento del factchecking o chequeo de información. Muchos de los enfoques de detección de noticias falsas existentes analizan el problema desde una perspectiva binaria. Sin embargo, en la práctica, una noticia puede ser una mezcla de declaraciones fácticas y falsas. Por lo tanto, es fundamental clasificar las noticias falsas en varias clases que reflejen los grados de falsedad. “La consultora Gartner (2017) sostiene en su último informe de Predicciones Tecnológicas para el 2018 que en el 2022 el público occidental consumirá más noticias falsas que verdaderas y que no habrá suficiente capacidad, ni material ni tecnológica, para eliminarlas” (Alonso-González, 2019). Alonso y Orta (2015) citados por Alonso-González creen que gracias a las redes sociales por Internet las noticias falsas toman “una dimensión nueva en la que entra en juego factores como velocidad, amplitud y universalidad, vectores que potencian el auge de su difusión amparados en la participación, el anonimato, la fuente oculta y la dificultad para borrar su rastro” (p.31).

El Internet y las redes sociales han facilitado la producción y difusión de información otorgando al individuo “la oportunidad de leer contenido informativo basado en sus preferencias y gustos personales, dándoles acceso universal a la gran cantidad de información en estas redes, que se han establecido como portales de noticias” (Díaz, 2018, p.3). Sin embargo, esa facilidad e independencia que tienen “el usuario para crear sus propios contenidos es, a la vez, el aliciente para la generación de una gran cantidad de información falsa, la cual se difunde con la misma velocidad y apariencia que la información verdadera” (Valarezo-Cambizaca & Rodríguez-Hidalgo, 2019, p.25).

En el mundo del periodismo es claro notar la afectación de este fenómeno social e informático, es la “consecuencia del impacto de las nuevas tecnologías, ya que establecen la instantaneidad como ritmo normal de la información y cualifican el rumor y las noticias no verificadas como un valor lógico de la misma” (Alonso-González, 2019, p.29).

Los investigadores Mendiguren, Pérez y Meso (2020) explican que son los estudiantes de periodismo, quienes cuentan con habilidades en el manejo de las TIC, los que ponen

la alerta frente a las noticias falsas durante la recepción de información en redes sociales. Esta capacidad de lidiar con bulos o noticias de dudosa credibilidad también la tienen asumida, aunque en menor medida, o así lo consideran, los estudiantes de otras áreas de conocimiento.

Se convoca a poner en práctica estrategias educomunicativas y de alfabetización mediática e informacional que permitan identificar a las fake news en base a un correcto manejo de la tecnología permitiendo erradicar a las noticias falsas; a pesar de que, “la verificación de hechos es una estrategia de control de daños que es esencial y no escalable. Que podría ser difícil sacar el componente humano de la imagen en el corto plazo” (Reis et al., 2019, p.79). Uno de los objetivos de la alfabetización informacional es precisamente crear usuarios críticos en el uso de la información y, por supuesto, que sean capaces de distinguir fuentes de información fiables de las que no lo son. Esto forma parte de este aprendizaje que los profesionales de la información apoyamos.

El análisis a los datos recogidos de la encuesta online con 21 ítems, realizada durante los meses de junio y julio del 2021 a través de la plataforma Google Forms, aplicada a 500 personas (98% ecuatorianos y 10% extranjeros) de entre 10 y 41 años de edad, de las cuales 303 son hombres y 197 mujeres, permitió identificar que la red social más utilizada para recibir y compartir información en el contexto ecuatoriano es WhatsApp con el 42,8%; seguida de Instagram con el 24%; Facebook con el 22,2%; Tik Tok con el 4%; YouTube con el 3,6%; Twitter el 2,8%; y otras con el 0,6%, como se puede observar en la figura No. 1

De las 500 personas encuestadas 437 (88,1%) dijeron sí conocer que son las fake news; 33 (6,7%) señalaron no conocer; y 26 (5,2%) dijeron tal vez. Sin embargo, fueron 436 personas encuestadas quienes aseguraron haber recibido noticias falsas durante el año 2020; 30 personas dijeron no haber recibido; y 32 encuestados dijeron tal vez, situación que confirma el tráfico permanente de noticias falsas por redes sociales. A pesar de que WhatsApp es la red social más utilizada para recibir y compartir información, según la encuesta; Facebook es la plataforma por donde con mayor frecuencia circulan las fake news, así lo señalaron 288 encuestados (58,1%); seguido de WhatsApp con 119 personas (24%); Instagram 44 (8,9%); y 52 (5%) otras redes. Ver figura No. 2.

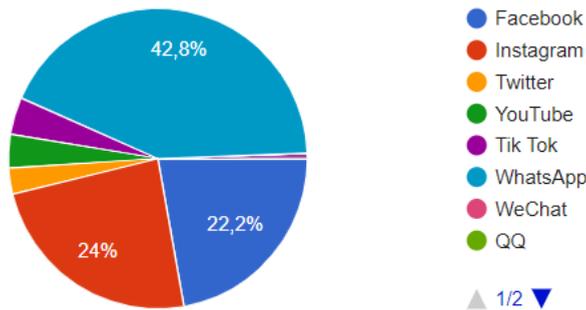


Figura 1 – Redes sociales más utilizadas

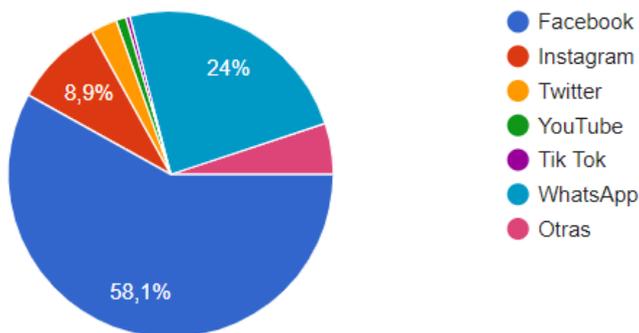


Figura 2 – Facebook con más fake news

Los datos de la encuesta señalan que 448 (90,1%) personas consultadas coinciden en afirmar que las fake news perjudican a las sociedades actuales; 10 (2%) dijeron que las fake news no perjudican; y 39 (7,8%) indicaron tal vez. A pesar de ese conocimiento, el 10, 1% de los encuestados, es decir 50 personas aceptaron haber compartido una fake news después de haberla leído y darse cuenta de que se trataba de una noticia falsa; el 9,7% (48 encuestados) dijeron tal vez; y el 80,2% de encuestados, es decir 397 personas contestaron no haber compartido la fake news.

De los 500 encuestados el 81% usa Google para confirmar la veracidad de la noticia y analizar al autor de la información antes de darle like o compartir en redes sociales; el 9,9% no lo hace; y el 8,9% respondió tal vez, situación que refleja la normal aplicación de estrategias educomunicativas para evitar a las noticias falsas. Aún todavía cuando los encuestados en su mayoría identifican plenamente los formatos de comunicación por donde recibieron fake news en redes sociales; el 41% (203 personas) dijeron que recibieron falsas noticias por mensajes de texto; el 28,9% es decir 143 personas recibieron fake news por fotografías; el 12,9% 64 encuestados recibieron por video; el 10,9% 54 recibieron por infografía; y el 6,3% (31 personas) por audios o mensajes de voz, como se expone en la figura No. 3

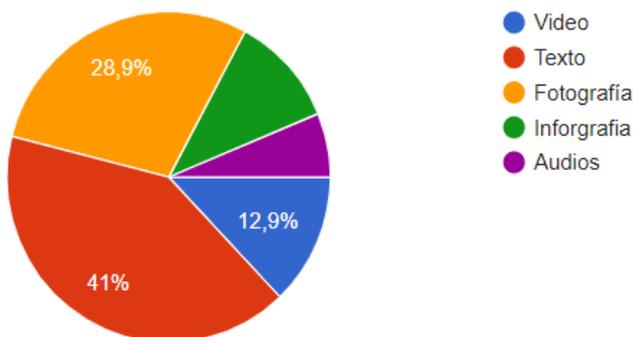


Figura 3 – Tipos de formatos para noticias

Las habilidades educomunicativas de los encuestados es evidente en sus respuestas, puesto que el 83,2%, es decir 411 personas dijeron distinguir una fake news de una noticia real por el contenido; el 7,7% (38 personas) dijo hacerlo por la imagen; el 5,5% 27 encuestados señalaron que hacen la comparación por que algún contacto les indicó; el 2% por la calidad del video; y el 1,6% por el audio. Ver figura No. 4



Figura 4 – Distinguir lo real de lo falso

Cuando se consultó a los 500 encuestados qué sensación experimentaron al momento de recibir una fake news, el 37% mencionaron estar confundidos; seguido del 13,9% de personas que indicaron sentir coraje e ira; el 13,7% señaló sentirse desorientados; el 12,5% dijeron sorprendidos; el 5,8% indicaron sentir miedo y temor; y el restante 13,3% otras sensaciones, como indica la figura No. 5

Otro de los ítems de la encuesta consultó si creen en todo lo que leen por redes sociales; la respuesta fue no del 90,1% (448 personas) encuestadas; el 2,2% (11 personas) respondieron que sí; y el restante 7,6% (38) dijeron tal vez. Estas respuestas se alinean a las obtenidas de los 500 encuestados a quienes se les preguntó qué hacen al leer una noticia dudosa; 306 personas (61,6%) coincidieron en que lo primero es buscar corroborar la información; 76 personas (15,3%) aseguraron activar su pensamiento crítico al momento de leer una noticia falsa; 74 encuestados (14,9%) sospechan de la intensidad de la fake news; y solo 41 personas (8,2%) no le dan importancia a la publicación dudosa. Observar figura No. 6

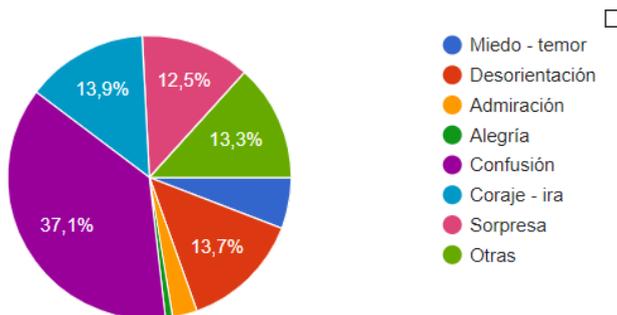


Figura 5 – Sensación al recibir fake news

Otra clara evidencia de que los internautas o usuarios de redes sociales en Internet aplican estrategias educomunicativas al momento de recibir noticias falsas son las respuestas que expresaron los 500 encuestados al consultarles cómo harían para combatir a las fake news: el 46,8% (232 personas) respondieron no posteando o compartiendo; el 30,6% dijeron denunciando a quienes difunden falsas noticias; el 6,7% (33 personas) plantean no creer en lo que se lee por redes; el 5% piden verificar fecha, lugar o nombres; el 4,8% dicen que lo mejor será eliminar a quienes las difunden; un 3,2% aconsejan preguntar a expertos; y el restante 2,8% piden identificar si otros hablan sobre el tema, como se expone en la figura No. 7

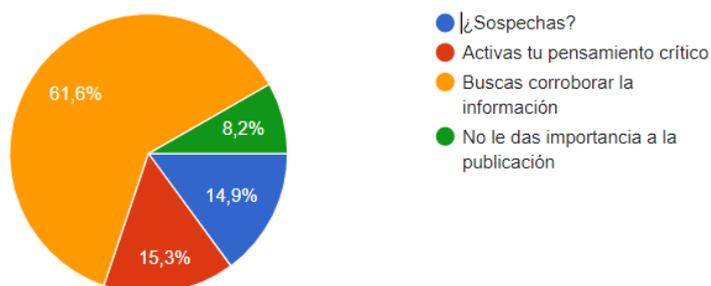


Figura 6 – Qué hago al leer noticias dudosas

La alfabetización mediática e informacional como herramientas educomunicativas aplicadas por docentes y formadores que permitan desarrollar habilidades y competencias contra las fake news son algunos de los planteamientos formulados por los 500 encuestados. El 54,2% (266 personas) piden a los educadores que enseñen a sus estudiantes a identificar a las fake news; el 22,2% (109 personas) piden que se enseñe el uso de las tecnologías frente al problema; el 18,7% (92 personas) explicaron que una estrategia contra las noticias falsas sería identificando la intención manipuladora de las fake news; y el resto 4,9% (24 personas) se inclinaron por otro tipo de estrategias. Ver figura No. 8

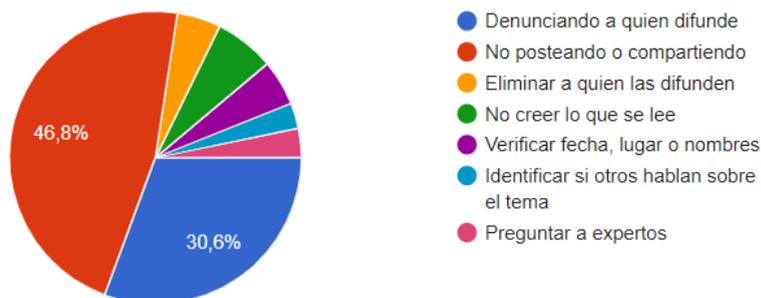


Figura 7 – Cómo combatir las fake news

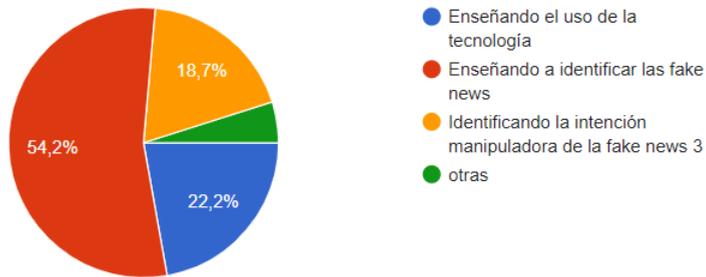


Figura 8 – Estrategias educucomunicativas docente

A pesar de que el presente estudio expone el problema de las fake news por redes sociales en Internet, los encuestados han observado que a través de los medios masivos también recibieron noticias falsas durante el 2020. 205 personas (43,8%) señalaron haber recibido con mayor frecuencia fake news por televisión con señal abierta; 171 encuestados (36,5%) lo han hecho a través de periódicos y revistas; 55 personas (11,8%) a través de la televisión por cable; y los restantes 37 encuestados (7,9%) recibieron noticias falsas a través de la radio, como se expone en la figura No. 9

Finalmente, de los datos recogidos del cuestionario online se establece que el perjuicio causado por las fake news es “muy grave” con un 49,9%; seguido de “grave” con el 43,9%; 5% “poco grave”; y el resto del 1,2% “nada grave”. Las 500 personas encuestadas aceptaron haber sido, de alguna manera, perjudicadas al recibir una noticia falsa. 223 personas (48,1%) aceptaron haber experimentado un daño emocional de frustración y desconfianza; 93 personas (18,8%) recibieron un perjuicio social; 79 encuestados (16%) sintieron un daño psicológico; 31 personas (6,3%) daño en su reputación personal; 23 personas (4,6%) perjuicio económico; 19 personas (3,8%) perjuicio político; y el restante de 12 personas (2,4%) sufrimiento individual. Véase figura No. 10

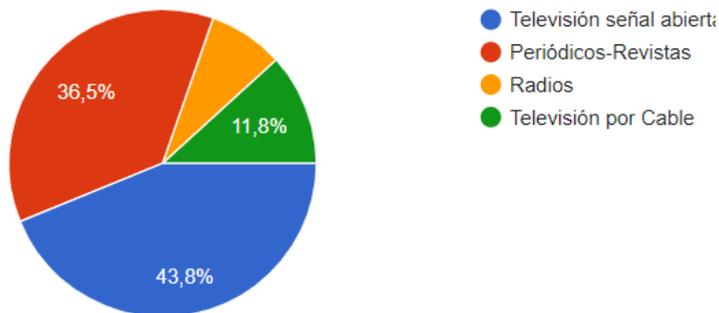


Figura 9 – Medios masivos con más fake news

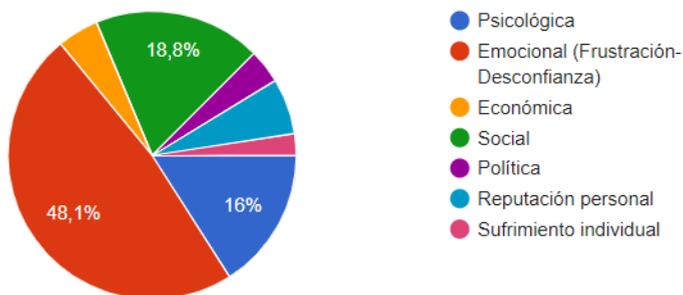


Figura 10 – Tipos de perjuicios causados

#### 4. Discusión y Conclusión

Frente al creciente problema que enfrenta la sociedad de la información y del conocimiento en la actualidad es imperioso la aplicación de estrategias educomunicativas y de alfabetización mediática e informacional que permita analizar e identificar confiables fuentes de información para enfrentar la oleada de fake news. De acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación tanto Facebook, WhatsApp, Twitter, YouTube, Instagram y las demás redes sociales que funcionan en Internet son el espacio digital por donde, indistintamente de la cantidad o niveles de tráfico de circulación de fake news, continúan creciendo exponencialmente y sin que nada las detengan, legalmente hablando, para evitar el consumo y posteo de noticias falsas a nivel global. En ese contexto, será apropiado aplicar campañas educomunicativas para identificar noticias falsas y de alfabetización digital que permitan verificar y contrastar la información que usuarios de Internet consumen por redes sociales y que difunden los medios de comunicación, aplicando además habilidades para el análisis crítico y reflexivo al momento de recibir y compartir información. A pesar de que la difusión de noticias falsas no es un problema reciente, las redes sociales a través del Internet han servido en la actualidad para que las fake news se reproduzcan rápidamente creando confusión, nerviosismo y desesperación en quienes las consumen, lo que obliga a los usuarios de Internet a participar de manera prevenida en redes sociales para no ser víctimas de noticias falsas.

Instituciones extranjeras y organizaciones no gubernamentales como la IFLA Federación Internacional de Asociaciones de Bibliotecarios y Bibliotecas, recomiendan que se estudie la fuente de información para comprobar la confiabilidad de quien o quienes emiten los datos, además de hurgar con otros autores o sitios web poseedores de credibilidad en redes sociales para asegurar que la información que se recibe sea verdadera. Se debe tener en cuenta además que, la información que se recibe a través de medios de comunicación desconocidos por redes sociales, conllevan a la posibilidad de que las noticias que difunden, con alta probabilidad, sean fake news, situación que permitirá una rápida y errónea propagación al resto de la sociedad causando confusión, temor y desorientación, por lo que se recomienda comparar dicha información con otras publicaciones hasta reconocer por medios oficiales la veracidad del dato compartido.

## Bibliografía

- Albright, J. (2017). Welcome to the Era of Fake News. *Media and Communication*, 5(2), 87-89. doi:<https://doi.org/10.17645/>
- Alonso, P. (18 de julio de 2017). *Cuadernos de periodistas*. Obtenido de Fake News y posverdad en tiempos de populismo: lecciones para periodistas.: <https://bit.ly/3BsHszd>
- Alonso-González, M. (2019). Fake News: desinformación en la era de la sociedad de la Información. *Ámbitos Revista Internacional de Comunicación*.(45), 29-52. doi:<http://dx.doi.org/10.12795/Ambitos.2019.i45.03>
- Behar, D. (2008). *Metodología de la investigación*. Editorial Shalom. Obtenido de <https://bit.ly/3uwxv01>
- Benaissa-Pedriza, S. (2018). La producción y consumo de contenidos de redes sociales por las audiencias de medios digitales. *Ámbitos Revista Internacional de Comunicación*., 3(42), 55-75. Obtenido de <https://bit.ly/3zn5WIt>
- Bernal-Triviño, A., & Clares-Gavilán, J. (2019). Uso del móvil y las redes sociales como canales de verificación. *El profesional de la información*., 28(3), e280312. doi:<https://doi.org/10.3145/epi.2019.may.12>
- Blanco, I., Galera, C. G., & Calvo, S. T. (2019). El impacto de las fake news en la investigación en Ciencias Sociales. *Historia y comunicación social*, 24(2), 449-469. doi:<https://dx.doi.org/10.5209/hics.66290>
- Checker, F. (2019). “*In 869 days, President Trump has made 10,796 false or misleading claims*”. Obtenido de Breaking news: <https://bit.ly/3ARf3ly>
- Davies, W. (24 de agosto de 2016). The age of post-truth politics. *The New York Times*. Obtenido de <https://nyti.ms/3BsS29p>
- Dentith, M. R. (2017). The Problem of Fake News. *Public Reason*, 8(1-2), 65-79. Obtenido de <https://bit.ly/2XOzSjl>
- Díaz, M. (2018). El fenómeno de la fake news en la opinión adolescente. *IES Floridablanca*, 1-12. Obtenido de <https://bit.ly/3iRRa7g>
- Fernández-García, N. (2017). Fake news: una oportunidad para la alfabetización mediática. *Revista Nueva Sociedad*(269), 66-77. Obtenido de <https://bit.ly/3roByKU>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ta. ed.). México D.F.: McGraw-Hill / Interamericana Editores. Obtenido de <https://bit.ly/2KV2Tnk>
- Jaster, R., & Lanius, D. (2018). What is fake news? *Revista Versus*, 2(127), 207-227. Obtenido de <https://bit.ly/2UCySxk>
- Mendiguren, T. P. (2020). Actitud ante las Fake News: Estudio del caso de los estudiantes de la Universidad del País Vasco. *19(1)*, 171-184. doi:<https://doi.org/10.26441/RC19.1-2020-A10>

- Nielsen, K., & Graves, L. (2017). "News you don't believe": Audience perspectives on fake news. *Factsheet*, 1-8. Obtenido de <https://bit.ly/3D8dJfZ>
- Oberiri-Destiny, A., & Bahiyah, O. (2021). Fake news and COVID-19: modelling the predictors of fake news. *Telematics and Informatics*, 56, 101475. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tele.2020.101475>
- Reis, J. C., Correia, A., Murai, F., Veloso, A., & Benevenuto, F. (2019). Aprendizaje supervisado para la detección de noticias falsas. *IEEE Intelligent Systems.*, 34(2), 76-81. doi:10.1109 / MIS.2019.2899143
- Rodríguez-Fernández, L. (2019). Desinformación y comunicación organizacional: estudio sobre el impacto de las fake news. *Revista Latina de Comunicación Social.*, 1714-1728. doi:10.4185/RLCS-2019-1406
- Santos-Sainz, M. (2013). Los imaginarios de los futuros periodistas en Francia. *Revista Latina de Comunicación Social*, 145-166. Obtenido de <https://bit.ly/3y2H4pm>
- Shuy, K., Slivaz, A., Wangy, S., Tang, J., & Liu, H. (2017). Fake News Detection on Social Media: And data Mining Perspective. *SIGKDD Explorations*, 19(1), 22-36. doi:<https://doi.org/10.1145/3137597.3137600>
- Tusa, F., & Durán, M. (2019). La era de la desinformación y de las noticias falsas en el ambiente político ecuatoriano de transición: un análisis de caso. *Revista #PerDebate*, 3(41), 18-41. doi:<https://doi.org/10.18272/pd.v3i1.1550>
- Valarezo-Cambizaca, L., & Rodríguez-Hidalgo, C. (2019). La innovación en el periodismo como antídoto ante las fake news. *RISTI Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información.*, 24-35. Obtenido de <https://bit.ly/3mANbhd>

# Aplicación De Minería De Datos Para Mejorar El Diagnóstico De Un Grupo De Enfermedades Respiratorias En Un Hospital De Trujillo

Ronald Segundo Alva Mariños, Luis Felipe Cruz Isla, Segundo Edwin Cieza Mostacero

ralvama9@ucvvirtual.edu.pe; luicruz@ucvvirtual.edu.pe; scieza@ucv.edu.pe

Universidad César Vallejo, C.P. 13001, Trujillo, Perú.

Pages: 585-596

**Resumen:** El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general mejorar el diagnóstico de un grupo de enfermedades respiratorias en el Centro de Atención Primaria CAP III Metropolitano de Trujillo implementando una aplicación de minería de datos. Se realizó una investigación de grado pre-experimental; usando herramientas de recolección de datos como fichas de registro y de observación. Durante el desarrollo del software se usó la metodología CRISP-DM. Se conto con una población de 56 pacientes, y tomando una muestra de 19 pacientes; dando como resultados después de la implementación, el aumento en el nivel de morbilidad de un 4.96%, así misma disminución del tiempo promedio para identificar la existencia de dicho grupo en 20 minutos. También reducción del costo promedio de diagnóstico en S / 327.95. Concluyendo en una mejora en el diagnóstico de un grupo de enfermedades respiratorias en el Centro de Atención Primaria CAP III Metropolitano de Trujillo.

**Palabras-clave:** Diagnósticos, Morbilidad, Tiempo de diagnósticos, Costos de diagnósticos.

## *Data Mining Application to Improve the Diagnosis of a Group of Respiratory Diseases in a Trujillo Hospital*

**Abstract:** The present research work had the general objective of improving the diagnosis of a group of respiratory diseases in the CAP III Metropolitan Primary Care Center of Trujillo by implementing a data mining application. A pre-experimental degree investigation was carried out; using data collection tools such as record and observation cards. During the development of the software, the CRISP-DM methodology was used. There was a population of 56 patients, and taking a sample of 19 patients; giving as results after implementation, an increase in the level of morbidity of 4.96%, as well as a decrease in the average to identify the existence of a group of respiratory diseases, in 20 minutes. Also a reduction in the average cost of diagnosis in S / 327.95. Concluding in an improvement in the diagnosis of a group of respiratory diseases in the CAP III Metropolitan Primary Care Center of Trujillo.

**Keywords:** Diagnoses, Morbidity, Diagnosis time, Diagnosis costs.

## 1. Introducción

Al año 2020, el avance sobre el proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias ha ido en aumento, tales como el mejoramiento de sus técnicas como el estudio por imagen y exámenes biológicos, no obstante, aún sigue presente la dificultad de este, viéndose perjudicado la integridad del paciente. Asimismo, el Instituto de Medicina Americana de Texas detectó que alrededor de 400,000 muertes fueron causadas por los procesos mal elaborados, generando errores médicos prevenibles (To err IS human, 2016).

Incluso en el 2009, la Organización Mundial de la Salud (OMS) resalto que a nivel mundial una cifra que supera los 138 millones de pacientes fueron afectados a causa de los errores médicos, lo que reafirma como este grave problema sigue presente en dicho año. Los países donde se evidencia eran de nivel medio y bajo en ingresos, correspondiendo a un 80% de su población global. También en Estados Unidos, se encontró errores de diagnósticos cuando se investigó, el resultado fue del 10% de mortalidad en pacientes hospitalizados, a más detalle esto significaba el 6% y 17% de negligencia médica a la integridad de cada paciente (OMS, 2019).

En una publicación de Andina (2018), indicó que la Contraloría General de la Republica realizó una auditoría al Hospital Regional Docente de Trujillo, en donde se reflejó un inadecuado seguimiento al realizar la totalidad de los exámenes auxiliares requeridos, aumentando el riesgo de definir un mal diagnóstico y tratamiento, lo que generó gastos adicionales a las personas que cuentan Seguro Integral de Salud (SIS).

El Centro de Atención Primaria CAP III Metropolitano Trujillo, al mes de junio del 2020, se dedicaba a realizar consultas externas; estuvo ubicada en la avenida Francisco Adrianzen 326 de dicha ciudad y la administradora era la Ing. Margarita Sairitupac Paredes. La entidad mencionada con anterioridad contaba con un total de 67 trabajadores, quienes se encargaban de los diferentes servicios como: Medicina General, Medicina Interna, Terapia, Obstetricia y Pediatría, donde se detectó un incremento de casos, por lo que, en la mayoría de estos fueron enfermedades respiratorias, los cuales afectaron a niños entre 1 a 5 años, viéndose reflejado la poca eficacia en el proceso de diagnóstico médico y tratamientos en el departamento de Pediatría de dicho conjunto de enfermedades, ocasionando un aumento en el nivel de morbilidad, tiempo promedio para identificar la existencia de un grupo de enfermedades respiratorias y costo promedio de diagnóstico del dicho grupo. Basándonos en la realidad mencionada anteriormente, se planteó la pregunta de investigación: ¿De qué manera una aplicación de minería de datos influye en el diagnóstico de un grupo de enfermedades respiratorias en el Centro de Atención Primaria CAP III Metropolitano de Trujillo?

La investigación tuvo como principal objetivo mejorar el diagnóstico de un grupo de enfermedades respiratorias en el Centro de Atención Primaria CAP III Metropolitano de Trujillo, a través de la implementación de una aplicación de minería de datos, y como objetivos específicos: disminuir el nivel de morbilidad, expuestas bajo la inoportuna situación de riesgo en diagnósticos y tratamiento, disminuir el tiempo promedio para identificar la existencia de un grupo de enfermedades respiratorias bajo la deficiencia de los exámenes médicos y la falta de precisión al realizar al definir una situación de salud, por último, disminuir el costo promedio de diagnóstico del grupo mencionado anteriormente, debido al gasto adicional en base a los múltiples exámenes incompletos

para la resolución del diagnóstico respectivo. Por lo mencionado anteriormente, la presente investigación buscó mejorar el diagnóstico de un grupo de enfermedades respiratorias en el Centro de Atención Primaria CAP III Metropolitano de Trujillo, a través de la implementación de una aplicación de minería de datos en el año 2020.

## 2. Trabajos relacionados

Orientado en el objeto de estudio, Según Juy et al. (2014) con el estudio titulado “Morbilidad por Infecciones Respiratorias Agudas en menores de 5 años”, presentado en MEDISAN. Estudio realizado con un enfoque descriptivo y transversal en el hospital de Sayaxche, cuyo objetivo fue identificar la causa de consultas e ingresos por Infecciones Respiratorias Agudas, una población que cuenta con 253 pacientes (menor de 5 años de edad), con diagnosticado de Infecciones Respiratorias Agudas (IRA), se obtuvieron como resultados que, el primer motivo de ingreso en los hospitales, fueron manifestaciones en fiebre, representando en un 98% de los casos, el cual tuvo un impacto mayor en diagnósticos de neumonía con un 88.6% en niños varones menores de un año. Se concluyó que la primera causa de consultas fueron los diagnósticos por Infecciones Respiratorias Agudas en niños menores de 5 años.

La investigación de Cordova et al. (2020) llamada “Prevalencia de Infecciones Respiratorias Agudas en niños menores de 5 años”, presentada en el Centro Materno-Infantil, ubicado en Lima (Perú). Tiene un enfoque de tipo descriptivo, con el objetivo de la prevalencia de Infecciones Respiratorias Agudas (IRA) en niños menores de 5 años, con 4050 historias clínicas como población, dichos datos se recolectaron mediante fichas de registros. Se obtuvieron como resultados que, la prevalencia de IRAS en el centro materno-infantil fue de un 30.47% casos reportados, dentro de esos porcentajes, impactó más en los niños de menores de 3 años. Se concluyó que la prevalencia de Infecciones Respiratorias Agudas afectó mayormente a niños menores de 3 años de edad.

También los autores Marimón y Navarro (2017) con el estudio titulado “Métodos de diagnóstico rápido de las infecciones respiratorias”, presentada por la Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica. Realizado el estudio con un enfoque descriptivo, tuvo el objetivo de realizar evaluaciones de las técnicas de diagnóstico en las Infecciones Respiratorias (IR) siendo comunes; se obtuvo como resultados, sobre las técnicas de diagnóstico rápido poseen fácil ejecución, pueden durar entre 15 – 30 minutos, teniendo la duración menos eficiente comparado con la ejecución la misma técnica en otros instantes. Se concluyó que las técnicas de diagnóstico son menos eficientes.

## 3. Metodología

La metodología seleccionada para el desarrollo de la aplicación de minería de datos fue CRISP-DM citando a IBM (2020) hacen mención que la metodología CRISP-DM está compuesta por 6 fases; siendo ésta la fase de comprensión del negocio, fase de comprensión de los datos, fase de preparación de los datos, fase de Modelado, fase de Evaluación y la fase de Implementación.

Fase de comprensión de negocio, en esta fase se detalló los objetivos de negocio, recopilando la información de la empresa y problemática, se describieron los objetivos

de rendimiento y una evaluación de la situación como terminología, requisitos, riesgos y contingencias, consensuando un plan de proyecto.

Fase de comprensión de los datos, en esta fase se desarrolló una recolección inicial de los datos, que este caso son las historias médicas porque su información poseía las enfermedades diagnosticadas, del mismo modo todo lo recolectado fue almacenado en una base de datos con esquema dimensional en estrella, la cual fue generada por la herramienta MySQL Workbench.

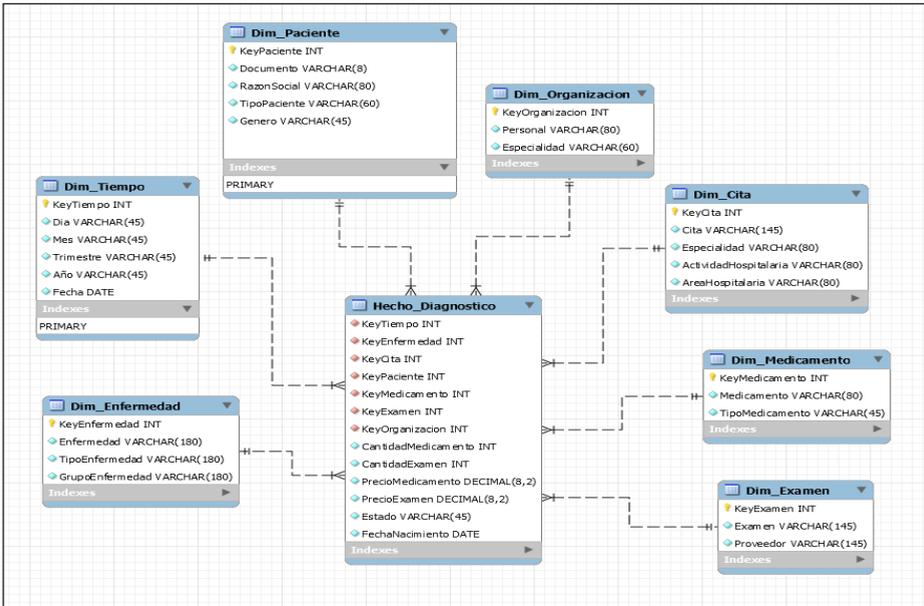


Figura 1 – Modelo dimensional en estrella

Dentro de esta misma fase, se realizó una exploración de los datos, para esta parte se aplicó pruebas estadísticas básicas demostrado en tablas de frecuencia y gráficos de distribución de los datos, por último, una vez explorados los datos, se realizó una verificación de calidad, en el cual se midió todos los resultados con los objetivos del proyecto.

Quiero ver 2019 v

Costo promedio Anual de diagnóstico

Mes actual	Costo promedio del mes actual	Mes Anterior	Costo promedio del Mes siguiente	Diferencia de costos
Julio	\$: 10,946.78	-	\$: 0.00	\$: -10,946.78(-)
Agosto	\$: 11,121.65	Julio	\$: 10,946.78	\$: 174.87(+)
Septiembre	\$: 10,636.66	Agosto	\$: 11,121.65	\$: -484.99(-)
Octubre	\$: 10,542.49	Septiembre	\$: 10,636.66	\$: 91.17(+)
Noviembre	\$: 7,126.96	Octubre	\$: 10,542.49	\$: 3,415.54(+)
Diciembre	\$: 10,332.11	Noviembre	\$: 7,126.96	\$: 3,205.15(+)

Figura 2 – Costo promedio anual

Tempo de Filtro: 2019-01-01 a 2021-08-27

### Costo de medicamentos según grupo de enfermedades

Search:

Código de Enfermedad	Grupo de Enfermedad	Costo de la enfermedad	Cantidad de pacientes	Costo promedio por paciente
N17-N19	Insuficiencia renal	7861.69921	125	65.49350448
J05-J06	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	3924.4247732061	419	9.50228915002054
J05-J09	Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores	1972.0106709824	169	8.4289973016879
J40-J47	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	1062.286595	60	17.855985
J20-J22	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores	362.4789997148	20	12.15427871428831
N10-N16	Enfermedad renal tubulointersticial	94.221958	21	1.623998
J05-J22	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores	65.086	8	8.135175
J95-J99	Otras	91.348206	13	7.026786
H65-H75	Enfermedades del oído medio y de la mastoides	428.124645	39	10.977355
A00-A99	Enfermedades infecciosas intestinales	84.194	44	1.9135

Showing 1 to 10 of 16 entries Previous 1 2 Next

Figura 3 – Costo de medicamentos según grupo de enfermedades

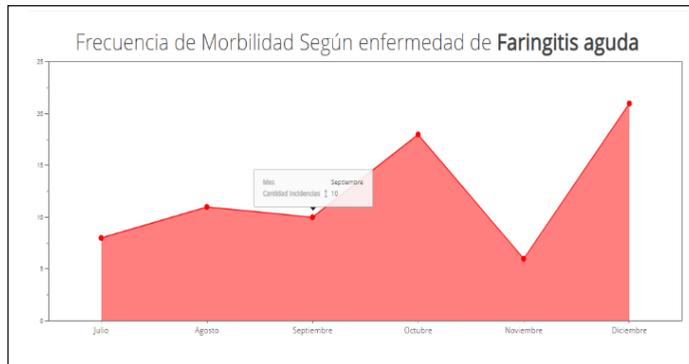


Figura 4 – Frecuencia de morbilidad

Fase de preparación de los datos, en esta fase se desarrolló una selección de la información de los pacientes en las historias médicas, del mismo modo una construcción, que se puede destacar la transformación del campo Fecha de la tabla Dim\_Tiempo. en el cual consistió en codificar numéricamente los valores del campo que inicialmente contenía caracteres de tipo fecha con el nombre del tiempo según su tipo de granularidad (Año, Mes y Día) y se realizó una integración que se encargaba el programa Pentaho Data Integration (PDI) mediante tareas que se ejecutaban periódicamente mediante el extraído, tratado y cargado de información a la base de datos. (no se requirió una limpieza y formateo de datos porque los campos no tenían ningún tratamiento especial o valor faltante), otro evento que se puede destacar, es la discriminación y agrupación de información con los criterios del experto, esto es importante para tener un bajo error ante una mala integridad de la información.

Fase de modelado, en esta fase se detalló las técnicas de modelado, que en el cual lo realizaba el programa Pentaho Data Integration para la minería de datos, del mismo modo se realizó la construcción del modelo a base del esquema creado anteriormente.



Figura 5 – Proceso ETL (Extract, transform and load)

Fase de evaluación, en esta fase se realizó unas pruebas al modelo generado, en este caso, la evaluación se hace desde el punto de vista de los objetivos de negocio.

Fase de Implantación, en esta fase se realizó una explicación al cliente de cómo poner en funcionamiento el proyecto que se ha construido en las fases anteriores, así como exponer los resultados obtenidos de tal forma que lo pueda entender fácilmente, del mismo modo se elaboró un plan de implantación, de monitoreo y de mantenimiento, también se detalló la necesidad de tener un acceso consistente de información para la retroalimentación del modelo generado, dado que mientras más volumen posee el modelo, más preciso son los resultados.

## 4. Resultados

Durante el procesamiento de los datos, estos fueron sometidos a la prueba de normalidad Shapiro-Wilk una vez comprobada la normalidad de los ya mencionados es que se procedió a aplicar la prueba Wilcoxon Romero (2016), con el fin de ubicar el resultado en la campana de Gauss y decidir si se aceptaba o rechazaba la hipótesis nula.

A continuación, se muestran los resultados por cada indicador.

### 4.1. Indicador 1: Nivel de morbilidad

#### ***HIPÓTESIS NULA Y ALTERNA***

Donde “NMa” es el nivel de morbilidad antes de utilizar la aplicación de minería de datos y “NMd” es el nivel de morbilidad después de utilizar la aplicación de minería de datos.

- H1: La aplicación de minería de datos disminuirá el nivel de morbilidad en el diagnóstico de un grupo de enfermedades respiratorias en el Centro de Atención Primaria CAP III Metropolitano Trujillo.  
Ho:  $NMa - NMd \leq 0$

- **HO:** La aplicación de minería de datos no disminuirá el nivel de morbilidad en el diagnóstico de un grupo de enfermedades respiratorias en el Centro de Atención Primaria CAP III Metropolitano Trujillo.  
**Ha:**  $NMa - NMd > 0$

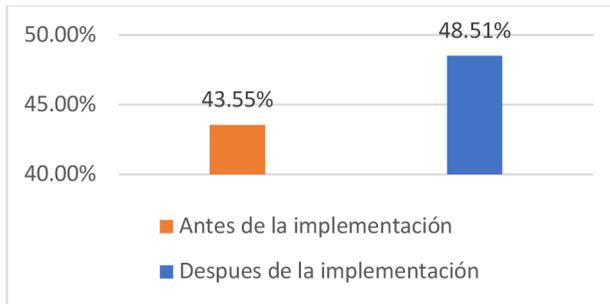


Figura 6 – Indicador Nivel de morbilidad

El indicador sufrió un aumento del 43.55% al 48.51%, después de la implementación de la aplicación de minería de datos, lo cual representa una diferencia de 4.96%, es por este motivo que se puede afirmar que hubo un aumento en el nivel morbilidad.

Estadísticos de prueba	
	Después de la implementación - Antes de la implementación
Z	-1,253 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,210

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon  
 b. Se basa en rangos negativos.

Tabla 1 – Prueba Z del Indicador 1

Se acepta la hipótesis nula con un 95% de confianza, donde la aplicación de minería de datos no disminuye el nivel de morbilidad en el diagnóstico de un grupo de enfermedades respiratorias, dado que  $Z = -1.253$  así como  $p$  (Sig.) es mayor que  $0.05$  ( $0.210 > 0.05$ ) y se rechaza la hipótesis alterna.

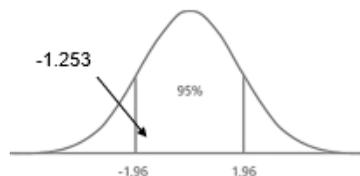


Figura 7 – Aceptación de la hipótesis nula del indicador 1

En la figura 9 se indica que el valor de  $Z = -1.253$  se encuentra en la zona de aceptación de la campana de Gauss; por ello, se acepta la hipótesis nula de este indicador.

**4.2. Indicador 2: Tiempo promedio para identificar la existencia de un grupo de enfermedades respiratorias**

**HIPÓTESIS NULA Y ALTERNA**

Donde “TPIEGERa” es el tiempo promedio para identificar la existencia de un grupo de enfermedades respiratorias antes de utilizar la aplicación de minería de datos y “TPIEGERd” es el tiempo promedio para identificar la existencia de un grupo de enfermedades respiratorias después de utilizar la aplicación de minería de datos.

- H1: La aplicación de minería de datos disminuirá el tiempo promedio para identificar la existencia de un grupo de enfermedades respiratorias en el Centro de Atención Primaria CAP III Metropolitano Trujillo.  
Ha:  $TPIEGERa - TPIEGERd > 0$
- Ho: La aplicación de minería de datos no disminuirá el tiempo promedio para identificar la existencia de un grupo de enfermedades respiratorias en el Centro de Atención Primaria CAP III Metropolitano Trujillo.  
Ho:  $TPIEGERa - TPIEGERd \leq 0$

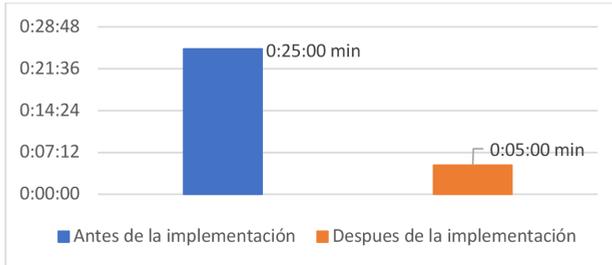


Figura 8 – Indicador Tiempo Promedio

El indicador sufrió una disminución de 25 min a 5 min, después de la implementación de la aplicación de minería de datos, lo cual representa una diferencia de 20 min, es por este motivo que se puede afirmar que hubo una disminución en el tiempo promedio para identificar la existencia de un grupo de enfermedades respiratorias.

Estadísticos de prueba	
	Después de la implementación - Antes de la implementación
Z	-3,860b
Sig. asintótica(bilateral)	,000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

Tabla 2 – Prueba Z del Indicador 2

Se acepta la hipótesis alterna con un 95% de confianza, donde la aplicación móvil multiplataforma incrementa la cantidad promedio de productos de primera necesidad en stock, dado que  $Z = -3.860$  así como  $p$  (Sig.) es menor que  $0.05$  ( $0.000 < 0.05$ ) y se rechaza la hipótesis nula.

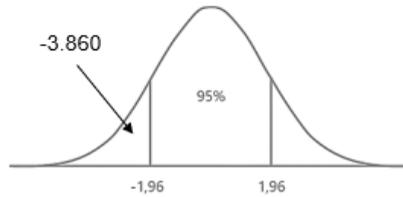


Figura 9 – Aceptación de la hipótesis alterna del indicador 2

En la figura 11 se indica que el valor de  $Z = -3.860$  se encuentra en la zona de aceptación de la campana de Gauss; por ello, se acepta la hipótesis alterna de este indicador.

### 4.3. Indicador 3: Costo promedio de diagnóstico de un grupo de enfermedades respiratorias

#### HIPÓTESIS NULA Y ALTERNA

Donde el “CPDGERa” es costo promedio de diagnóstico de un grupo de enfermedades respiratorias antes de utilizar la aplicación de minería de datos y “CPDGERd” es costo promedio de diagnóstico de un grupo de enfermedades respiratorias después de utilizar la aplicación de minería de datos.

- $H_1$ : La aplicación de minería de datos disminuirá el costo promedio de diagnóstico de un grupo de enfermedades respiratorias en el Centro de Atención Primaria CAP III Metropolitano Trujillo.  
 $H_a$ :  $CPDGERa - CPDGERd > 0$
- $H_0$ : La aplicación de minería de datos no disminuirá el costo promedio de diagnóstico de un grupo de enfermedades respiratorias en el Centro de Atención Primaria CAP III Metropolitano Trujillo.  
 $H_o$ :  $CPDGERa - CPDGERd \leq 0$

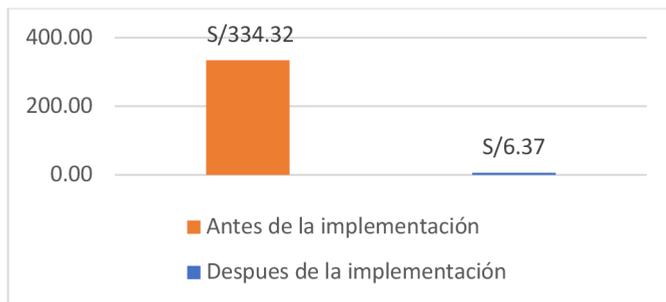


Figura 10 – Indicador Costo Promedio

El indicador sufrió una disminución de S/ 334.32 a S/6.37 min, después de la implementación de la aplicación de minería de datos, lo cual representa una diferencia de S/327.24 min, es por este motivo que se puede afirmar que hubo una disminución en el costo promedio de diagnóstico de un grupo de enfermedades respiratorias.

Estadísticos de prueba	
	Después de la implementación - Antes de la implementación
Z	-3,981b
Sig. asintótica(bilateral)	,000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

Tabla 3 – Prueba Z del Indicador 3

Se acepta la hipótesis alterna con un 95% de confianza, donde la aplicación móvil multiplataforma incrementa la cantidad promedio de productos de primera necesidad en stock, dado que  $Z = -3.981$  así como  $p$  (Sig.) es menor que 0.05 ( $0.000 < 00.5$ ) y se rechaza la hipótesis nula.

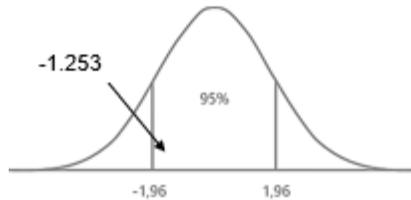


Figura 11 – Aceptación de la hipótesis alterna del indicador 3

En la figura 13 se indica que el valor de  $Z = -3.981$  se encuentra en la zona de aceptación de la campana de Gauss; por ello, se acepta la hipótesis alterna de este indicador.

### 5. Conclusiones

Se concluye satisfactoriamente que, al implementar una aplicación de minería de datos mejora, significativamente el diagnóstico de un grupo de enfermedades respiratorias, en el Centro de Atención Primaria CAP III Metropolitano de Trujillo. Al disminuir el tiempo promedio, los costos pero que al mismo tiempo aumenta de manera negativa la morbilidad.

Se determinó que no existe una disminución significativa en el nivel de morbilidad, obteniendo un resultado de 43.55% (positivo) antes de la implementación, y un 48.51% (negativo) después de la implementación de la aplicación de minería de datos, consiguiendo un aumento del 4.96%, demostrado con la prueba estadística Wilcoxon,

con un nivel de significación del 5% y un 95% de confianza, dando un valor de Z de -1.253 y sig. de 0.210.

Se determinó que el indicador de nivel de morbilidad no es relevante por factores y variables exógenas, por ello el incremento de la estadía del grupo de enfermedades.

Se determinó que existe una disminución del tiempo promedio para identificar la existencia de un grupo de enfermedades respiratorias, obteniendo un resultado de 00:25 minutos antes de la implementación, y 00:05 minutos después de la implementación de la aplicación de minería de datos, consiguiendo una reducción de 00:20 minutos. Demostrado con la prueba estadística Wilcoxon, con un nivel de significación del 5% y un 95% de confianza, dando un valor de Z de -3.860 y sig. de 0.000.

Se determinó que existe una disminución en los costos promedio de diagnóstico de un grupo de enfermedades respiratorias, obteniendo un resultado de S/334.32 antes de la implementación, y S/6.37 después de la implementación de la aplicación de minería de datos, consiguiendo una reducción de S/ 327.95. Demostrado con la prueba estadística Wilcoxon, con un nivel de significación del 5% y un 95% de confianza, dando un valor de Z de -3.981 y sig. de 0.00.

## Referencias

- ANDINA, 2018. [3] Contraloría encuentra deficiencias en Hospital Regional de Trujillo | Noticias | Agencia Peruana de Noticias Andina. [en línea]. [Consulta: 18 octubre 2020]. Disponible en: <https://andina.pe/agencia/noticia-contraloria-encuentra-deficiencias-hospital-regional-trujillo-703059.aspx>.
- CORDOVA ET .AL, 2020. [5]Prevalencia de infecciones respiratorias agudas en niños menores de 5 años en un centro materno infantil de Lima | Horizonte Médico (Lima). [en línea]. [Consulta: 16 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.horizontemedico.usmp.edu.pe/index.php/horizontemed/article/view/994>.
- IBM, 2020. IBM. [en línea]. [Consulta: 19 agosto 2021]. Disponible en: <https://prod.ibmdocs-production-dal-6099123ce774e592a519d7c33db8265e-0000.us-south.containers.appdomain.cloud/docs/es/spss-modeler/SaaS?topic=dm-crisp-help-overview>.
- JUY AGUIRRE, E., CÉSPEDES FLOIRIAN, E., RUBAL WONG, A. de la C., MAZA GONZÁLEZ, A.M. y TERÁN GUARDIA, C.A., 2014. [4] Morbilidad por infecciones respiratorias agudas en menores de 5 años. *MEDISAN*, vol. 18, no. 11, pp. 1490-1498. ISSN 1029-3019.
- MARIMÓN Y NAVARRO, 2017. [6]Métodos de diagnóstico rápido de las infecciones respiratorias. [en línea]. [Consulta: 16 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-pdf-S0213005X16303871>.
- OMS, 2019. [2] OMS | 10 datos sobre la seguridad del paciente. [en línea]. [Consulta: 18 octubre 2020]. Disponible en: [https://www.who.int/features/factfiles/patient\\_safety/es/](https://www.who.int/features/factfiles/patient_safety/es/).

- ROMERO, 2016. Pruebas de bondad de ajuste a una distribución normal. *Revista Enfermería del Trabajo*, vol. 6, no. 3, pp. 114. ISSN 2174-2510.
- TO ERR IS HUMAN, 2016. [1] To err IS human : Nursing2020 Critical Care. [en línea]. [Consulta: 18 octubre 2020]. Disponible en: [https://journals.lww.com/nursingcriticalcare/Fulltext/2016/09000/To\\_err\\_IS\\_human.1.aspx](https://journals.lww.com/nursingcriticalcare/Fulltext/2016/09000/To_err_IS_human.1.aspx).

# Contribución de las comunidades virtuales a la gestión del conocimiento en CaixaBank

Carles Planuch Prats<sup>1</sup>, Ramon Salvador Vallès<sup>2</sup>

carles.planuch-prats@upc.edu; ramon.salvador@upc.edu

<sup>1</sup> Departament de Ciències de la Computació, 08034, Barcelona, España.

<sup>2</sup> Departament d'Organització d'Empreses, 08034, Barcelona, España.

Pages: 597-611

**Resumen:** En el contexto de transformación digital actual, las organizaciones consideran los procesos de intercambio de conocimiento y de aprendizaje cada vez más cruciales para su éxito. En este contexto, las tecnologías de la información y la comunicación juegan un papel importante. En el presente artículo se ha hallado que las comunidades virtuales constituyen una herramienta útil para compartir conocimiento y para la innovación en el caso de CaixaBank donde se han utilizado las tecnologías de la información para apoyarlas. Se ha comprobado que las comunidades virtuales han contribuido al desarrollo de numerosos productos y servicios según las necesidades de los clientes y a mejorar las buenas prácticas en la organización, así como la formación de los empleados.

**Palabras-clave:** Gestión del conocimiento; tecnologías de la información y la comunicación; comunidades virtuales; servicios financieros.

## *Contribution of virtual communities to the knowledge management at CaixaBank*

**Abstract:** In today's digital transformation context, organizations consider knowledge sharing and learning processes increasingly crucial to their success. In this context, information and communication technologies play an important role. In this article, it has been found that virtual communities constitute a useful tool for sharing knowledge and for innovation in the case of CaixaBank where information technologies have been used to support them. Thus, it has been proven that virtual communities have contributed to the development of numerous products and services according to customer needs and to improve good practices in the organization, as well as employee training.

**Keywords:** Knowledge management; Information and communication technologies; virtual communities; financial services.

## 1. Introducción

La gestión del conocimiento (GC) ha sido durante años y, es actualmente, un tema clave en muchas organizaciones que lo relacionan con la innovación y mejora de sus

procesos, productos y servicios, con el posicionamiento estratégico de las empresas, y con los resultados que las empresas obtienen. Hasta el punto en que se ha considerado el conocimiento el recurso estratégico más importante (Zack, 1999). Ello ha propiciado que muchos académicos hayan dedicado sus esfuerzos a desarrollar la base fundamental de esta disciplina, tanto desde el punto de vista cualitativo (Nonaka, 1994), (Davenport y Prusak, 1998), (Massey et al., 2002) como cuantitativo (Choi y Lee, 2003), (Darroch, 2005), (Lee y Choi, 2003), (Tanirvedi, 2005). El rápido desarrollo y la posterior incorporación de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en las organizaciones que ha tenido una gran influencia sobre la GC. En este sentido, la mayoría de autores coinciden en destacar el papel clave de las TIC como McDermott (1999) y Walsham (2001).

Aunque existen diversas tendencias en la GC, según Kidwell (2000), las TIC han seguido incrementado su influencia en la GC. Básicamente, como afirma Nath (2012) a la hora de facilitar los procesos relacionados con la adquisición y compartición del conocimiento en las organizaciones. En este sentido, Levy (2009) afirmaba que las herramientas Web 2.0 están estrechamente relacionadas con los elementos principales de la GC y que dichas herramientas poseen un interesante potencial para mejorar los procesos de la GC dado que facilitan la aportación y compartición de nuevas ideas o conocimientos. Posteriormente, con la consolidación de la Web 2.0 se desarrollaron numerosas comunidades en los procesos de GC, lo que llevó a la consecución del concepto de “comunidades virtuales de práctica” Vinson (2013).

Sin embargo, a diferencia de algunas iniciativas en la gestión, el argumento del conocimiento ha persistido hasta la actualidad sin que por ello haya disminuido el interés. De hecho, la literatura ha continuado desarrollándose con un reconocimiento creciente del papel de las comunidades en el intercambio de conocimientos (Wenger y Snyder, 2000). La evidencia empírica muestra que estas comunidades se forman dentro de organizaciones como sería previsible pero también entre personas en diferentes organizaciones que se unen para aprender compartiendo conocimiento sobre temas particulares (Anand, et al. 2002), o para colaborar colectivamente en el desarrollo de software (Markus, et al. 2001), por ejemplo.

De este modo, la progresiva aparición de plataformas digitales ha permitido implicar a usuarios tanto del exterior como del interior de las organizaciones. Por ejemplo, la amplia difusión de las intranets en todas las diferentes formas de negocio, desde las PYMES hasta empresas corporativas, han estado facilitando los procesos de intercambio de conocimientos y, a su vez, a la mejora de sus sistemas de GC (Scuotto, 2017); (Soto-Acosta, 2014); (Martínez-Conesa et al, 2017).

Además, los entornos de innovación y las TIC asociadas permiten que los empleados se sientan más comprometidos con sus organizaciones y, por lo tanto, las plataformas digitales tienden a reunir ideas innovadoras. Estos procesos, en determinados casos, han superado las fronteras de las empresas e incluso han conseguido aportaciones de un conjunto heterogéneo de conocimientos en los procesos de generación de ideas (Scuotto et al., 2017). De modo que las TIC mejoran la creación y el intercambio de conocimiento al reunir a socios y o empleados con diversos conocimientos y experiencia y, a su vez, permiten tanto la innovación abierta (Chesbrough, 2003) como cerrada (Martínez-Conesa et al., 2017); (Vrontis et al., 2017).

Este documento está estructurado de la siguiente manera. En la sección número dos se tratan las CVs que el sector financiero ha desarrollado. En la tercera, se presenta la metodología de análisis seguida y el análisis de las CVs de CaixaBank.

## 2. Comunidades virtuales en el sector financiero

La literatura define la comunidad virtual (CV) como un lugar de encuentro virtual para un grupo de personas con intereses u objetivos utilizando Internet para mantener las relaciones sociales en torno a un interés común Barnatt (1998); Ridings, Gefen y Arinze (2002); Flavian y Guinaliu (2005); Royo-Vela y Casamassima (2011). Los miembros del grupo no requieren de una ubicación geográfica común o de interacción física para mantener sus interacciones sociales de forma regular (Ridings et al., 2002). En relación con el contexto empresarial, si consideramos la definición de Wiertz y de De Ruyter (2007) se puede definir una CV alojada en una empresa como una agregación de (principalmente) clientes de la empresa proveedora “que coproducen y consumen colectivamente contenido sobre una actividad comercial que es fundamental para su interés mediante el intercambio de recursos intangibles” (Wiertz y De Ruyter, 2007).

Y aunque existen numerosas denominaciones de las CVs en la literatura (Tapscott y Williams, 2006) y (West y Lakhani, 2008), la mayoría de autores destacan el papel habilitador de las TIC en las CVs (Michaelides y Morton, 2008). Las empresas las han creado con diferentes objetivos: para potenciar la imagen de marca (Wiertz y De Ruyter, 2007), para fortalecer la innovación de las empresas aprovechando los *leads users* (Von Hippel, 1986) o las innovaciones de los usuarios (Baldwin, Hienerth y von Hippel, 2006).

Existen en la literatura diversas definiciones de las CVs. Según Armstrong y Hagel (1996) una CV proporciona un espacio para que sus miembros compartan e intercambien intereses comunes, conocimientos (J Preece, 1999) y aprendan intelectualmente (Brazelton y Gorry, 2003). Además, la transferencia de conocimiento se basa en la interacción social (Nonaka y Takeuchi, 1995) y, por lo tanto, estas comunidades pueden facilitar el proceso de transferencia de conocimiento de manera positiva y directa (Wenger, 1998). En la opinión de (Kim et al. (2011) las comunidades pueden considerarse como una fuente de conocimiento que los destinatarios pueden buscar. Según Jeppesen y Molin, (2003) “las actividades que se desarrollan en las CVs pueden apoyar la innovación, ya sea aportando ideas dirigidas a la mejora de un producto o servicio existente, o proporcionando nuevas soluciones” (p. 373). Existen varios tipos de CVs, por ejemplo: comunidades virtuales de clientes Cheung et al (2008), CVs de empleados o las CPs citadas anteriormente, entre otras.

En general, las comunidades desempeñan un papel vital en el intercambio de conocimiento explícito y tácito, conectando personas, contribuyendo a la resolución de problemas de forma eficaz, fomentando la innovación, creando conciencia y creando nuevas oportunidades comerciales (Wenger et al., 2002); (Wenger, 2004). La mayoría de los estudios en este ámbito en organizaciones empresariales se centran en la creación y el diseño de este tipo de comunidades (Corso, Giacobbe y Martini, 2009); (Thompson, 2005), los factores de éxito y fracaso de las mismas (Zboralski, 2009), así como en su eficacia, en el caso del sector asegurador (Hemmasi & Csanda, 2009) y financiero (Corso et al., 2009).

El presente artículo pretende analizar el intercambio de conocimientos que se ha generado en las principales CVs de la entidad financiera CaixaBank: Inspira'ns, Innova, Connecta y Virtaula.

### 3. Metodología de análisis

Muchas empresas han considerado el uso de CVs para fomentar procesos de intercambio de conocimiento (Ardichvili et al., 2003). Las CVs para la innovación se han examinado como un instrumento innovador (Tietz y Herstatt, 2007), un medio de integración de clientes (Bartl, 2005) y una estrategia para la innovación abierta (Pisano y Verganti, 2008).

En este caso, con la misma visión de Ardichvili, Tietz, Bartl, Pisano y Verganti, en cuanto al intercambio de conocimiento, pero también con la idea de Wenger et al. (2002); Ardichvili et al. (2003); Wenger (2004); Annabi et al. (2012), (Jeon et al. (2011) en referencia a que las comunidades constituyen un elemento esencial en la GC y la innovación, proponemos el esquema conceptual que muestra la Figura 1. En dicho modelo se sugiere que un mayor grado de utilización de la TIC orientado a la creación de comunidades en las entidades financieras propicia un impacto positivo para la organización.

Los aspectos que se pretenden analizar de las comunidades hacen referencia al número y tipo de participantes, así como el objetivo de la comunidad. Aunque dada la especificidad de cada comunidad puede ser relevante detallar distintos indicadores para cada una de las mismas.

Se considera que la comunicación es un factor básico de una comunidad ya que proporciona los medios necesarios para intercambiar información o conocimiento. Según Hoegl y Gemuenden (2001) definen frecuencia y grado de formalización de la información aportada como variables destacadas de las comunidades.

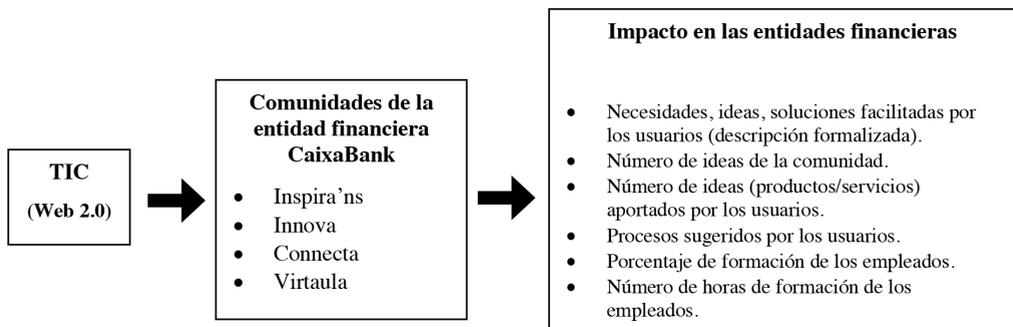


Figura 1 – Esquema conceptual propuesto.

El resultado de la colaboración de los usuarios de una comunidad se puede medir en función del cumplimiento de los objetivos preestablecidos para la misma (Cothrel, 2000); (Preece, 2001) y (Laine, 2006), en nuestro caso, la contribución a la innovación de las entidades financieras analizadas.

En este contexto, la Figura 1 muestra la relación entre las variables consideradas en este estudio. En la misma se adoptan algunas medidas de Pisano y Verganti, y se incorpora una perspectiva que enfatiza los efectos de las TIC sobre las comunidades y la innovación de productos y procesos en CaixaBank.

La metodología empleada está basada en el estudio del caso para tratar de explicar los fenómenos ubicados en su entorno real (Yin, 1984) y (Eisenhardt, 1989). Las ventajas que el uso de esta metodología puede aportar en las cuestiones a investigar, el impacto de las TIC en la GC y la innovación, superan ampliamente a los inconvenientes para la investigación que se plantea como la falta de representatividad estadística. Por tanto, se pone de manifiesto que la selección de un caso de una empresa del sector puede ser paradigmática en el análisis de las TIC en la GC por varias razones entre las que destacan las siguientes:

- La competitividad del entorno. Se trata de un sector en el que tradicionalmente existe un uso intensivo de las TIC. Además, la banca requiere de manera crítica que las TIC coordinen grandes volúmenes de información (Beckett, 2004).
- La adquisición y el tratamiento de la información en el sector bancario es una actividad central y el impacto de las innovaciones de procesos mediante las TIC en este ámbito sea probablemente mayor que en otras industrias (Casolaro y Gobbi, 2007).
- Las entidades financieras obtienen beneficios debido al impacto de la eficiencia de los procesos sobre el rendimiento del negocio (Davamanirajan et al., 2006).

Aunque la metodología de investigación utilizada es principalmente de tipo cualitativo, tal como se ha descrito anteriormente, para complementar el impacto de las comunidades de CaixaBank cuantitativamente se han revisado las memorias e informes de gestión proporcionados por la propia entidad durante el período analizado (2010-15).

### **3.1. Análisis en CaixaBank**

Las innovaciones llevadas a cabo desde el año 2012 en el ámbito de las redes sociales en CaixaBank fue impulsar la creación y el desarrollo de una serie de comunidades orientadas a la participación de las distintas figuras de la entidad. A continuación, se describen las distintas CVs que se han desarrollado en CaixaBank.

#### **3.1.1. Comunidad Inspira'ns**

Inspira'ns consiste en una comunidad de innovación basada en la Web 2.0 y abierta a la participación de todos los usuarios de banca por Internet. A través de Inspira'ns los clientes pueden hacer llegar a la entidad sus ideas sobre servicios y productos o sus sugerencias sobre cómo les gustaría que fuera su banco.

Es decir, el objetivo es ofrecer un servicio más adecuado a los clientes mediante una estrategia que personalice los productos y los servicios para alinearlos con las necesidades particulares de cada cliente.

Mensualmente, en el periodo analizado, la entidad recibe del orden de unas 150 aportaciones. Éstas pueden ser votadas por todos los clientes y las más valoradas son analizadas por una comisión de CaixaBank que valora su futuro desarrollo e

implantación. Posteriormente, el cliente recibe una respuesta de CaixaBank sobre la idea o la sugerencia aportada.

Desde su creación, a finales de 2012, CaixaBank ha implementado más de 100 ideas aportadas por clientes. Entre estas ideas, destacan la puesta en marcha del servicio “ReciBox” para la gestión inteligente de los recibos de los clientes. El servicio Mailbox para la mejora de la correspondencia y la gestión de documentos del cliente, la posibilidad de comunicarse con el gestor a través de “Línea Oberta”. El nuevo servicio de “Borsa Oberta” para invertir on-line o la posibilidad de seleccionar entre tres tipos de billetes diferentes en los reintegros por cajero automático (Informe anual CaixaBank, 2012).

En el período que va del 2010 a finales del 2015, se contabilizaban 81.347 aportaciones de los clientes, de las cuales se seleccionaron 8.356 que fueron votadas en la comunidad y de donde se obtuvieron 5.384 ideas, para ser aplicadas; de éstas 100 se realizaron. A modo de ejemplo de estas aportaciones de los clientes, surgió el nuevo servicio “Mis finanzas” que permitía a los clientes mejorar el control de sus gastos, con presupuestos, categorías y alertas personalizables. O las nuevas opciones de notificaciones a los clientes que incluían avisos de mensajería entre los gestores y los clientes (Informe anual CaixaBank, 2015).

### **3.1.2. Comunidad Connecta**

Connecta es una comunidad interna para facilitar la colaboración transversal, aumentar la implicación y fomentar la innovación participativa de todos los empleados de la entidad. A través de la creación de grupos transversales, los empleados hacen preguntas, resuelven dudas y aprenden de la experiencia de los demás y comparten buenas prácticas.

Desde su creación en 2012, más de 20.000 usuarios accedieron a la plataforma y el 23% de los empleados han publicado posts o comentarios.

Poner en marcha la red social profesional interna denominada Connecta, con 245 grupos formados por unas 90 personas que constituyen la plantilla de cada dirección de área de negocio y que agrupan unas 25 oficinas.

### **3.1.3. Comunidad Innova**

Creada en el año 2012 el portal Innova, constituye una comunidad orientada a la innovación en productos y procesos, y a identificar nuevas oportunidades de negocio.

Innova se consolidó en 2014 como herramienta de colaboración con los empleados de CaixaBank. El 80% de la plantilla se había conectado a Innova en 2013. En 2014 siguió creciendo, con más de 1.500 empleados que participaron con ideas y comentarios en las actividades propuestas (Informe anual CaixaBank, 2014).

Las actividades propuestas en Innova han conseguido mejorar nuevos productos antes de su lanzamiento, trabajando en la comunicación con el cliente como, por ejemplo, en las que facilitaban el acceso al crédito. Además, a través del buzón de sugerencias se hicieron llegar sus ideas espontáneas de mejora entre las que podríamos destacar las siguientes:

- Mejoras en las plataformas Cardbox y Mailbox.
- Nuevas aplicaciones para *smartphones* corporativos.
- Desarrollo de nuevas herramientas para la venta y alquiler de inmuebles.
- Ampliación de la oferta de productos y servicios para colectivos.
- Mayor facilidad para el acceso al crédito con más flexibilidad en las condiciones.

En 2014 accedieron a la comunidad Innova 26.422 empleados, esto es el 85% de la plantilla de la entidad, de los cuales el 23% aportó alguna idea o comentario. Se marcaron 14.378 *likes* y 4.717 sugerencias enviadas (Informe anual CaixaBank, 2014).

### **3.1.4. Comunidad Virtaula**

Creada en el 2010, Virtaula es la comunidad de aprendizaje en un entorno 2.0 de "la Caixa". En dicho ejercicio reunió más de 500 blogs, 300 foros, 286 vídeos y una biblioteca con más de 3.500 documentos, la mayoría creados por los propios empleados (Informe anual CaixaBank, 2010).

A finales de 2012, disponía de 2.700 foros, 700 blogs y más de 900 wikis. Se realizaron 1.663.719 horas de conexión, 56.700 acciones activas, como participación en debates y 3,5 millones de acciones pasivas, como lecturas o visionados de vídeos que formaron a 29.030 empleados de la plantilla (95%) (Informe anual CaixaBank, 2012).

En 2013, se renovó la comunidad facilitando el acceso y permitiendo optimizar el tiempo de los profesionales, y compartir y difundir su conocimiento. Los datos de fueron de 2.819.174 horas de conexión, se crearon o mantuvieron 3.486 foros, 727 blogs, 1.232 wikis, mediante 9,2 millones de acciones activas tales como participaciones en debates y 32.194 millones de acciones pasivas como lecturas y visionados de vídeo (Informe anual CaixaBank, 2013).

## **4. Discusión**

Ciertamente no hay mucha información disponible sobre estrategias relacionadas con la GC en general ni de las comunidades desarrolladas en particular por las entidades bancarias españolas analizadas. Es probable que no publiquen dicha información ya que se trata de una ventaja competitiva.

En cualquier caso, las entidades bancarias intentan continuamente mejorar sus relaciones con los clientes con la finalidad de obtener beneficio de ello. Con el objetivo de recabar información que posteriormente se transforme en conocimiento, y éste en nuevos productos y servicios para los clientes es un hecho reconocido por las propias entidades. Prueba de ello sería la comunidad Inspira'ns de CaixaBank.

Las CVs de CaixaBank, - Inspira'ns, Innova y Connecta – muestran el desarrollo de numerosos productos y servicios, la mayoría de ellos basados en la Web 2.0, entre los que destacan los siguientes: CardBox, MailBox, ReciBox, "Borsa Oberta", "Mis Finanzas", nuevas aplicaciones para *smartphones* corporativos, el desarrollo de nuevas herramientas para la venta y alquiler de inmuebles, la ampliación de la oferta de productos y servicios para colectivos, o la mayor facilidad para el acceso al crédito con más flexibilidad en las condiciones. Podemos ver en la Tabla 1 el resumen de las

principales CVs de CaixaBank. A partir del 2010, se han ido desarrollando las diversas CVs, destacando por sus resultados, Inspira'ns, Innova y Virtaula. Estas comunidades han incrementado la capacidad de la GC y la innovación en CaixaBank, así como el rendimiento de la entidad (Planuch & Salvador, 2018). Ha sido un proceso corporativo o institucionalizado, gestionado a medio y largo plazo, donde la mejora de la GC y del capital intelectual se entiende como un elemento clave al servicio de la innovación, y finalmente de los resultados de la entidad. Ello está en línea con Davenport & Prusak (1998) que afirman que “la institucionalización de la GC es un proceso evolutivo que consta de diferentes fases y actividades que se desarrollan con el tiempo”.

La comunidad Inspira'ns de CaixaBank llegó a las 6.245 ideas aportadas en 2016. Los resultados obtenidos evidencian que las aportaciones de los clientes, las ideas que finalmente son seleccionadas por la comisión de innovación de la compañía, y que son compartidas con los miembros de la comunidad, acaban siendo realidad. La participación de los clientes se ve reconocida (y recompensada) cuando sus aportaciones son comunicadas a la comunidad, como ocurre en el trabajo de Gongla y Rizzuto (2001). Se observa que los clientes tienen un papel importante colaborando en la mejora y la creación de productos y servicios en los procesos de innovación. Una base teórica que sustenta el éxito de esta CV podría ser la *lead user theory* (Von Hippel, 1986), en el sentido que son los *lead users*, los que aportan las mejores ideas, que tienen el mayor potencial innovador y finalmente comercial, para mejorar o crear aquellos procesos, servicios y productos, y/o solucionar problemas. Estos clientes deciden de forma voluntaria compartir sus conocimientos a través de la CV.

Entidad	Comunidad	Objetivo de la comunidad	Número y tipo de participantes
CaixaBank	Inspira'ns	Intercambio de conocimientos con los clientes y codificación de la información	81.347 Clientes (2010 - 2015)
	Connecta	Intercambio de conocimientos tácitos y explícitos entre directivos de área de negocio	20.000 Empleados/as (2012 - 2015)
	Innova	Intercambio de conocimientos con los empleados y codificación de la información	26.422 Empleados/as (2012 - Diciembre 2014)
	Virtaula	Formación de empleados	29.030 Empleados/as (2010 - 2015)

Tabla 1 – Las principales comunidades de las entidades CaixaBank. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de las memorias de CaixaBank(2010-15).

La comunidad Connecta se ha mostrado útil para mejorar el compartir el conocimiento organizativo, y buscando un equilibrio con el ámbito personal. Connecta ha facilitado las relaciones y eliminado barreras que llevaban al funcionamiento de grupos estancos, y el consumo de recursos de manera no eficiente. Se trata, en parte, de una documentación y diseminación de buenas prácticas, y también una compartición de conocimientos, especialmente tácitos, entre los empleados. Creada en el año 2012, se ha estabilizado

con una participación del 23% de los empleados de la plantilla, y la creación de unos 250 grupos compartiendo conocimiento.

Mediante las comunidades Inspira'ns, Connecta, más orientadas al *brainstorming* (Kannan et al., 2000) ya sea por la aportación de ideas o por su orientación hacia los emprendedores consiguen además de la generación de valor para CaixaBank derivado de las ideas aportadas, la valoración de la relación de la entidad con sus clientes.

Por su parte, la comunidad Innova, ha facilitado la colaboración entre los empleados de CaixaBank, con el objetivo de incrementar y mejorar la innovación y detectar nuevas oportunidades de negocio. En el año 2014 esta CV tenía 26.422 miembros, el 85% de la plantilla. Durante el período 2012 (año de su creación) y 2014 se realizaron 4.717 aportaciones relacionadas con el objetivo citado. En esta CV también se pone de manifiesto la importante contribución a la creación de valor de la compañía, gracias al cumplimiento de sus objetivos. Por tanto CaixaBank mediante la utilización de la comunidad Innova, orientada a las relaciones (Kannan et al., 2000) ha podido descubrir un pequeño grupo de empleados interesados para participar en el desarrollo y prueba de productos.

En referencia a la formación y aprendizaje de los empleados CaixaBank desarrolló su comunidad de *e-learning*, la comunidad Virtaula. La progresión del número de foros, blogs, wikis entre los años 2010 y 2013 en la comunidad, el porcentaje de la plantilla de CaixaBank que participa de la misma, así como los 2,8 millones de horas de conexión que tuvieron lugar en el 2013, hace pensar en la eficacia de la misma.

La calidad del conocimiento generado, basándonos en Bhattacharjee y Sanford, (2006) y (Yoo et al.,(2011) -en el sentido de que se trata de conocimiento útil y valioso para la compañía-, en estas comunidades está relacionado con el grado de contribución a la innovación. La calidad del conocimiento se ha valorado como la aptitud del conocimiento generado para recoger, codificar, y compartir experiencias para ser explicadas a otros empleados. Esta calidad se valora de diversas formas según el caso, por ejemplo, en el caso de Inspira'ns, votando las ideas propuestas por los propios miembros de la CV, o por un grupo de expertos en las comunidades Innova y Connecta.

Aunque se desconoce el detalle de las inversiones llevadas a cabo en TIC y, probablemente su mayor parte se haya dedicado a la digitalización de procesos, la multicanalidad, entre otras, parece lógico pensar que dicha inversión propició un aumento sustancial del grado de utilización de las TIC con la consecuente utilización de las herramientas Web 2.0, incluyendo la creación de comunidades y propiciando un efecto positivo en las entidades. Es decir, a partir de las ideas aportadas por clientes y empleados a través de Inspira'ns y de su posterior implementación en forma de productos y servicios ha contribuido a mejorar el rendimiento de las entidades. Dando validez, por tanto, al esquema conceptual propuesto en la Figura 1.

De modo que, a medida que el número de usuarios de Internet se expande en este inicio de siglo, las CVs, pueden tener el potencial de convertirse uno de las principales fuentes de conocimiento del cliente. Asimismo, parece razonable pensar que las CVs pueden ayudar a fomentar las relaciones a largo plazo con los clientes pudiendo resultar crítico para el éxito del sector bancario.

## 5. Conclusiones

La utilización de CVs en las que intervienen los clientes y entre los empleados, para apoyar la GC y su contribución a la innovación ha sido y sigue siendo una realidad para la entidad financiera CaixaBank. El soporte tecnológico, basado en las herramientas Web 2.0, con que se ha dotado a las CVs analizadas ha permitido a las mismas tener una interacción de calidad entre sus miembros y mejorar los resultados de los procesos de innovación de las respectivas entidades.

CaixaBank, prosiguiendo los procesos de transformación digital, en el año 2020 ha centralizado dos de las CVs analizadas (Innova y Connecta) y el portal Personas, en una única denominada, PeopleNow. Mediante PeopleNow, con utilidades de red social, ha desarrollado una nueva CV que potencia la participación de los empleados, permite mejorar la experiencia y evolucionar hacia una comunicación participativa, visual y multiplataforma. También en 2020, el desarrollo de la CV orientada a la Mujer Empresaria, operativa a través de un espacio privado en LinkedIn, donde se puede compartir conocimiento, ideas y experiencias, y como punto de encuentro para establecer vínculos profesionales entre el grupo de directivas, reafirma el hecho de que las CVs siguen siendo relevantes en el momento actual de transformación digital constituyendo una herramienta útil en la GC.

Todo ello ha permitido a CaixaBank crear un modelo de innovación y GC que fomenta la inteligencia colectiva y la cocreación en el que el soporte de las TIC y, concretamente de las herramientas Web 2.0, ha resultado imprescindible. Por otra parte, se ha obtenido relevancia del establecimiento de políticas de desarrollo activo intangible, donde se subraya el conocimiento, con el soporte de herramientas Web 2.0, como concepto clave en un entorno empresarial inmerso en la digitalización.

El análisis realizado no está exento de limitaciones como, por ejemplo, desde el punto de vista metodológico, si bien se ha integrado información procedente de diversas fuentes para la entidad analizada, una completa disposición de la información permitiría establecer un análisis más profundo. También, como futuras líneas de investigación, se podría aplicar el esquema teórico propuesto a otras entidades del sector bancario con el fin de contrastar la relación de las variables analizadas y generalizar los resultados obtenidos en este estudio.

Por otra parte, la atención del estudio se centró en las comunidades citadas, pero se obviaron factores organizacionales que influyen en el funcionamiento de las mismas como podrían ser, entre otros, el entorno organizacional o la cultura de empresa. La influencia de otros factores como la innovación o su impacto en el rendimiento empresarial podría haber revelado opiniones diferentes a las que presenta este artículo, y se podrían considerar como futuras líneas de investigación que mejoraran las iniciativas de GC.

## Referencias

- Anand, V., Glick, W. H., & Manz, C. C. (2002). Thriving on the knowledge of the outsiders: Tapping organizational social capital. *Academy of Management Executive*, 16(1), 87–101.

- Annabi, H., McGann, S. T., Pels, S., Arnold, P., & Rivinus, C. (2012). Guidelines to Align Communities of Practice with Business Objectives: An Application of Social Media. In *2012 45th Hawaii International Conference on System Sciences* (pp. 3869–3878). IEEE. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2012.297>
- Ardichvili, A., Page, V., & Wentling, T. (2003). Motivation and barriers to participation in virtual knowledge-sharing communities of practice. *Journal of Knowledge Management*, 7(1), 64–77. <https://doi.org/10.1108/13673270310463626>
- Armstrong, A. G., & Hagel, J. (1996). The real value of online communities. *Harvard Business Review*, 5(6), 21–28.
- Baldwin, C., Hienert, C., & von Hippel, E. (2006). How user innovations become commercial products: A theoretical investigation and case study. *Research Policy*, 35(9), 1291–1313. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2006.04.012>
- Barnatt, C. (1998). Virtual communities and financial services - on-line business potentials and strategic choice. *The International Journal of Bank Marketing*, 16(4), 161–169. article. <https://doi.org/10.1108/02652329810220710>
- Bartl, M. (2005). Virtuelle Kundenintegration in die Neuproduktentwicklung. *Lehrstuhl Für Betriebswirtschaftslehre, Insbesondere Technologie- Und Innovationmanagement*, 337.
- Beckett, A. (2004). From branches to call centres: new strategic realities in retail banking. *The Service Industries Journal*, 24(3), 43–62. <https://doi.org/10.1080/0264206042000247759>
- Bhattacharjee, A., & Sanford, C. (2006). Influence processes for information technology acceptance: An elaboration likelihood model. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 30(4), 805–825.
- Brazelton, J., & Gorry, G. A. (2003). Creating a knowledge-sharing community: If you build it, will they come? *Communications of the ACM*, 46(2), 23–25. <https://doi.org/10.1145/606272.606290>
- Casolaro, L., & Gobbi, G. (2007). Information Technology and Productivity Changes in the Banking Industry. *Economic Notes*, 36(1), 43–76. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0300.2007.00178.x>
- Chesbrough, H. W. (2003). The era of open innovation. *MIT Sloan Management Review*, 44(3), 35–41. Retrieved from <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-3843067488&partnerID=40&md5=8f4103004112f4f7da7b2dcdcbdbbde6>
- Cheung, C. M. K., Lee, M. K. O., & Rabjohn, N. (2008). The impact of electronic word-of-mouth: The adoption of online opinions in online customer communities. *Internet Research*, 18(3), 229–247. <https://doi.org/10.1108/10662240810883290>
- Choi, B., & Lee, H. (2003). An empirical investigation of KM styles and their effect on corporate performance. *Information & Management*, 40(5), 403–417. [https://doi.org/10.1016/S0378-7206\(02\)00060-5](https://doi.org/10.1016/S0378-7206(02)00060-5)

- Clarke III, I., Flaherty, T. B., Flavian, C., & Guinaliu, M. (2005). *Virtual Community. Advances in Electronic Marketing*. bookitem. <https://doi.org/10.4018/978-1-59140-321-0.ch015>
- Corso, M., Giacobbe, A., & Martini, A. (2009). Designing and managing business communities of practice. *Journal of Knowledge Management*, 13(3), 73–89. <https://doi.org/10.1108/13673270910962888>
- Cothrel, J. P. (2000). Measuring the success of an online community. *Strategy & Leadership*, 28(2), 17–21. <https://doi.org/10.1108/10878570010341609>
- Darroch, J. (2005). Knowledge management, innovation and firm performance. *Journal of Knowledge Management*, 9(3), 101–115. <https://doi.org/10.1108/13673270510602809>
- Davamanirajan, P., Kauffman, R., Kriebel, C., & Mukhopadhyay, T. (2006). Systems Design, Process Performance, and Economic Outcomes in International Banking. *Journal of Management Information Systems*, 23(2), 65–90. <https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222230204>
- Davenport, T. H., & Prusak, L. (1998). Working knowledge: How organizations manage what they know. *Harvard Business School Press, Boston, Mass.*
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building theories from case study research. *Academy of Management Review*, 14(4), 532–550.
- Gongla, P., & Rizzuto, C. R. (2001). Evolving communities of practice: IBM Global Services experience. *IBM Systems Journal*, 40(4), 842–862. <https://doi.org/10.1147/sj.404.0842>
- Hemmasi, M., & Csanda, C. M. (2009). The effectiveness of communities of practice: An empirical study. *Journal of Managerial Issues*, 21(2), 262–279. Retrieved from <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-77950239345&partnerID=40&md5=729ee371925410066612f84eb333a15f>
- Hoegl, M., & Gemuenden, H. G. (2001). Teamwork Quality and the Success of Innovative Projects: A Theoretical Concept and Empirical Evidence. *Organization Science*, 12(4), 435–449. <https://doi.org/10.1287/orsc.12.4.435.10635>
- Informe anual CaixaBank. (2010). *Memoria CaixaBank 2010*. Barcelona.
- Informe anual CaixaBank. (2012). *Memoria CaixaBank 2012*. Barcelona.
- Informe anual CaixaBank. (2013). *Memoria CaixaBank 2013*. Barcelona.
- Informe anual CaixaBank. (2014). *Memoria CaixaBank 2014*. Barcelona.
- Informe anual CaixaBank. (2015). *Memoria CaixaBank 2015*. Barcelona.
- Jeon, S., Kim, Y., & Koh, J. (2011). An integrative model for knowledge sharing in communities-of-practice. *Journal of Knowledge Management*, 15(2), 251–269. <https://doi.org/10.1108/1367327111119682>

- Jeppesen, L. B., & Molin, M. J. (2003). Consumers as co-developers: Learning and innovation outside the firm. *Technology Analysis and Strategic Management*, 15(3), 363–384. <https://doi.org/10.1080/09537320310001601531>
- Kannan, P. K., Chang, A.-M., & Whinston, A. B. (2000). Electronic Communities in E-Business: Their Role and Issues. *Information Systems Frontiers*, 1(4), 415–426. <https://doi.org/10.1023/A:1010022226639>
- Kidwell, J. J. (2000). Applying corporate knowledge management practices in higher education. *Educause Quarterly*, 4(4), 28–33. article.
- Kim, J., Song, J., & Jones, D. R. (2011). The cognitive selection framework for knowledge acquisition strategies in virtual communities. *International Journal of Information Management*, 31(2), 111–120. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2010.05.011>
- Laine, M. O. J. (2006). Key success factors of virtual communities. *Helsinki University of Technology*.
- Lee, H., & Choi, B. (2003). Knowledge management enablers, processes, and organizational performance: An integrative view and empirical examination. *Journal of Management Information Systems*, 20(1), 179–228. Retrieved from <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0042429113&partnerID=40&md5=eb4e8d574a39783e5a8e5f82356dda9d>
- Levy, M. (2009). WEB 2.0 implications on knowledge management. *Journal of Knowledge Management*, 13(1), 120–134. article. <https://doi.org/10.1108/13673270910931215>
- Markus, M. L., Manville, B., & Agres, C. E. (2001). What makes a virtual organization work? *MIT Sloan Management Review*, 42(1), 13–26. Retrieved from <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84865063291&partnerID=40&md5=9ee867b9a7ab26452e56d3c3097e2413>
- Martínez-Conesa, I., Soto-Acosta, P., & Carayannis, E. G. (2017). On the path towards open innovation: assessing the role of knowledge management capability and environmental dynamism in SMEs. *Journal of Knowledge Management*, 21(3), 553–570. article. <https://doi.org/10.1108/JKM-09-2016-0403>
- Massey, A. P., Montoya-Weiss, M., & O'Driscoll, T. (2002). Knowledge management in pursuit of performance: Insights from Nortel Networks. *MIS Quarterly*, 26(3), 269–289.
- McDermott, R. (1999). Why Information Technology Inspired but Cannot Deliver Knowledge Management. *California Management Review*, 41(4), 103–117. <https://doi.org/10.2307/41166012>
- Michaelides, R., & Morton, S. C. (2008). Managing innovation through virtual global communities: Challenges and benefits. In *Proceedings of the 4th IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology, ICMIT* (pp. 1216–1221). <https://doi.org/10.1109/ICMIT.2008.4654543>

- Nath, A. K. (2012). *Web 2.0 technologies for effective knowledge management in organizations: A qualitative analysis*. The University of North Carolina at Greensboro. book.
- Nonaka, I. (1994). The dynamic theory of organizational knowledge creation. *Organization Science*, 5(1), 96–104.
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation. *The Knowledge-Creating Company*.
- Pisano, G. P., & Verganti, R. (2008). Which kind of collaboration is right for you? *Harvard Business Review*, 86(12), 78-86+133. Retrieved from <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-57549095935&partnerID=40&md5=b6be57263322112dad1dde55dd2fce62>
- Preece, J. (1999). Empathic communities: Balancing emotional and factual communication. *Interacting with Computers*, 12(1), 63–77. [https://doi.org/10.1016/S0953-5438\(98\)00056-3](https://doi.org/10.1016/S0953-5438(98)00056-3)
- Preece, J. (2001). Sociability and usability in online communities: Determining and measuring success. *Behaviour & Information Technology*, 20(5), 347–356. <https://doi.org/10.1080/01449290110084683>
- Ridings, C. M., Gefen, D., & Arinze, B. (2002). Some antecedents and effects of trust in virtual communities. *The Journal of Strategic Information Systems*, 11(3–4), 271–295. article. [https://doi.org/10.1016/S0963-8687\(02\)00021-5](https://doi.org/10.1016/S0963-8687(02)00021-5)
- Royo-Vela, M., & Casamassima, P. (2011). The influence of belonging to virtual brand communities on consumers' affective commitment, satisfaction and word-of-mouth advertising. *Online Information Review*., 35(4), 517–542. article. <https://doi.org/10.1108/14684521111161918>
- Scuotto, V. (2017). *ICT Adoption for Knowledge Management: Opportunities for SMEs*. *ICT Adoption for Knowledge Management: Opportunities for SMEs*. book.
- Scuotto, V., Del Giudice, M., Bresciani, S., & Meissner, D. (2017). Knowledge-driven preferences in informal inbound open innovation modes. An explorative view on small to medium enterprises. *Journal of Knowledge Management*., 21(3), 640–655. article. <https://doi.org/10.1108/JKM-10-2016-0465>
- Soto-Acosta, P. (2014). *The effect of information overload and disorganisation on intention to purchase online* *Online. Inf. Rev.* book.
- Tanirvedi, H. (2005). Information technology relatedness, knowledge management capability, and performance of multi-business firms. *MIS Quarterly*, 13(3), 309–317.
- Tapscott, D., & Williams, A. D. (2006). *Wikinomics: How Mass Collaboration Changes Everything*. London: Atlantic Books.
- Thompson, M. (2005). Structural and Epistemic Parameters in Communities of Practice. *Organization Science*, 16(2), 151–164. <https://doi.org/10.1287/orsc.1050.0120>

- Tietz, R., & Herstatt, C. (2007). Virtuelle Communities als ein innovatives Instrument für Unternehmen: Eine explorative Fallstudienanalyse im Hobby- und Freizeitgüterbereich. *Institute for Technology and Innovation Management*.
- Vinson, C. A. (2013). *Fostering 'virtual communities of practice' to move cancer control research into practice*. The George Washington University.
- Von Hippel, E. (1986). Lead Users: An Important Source of Novel Product Concepts. *Management Science*, 32(7), 791–805.
- Vrontis, D., Thrassou, A., Santoro, G., & Papa, A. (2017). Ambidexterity, external knowledge and performance in knowledge-intensive firms. *The Journal of Technology Transfer*, 42(2), 374–388. article. <https://doi.org/10.1007/s10961-016-9502-7>
- Walsham, G. (2001). Knowledge Management: *European Management Journal*, 19(6), 599–608. [https://doi.org/10.1016/S0263-2373\(01\)00085-8](https://doi.org/10.1016/S0263-2373(01)00085-8)
- Wenger, E. (1998). *Communities of practice: Learning, meaning, and identity*. Cambridge University Press.
- Wenger, E. (2004). Knowledge management as a doughnut: Shaping your knowledge strategy through communities of practice. *Ivey Business Journal*, 68(3), 1–8.
- Wenger, E. C., & Snyder, W. M. (2000). Communities of practice: The organizational frontier. *Harvard Business Review*, 78(1), 139–145.
- Wenger, E., McDermott, R. A., & Snyder, W. (2002). *Cultivating communities of practice: A guide to managing knowledge*. Harvard Business School Press. Boston.
- West, J., & Lakhani, K. R. (2008). Getting clear about communities in open innovation. *Industry and Innovation*, 15(2), 223–231. <https://doi.org/10.1080/13662710802033734>
- Wiertz, C., & De Ruyter, K. (2007). Beyond the call of duty: Why customers contribute to firm-hosted commercial online communities. *Organization Studies*, 28(3), 347–376. <https://doi.org/10.1177/0170840607076003>
- Yin, K. R. (1984). *Case study research. Design and Methods*, Sage Publications.
- Yoo, D. K., Vonderembse, M. A., & Ragu-Nathan, T. S. (2011). Knowledge quality: Antecedents and consequence in project teams. *Journal of Knowledge Management*, 15(2), 329–343. <https://doi.org/10.1108/13673271111119727>
- Zack, M. H. (1999). Developing a Knowledge Strategy. *California Management Review*, 41(3), 125–145. <https://doi.org/10.2307/41166000>
- Zboralski, K. (2009). Antecedents of knowledge sharing in communities of practice. *Journal of Knowledge Management*, 13(3), 90–101. <https://doi.org/10.1108/13673270910962897>

# Análisis exploratorio del hurto de vehículos en Colombia entre 2010-2019 mediante minería de datos, Geoestadística y SIG

Gabriel Hernán González Buitrago<sup>1</sup>

ghgonzalezb@correo.udistrital.edu.co

<sup>1</sup>Maestría en Ciencias de la Información y las Comunicaciones, Facultad de Ingeniería, Universidad Distrital Francisco José de Caldas (UDFJC). Sede Principal: Carrera 7 No. 40B – 53. 110231, Bogotá, Colombia

**Pages: 612-625**

**Resumen:** En este artículo se realiza un análisis exploratorio espacio-temporal de los hechos delictivos ocurridos en Colombia asociados al hurto de vehículos entre los años 2010 al 2019 mediante la integración de técnicas de minería de datos, Geoestadística y Sistemas de información Geográfica con el objetivo de identificar relaciones entre variables asociadas a las denuncias realizadas, caracterizar el delito y determinar las zonas donde se debe priorizar la atención del Estado. La investigación está basada en el método científico y está segmentada en la fase de observación, en donde se realiza un análisis exploratorio de los datos, seguido de la fase de experimentación comprendida por el uso de técnicas de minería de datos, geoestadística y modelamiento estadístico sobre los datos. Herramientas como el algoritmo K -means, árboles de decisión, el cálculo del estadístico I de Moran y un modelo de conteo permiten comprender a nivel municipio el comportamiento del delito.

**Palabras-clave:** Algoritmo, Colombia, Delincuencia, Estadística, Geografía

## *Exploratory Analysis of vehicles theft in Colombia between 2010-2019 through Data Mining, Geostatistics and GIS*

**Abstract:** In this article, an exploratory spatiotemporal analysis of the criminal acts that occurred in Colombia associated with vehicle thefts between 2010 to 2019 is carried out through the integration of data mining techniques, Geostatistics and Geographic Information Systems with the aim of identifying relationships between variables associated with historical complaints, characterize the crime and determine the areas where the attention of the State should be prioritized. The research is based on the scientific method and is segmented into the observation phase, where an exploratory analysis of the data is carried out, followed by the experimentation phase comprised by the use of data mining techniques, Geostatistics and statistical modeling on the data. Tools such as the K-means algorithm, decision trees, the calculation of the Moran I statistic and a counting model allow us to understand the behavior of this crime at the municipal level.

**Keywords:** Algorithm, Colombia, Crime, Geography, Statistics

## 1. Introducción

La delincuencia es una de las problemáticas existente en la mayoría de ciudades del mundo, en algunas de éstas la frecuencia de hechos delictivos asociados al hurto de vehículos se presenta en menor medida que en otras, así como la metodología empleada para efectuar el hurto puede variar según la región (Ospina & Correa, 2015). Por otra parte, gracias al crecimiento exponencial de nuevas tecnologías informáticas (nuevos Chipset, mayor capacidad de procesamiento de los equipos y costos menores) surgen conceptos como el Big Data y técnicas de minería de datos, ciencias que permiten transformar datos, aterrizarlos sobre un determinado contexto para convertirlos en información, procesarla, evaluarla y finalmente soportar la toma de decisiones (Katal et al., 2013).

En este documento se emplearán las herramientas de SIG, técnicas de minería de datos y Geoestadística para analizar y determinar relaciones entre múltiples variables asociadas a las denuncias realizadas en todo el territorio colombiano entre los años 2010 al 2019, y consecuentemente, identificar qué medidas o en qué zonas se requiere mayor prioridad por parte de la administración estatal para reducir la tasa de esta tipología de hurtos, con el objetivo de tomar medidas pertinentes para lograr una reducción significativa (Duce & Bandrés, 2001).

## 2. Marco Teórico

**Método Científico:** Es una metodología para generar nuevo conocimiento, fundamentada en un flujo que inicia con la observación sistemática, reconocimiento del problema, definición de hipótesis, experimentación, consolidación de resultados y finalmente la comunicación de los mismos. En adición se destaca que las etapas son iterativas (Bungue, 1919).

**Geoestadística:** Es el estudio de la distribución espacial de variables con el objetivo de pronosticar o comprender el comportamiento de un fenómeno en una región específica (Matheron, 1963).

**Minería de datos:** Es el descubrimiento de estructuras y patrones en grandes conjuntos de datos por medio de diferentes algoritmos y técnicas. Hay dos aspectos de la minería de datos: creación de modelos y detección de patrones (Hand & Adams, 2015).

**Algoritmo K-means:** Este algoritmo es no supervisado y permite clasificar en n-número de grupos los registros de un dataset, de tal manera que se maximice la variación inter-clúster y minimice la intra-clúster (Jain, 2010).

**Árbol de decisión:** es una herramienta de clasificación que crea particiones a un dataset en pequeñas subdivisiones basadas en un conjunto de pruebas definidas en cada rama (o nodos) en el árbol (Friedl & Brodley, 1997).

**Modelo de conteo:** Es un modelo no lineal, con propiedades asociadas a discreitud y no linealidad. A diferencia del modelo clásico de regresión, la variable de respuesta es discreta donde la distribución la masa de probabilidad se encuentra en los valores enteros no negativos (Aarón et al., 2009).

### 3. Metodología

Este estudio está soportado en el método científico, por lo cual la estructura de la investigación es definida así:

- Observación – Análisis exploratorio de los datos: Se realiza la revisión de los datos y se destacan las cifras más relevantes.
- Experimentación fase 1 – Minería de Datos (K-Means): Se emplea el algoritmo K-means para clasificar los municipios y exponer comportamientos grupales.
- Experimentación fase 2 - Minería de datos (Decision Tree): Por medio de un árbol de decisión se explican los condicionantes del hurto en relación al empleo de armas.
- Experimentación fase 3 – Geoestadística: Se generan dos insumos cartográficos donde se expone la asociación espacial a nivel municipal del delito.
- Experimentación fase 4 – Modelamiento estadístico: Por medio de la construcción de un modelo de conteo con una distribución binomial negativa se analiza el crecimiento del delito con la información suministrada en las denuncias y cifras del DANE.

### 4. Resultados

#### 4.1. Observación – Análisis exploratorio de los datos

El conjunto de datos fue tomado de la página web oficial de la Policía Nacional de Colombia, en el subsitio de Estadística Delictiva y contiene los registros de las denuncias realizadas por personas nacionales y extranjeras, comprendidas entre los años 2010 y 2019 asociadas a hechos delictivos relacionados con el hurto de vehículos y motocicletas, las cuales tienen asociadas 25 variables y 350.606 registros. En la tabla 1 se exponen los resultados más destacados de esta fase:

TOP 5					
Departamento	Porcentaje	Municipio	Porcentaje	Barrio	Porcentaje
Antioquia	23%	Bogotá	16%	Prado (Medellín)	0.50%
Cundinamarca	18%	Medellín	16%	Boston (Medellín)	0.41%
Valle	17%	Cali	13%	Robledo (Medellín)	0.39%
Cauca	5%	Barranquilla	3%	Buenos Aires (Medellín)	0.39%
Atlántico	5%	Popayán	2%	Belén (Medellín)	0.37%
TOP 5					
Tipo de vehículo	Porcentaje	Automóviles	Porcentaje	Motocicletas	Porcentaje
		Chevrolet	32%	Bajaj	24%
Auto	26%	Mazda	15%	Yamaha	23%
Motocicleta	74%	Renault	11%	Honda	15%

TOP 5					
Tipo de vehículo	Porcentaje	Automóviles	Porcentaje	Motocicletas	Porcentaje
		Hyundai	9%	Suzuki	12%
		Toyota	8%	AKT	9%
Color más hurtado		Blanco	23%	Negro	48%

Tabla 1 – Estadísticas principales del análisis exploratorio de los datos.

En el mapa representado en la figura 1 se detallan las cantidades de hurtos entre el periodo 2010 al 2019, en donde se visualiza que las zonas del país menos afectadas por este delito están ubicadas al sureste del país. Adicionalmente, se observan concentraciones de municipios con cantidades de hurtos significativas en las zonas norte, suroeste y central del país. Los tres municipios con mayor cantidad de hurtos son Bogotá con 56.722, seguido de Medellín con 56.196 y Cali con 44.952 denuncias.

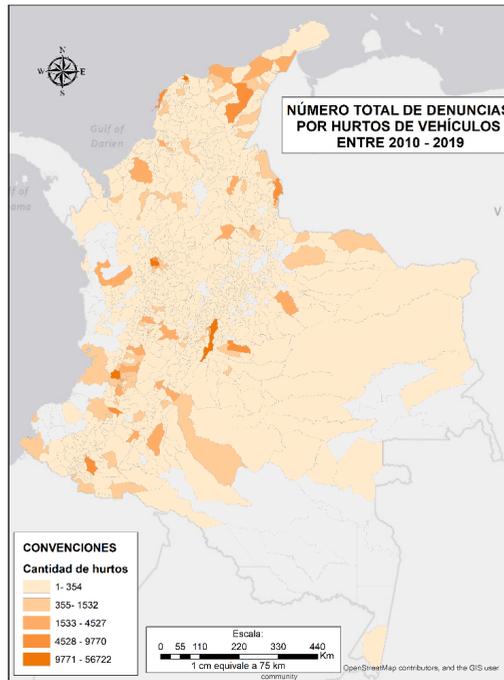


Figura 1 – Distribución y cantidad de hurtos de vehículos en Colombia

El comportamiento del delito durante la última década en el país se comporta de manera incremental entre cada periodo y se destaca un fuerte incremento en el año 2011 frente a la vigencia inmediatamente anterior. La única reducción que se ha presentado ha sido para el año 2014 (Ver figura 1).

### 4.2. Experimentación Fase 1 – Minería de Datos (K-Means)

Por medio de este algoritmo se segmentan los municipios en 6 clústeres, número obtenido a partir de iteraciones en el software R con las librerías dummies y dplyr y validaciones donde se busca la maximización del valor inter-clúster y el valor mínimo en intra-clúster (Sreedhar et al., 2017), relacionadas en la tabla 2.

N. Clústeres: 6		
	Intra-grupos	4848,78
Inercia	Inter-grupos	11936,21
	Total	16785

Tabla 2 – Estadísticas de inercia del número óptimo de clústeres.

A partir del número óptimo de clústeres, por medio del algoritmo K-means se categorizan los municipios con datos similares en cada grupo. En consecuencia, en los clústeres 4, 5 y 6 se agrupó la mayor cantidad de municipios (Ver figura 2).

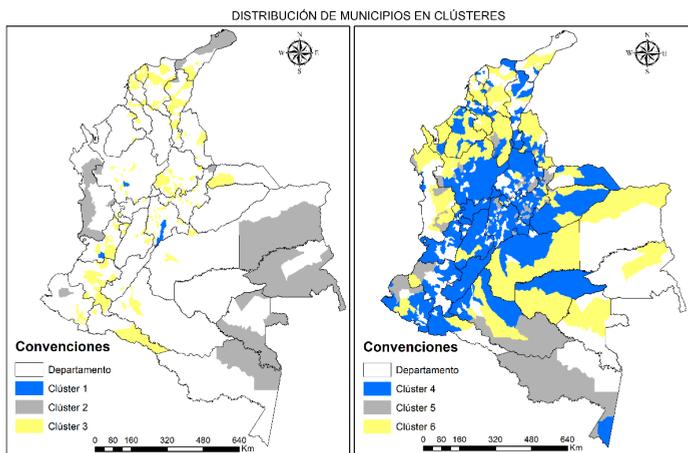


Figura 2 – Distribución a nivel municipios dentro de los 6 clústeres construidos.

Por medio de gráficos bivariados con variables intrínsecas del delito y datos extrínsecos, como las necesidades básicas insatisfechas (Fresneda, 2007) y la cifras de población a 2018, los cuales también fueron insumo para la clasificación de los clústeres, se define el comportamiento del delito en cada agrupación. En clúster 1 se encuentran los municipios con mayor cantidad de hurtos y estadísticas favorables en cuanto a las necesidades básicas insatisfechas. En clúster 2 están comprendidos los municipios con población inferior a los 2 millones y con los mayores problemas de necesidades básicas insatisfechas (Ver figura 3). Clúster 3 y 4 agrupan municipios con tasas medias de hurto, víctimas principalmente entre 30 a 56 años. En Clúster 5 la mayoría de hurtos se realizaron sin

empleo de armas, se desconoce la edad de la víctima y la tasa de hurtos es inferior a los dos anteriores clústeres. Finalmente, en Clúster 6 están clasificados los municipios con menor tasa de hurtos y con problemas de necesidades básicas insatisfechas seguido de los del clúster 2 (Ver figura 4).

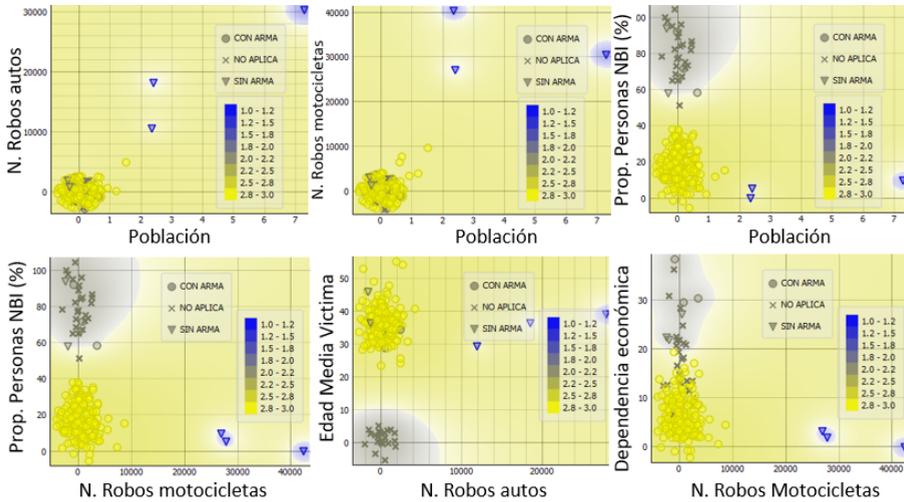


Figura 3 – Diagramas de dispersión bivariados de los clústeres 1, 2 y 3.

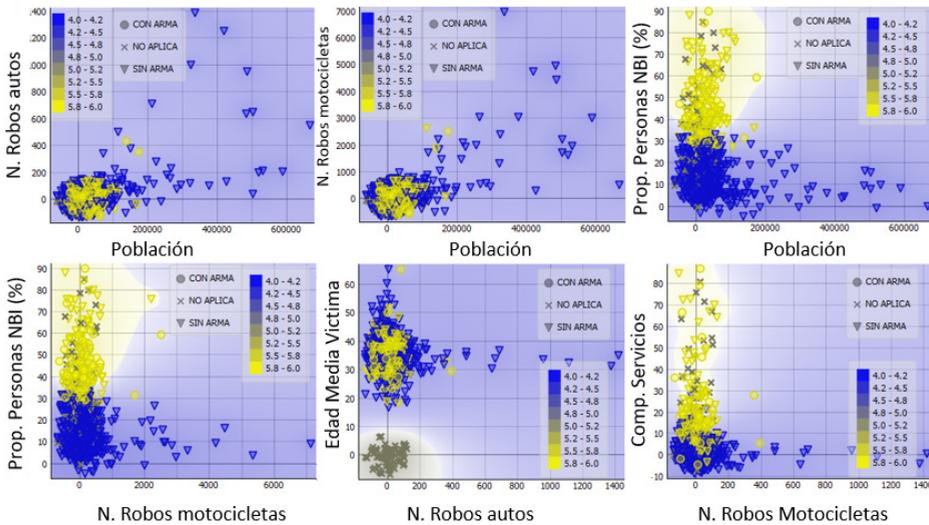


Figura 4 – Diagramas de dispersión bivariados de los clústeres 4, 5 y 6.

### 4.3. Experimentación Fase 1 – Minería de datos (Decision Tree)

En primera instancia, debido a que este algoritmo procesa variables cualitativas (Fürnkranz, 2010), fue necesario categorizar variables como la edad y hora del hurto. Seguido, se divide aleatoriamente el dataset 70% - 30% para crear el árbol de decisión y el restante para validar su nivel de clasificación por medio de validación cruzada (Blockeel & Struyf, 2002), el cual finamente obtuvo una precisión del 80% (figura 5).

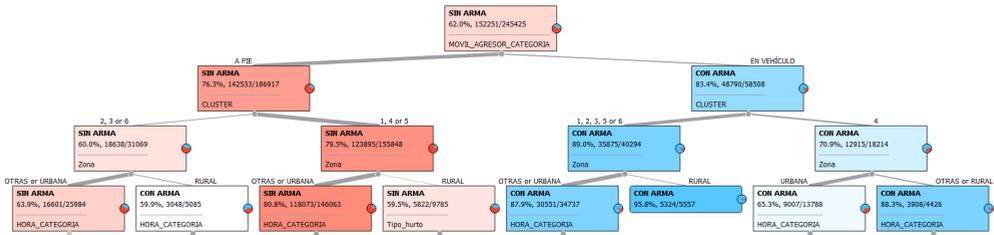


Figura 5 – Árbol de decisión generado para la variable Tipo de Arma

El nodo raíz indica que el 62% de los hechos delictivos que fueron realizados entre los años 2010 – 2019 en el territorio colombiano se realizaron sin el empleo de armas. La primera clasificación se hace sobre la manera en que se movilizaba el agresor, e indica que aproximadamente el 83% de las veces en que el victimario se desplaza en vehículos realizó el hurto usando algún tipo de arma, sin embargo, cuando el agresor se desplaza a pie, el 76% del total de denuncias reportan que no emplearon ninguna arma.

En la ramificación izquierda, la cual refiere a los delitos cometidos donde el victimario se movilizaba a pie: la siguiente clasificación se realiza según el clúster obtenido por medio del algoritmo K-means, e indica que en los municipios ubicados en los clústeres 1 y 4 cerca del 80% de los delitos realizados a pie no se emplearon armas, destacando a su vez que en los sectores rurales desciende la cifra a un 60%, frente a las zonas urbanas en donde el indicador calcula un 80%. En adición, los hurtos cometidos a pie en los municipios ubicados en los clústeres 2, 3 o 6 indican que en la mayoría de casos los delitos cometidos en zonas urbanas fueron realizados sin arma, mientras que en las zonas rurales el comportamiento es inverso y en mayor medida se dio lugar a hurtos con arma en un 60%.

Por otra parte, según la ramificación de la derecha es más representativo el hurto con empleo de algún tipo de arma cuando el victimario se moviliza en un vehículo, lo anterior fundamentado estadísticamente con la participación del 83% del total de denuncias realizadas los últimos 10 años, en las cuales el victimario se desplazaba en un vehículo. En adición, el 89% de los hurtos realizados usando vehículos como medio de transporte de los asaltantes que se presentaron en los municipios categorizados en los clústeres 1, 2, 3, 5 o 6 fueron realizados con armas de algún tipo, mientras que en los eventos ocurridos

en las mismas condiciones en el clúster 4 descienden al 70% el empleo de armas. Existe una situación que llama especialmente la atención debido a la concentrada cantidad de denuncias y es que alrededor del 96% de los hurtos realizados en vehículos, en los clústeres 1, 2, 3, 5 o 6 en zonas rurales se perpetuó usando armas, entretanto en la zona urbana el 88% de los delitos cometidos en vehículos en los mismos municipios también fueron realizados usando armas.

#### 4.4. Experimentación Fase 3 – Geoestadística

Teniendo en cuenta lo anterior y con el objeto de aportar mayor significancia a esta investigación, por medio de herramientas, test y estadísticos se validará la existencia o ausencia de patrones espaciales asociados a los hurtos de vehículos y motocicletas. Para reducir el sesgo que generarán los municipios con mayor número de habitantes, se crearán índices de delincuencia basados en la población, tal como se muestra en la ecuación (1) y en la ecuación (2).

$$I_{del_{Vehiculos}} = \frac{\text{Cantidad de hurtos de automoviles entre 2010-2019}}{\text{Población municipal (Año 2018)}} * 100 \quad (1)$$

$$I_{del_{Motos}} = \frac{\text{Cantidad de hurtos de motocicletas entre 2010-2019}}{\text{Población municipal (Año 2018)}} * 100 \quad (2)$$

El fenómeno de asociación espacial entre elementos puede ser comprendido por medio del diagrama de dispersión de Moran, el cual está subdividido en cuatro cuadrantes, el I y IV indican autocorrelación espacial negativa (valores bajos rodeados por altos y viceversa) y los cuadrantes II y III indican una correlación espacial positiva (bajos rodeados de bajos o altos rodeados de altos). El test I de Moran requiere como insumo una matriz de pesos, que para esta investigación y teniendo en cuenta que el objetivo de este capítulo es identificar las relaciones espaciales, conformadas en conjunto por la asociación de entidades vecinas se emplean matrices de pesos basadas en la contigüidad de tipo reina de orden 1, con lo cual para unidades que comparten un lado en común o un vértice con la región de interés se define  $\omega_{ij}=1$  (Bohórquez & Ceballos, 2008). El estadístico I de Moran asociado al hurto de vehículos en los últimos 10 años indica que aproximadamente el 50% de los municipios con presencia de hurtos siguen una estructura global de asociación lineal (figura 6). De igual forma, por medio del I de Moran se relacionan 4 categorías de municipios en función de las configuraciones espaciales. En el primer cuadrante se encuentran los municipios en donde existen altas tasas delincuenciales rodeadas de altas, lo que de otra forma es conocido como regionalización de delincuencia (clústeres de tasas de delincuencia alta), correspondientes al 23% de municipios en todo el país distribuidos en las zonas noreste, parte del centro de país y al sur oeste.

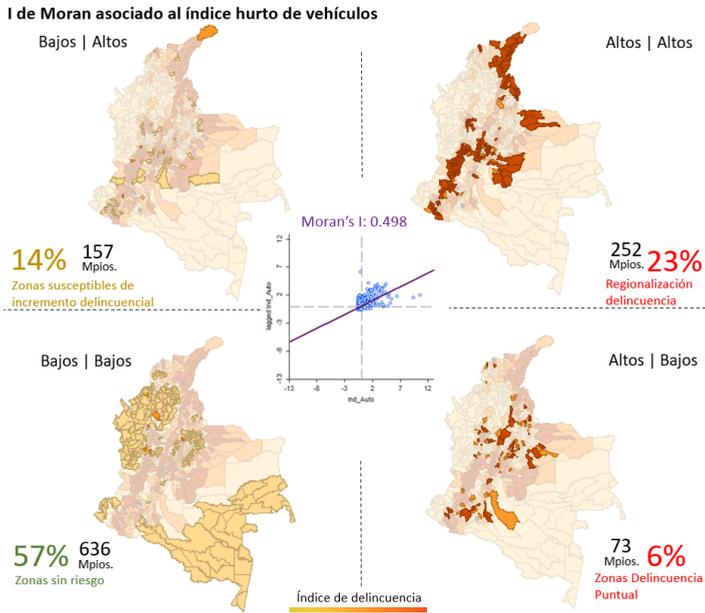


Figura 6 – Estadístico I Moran asociado al hurto de automóviles.

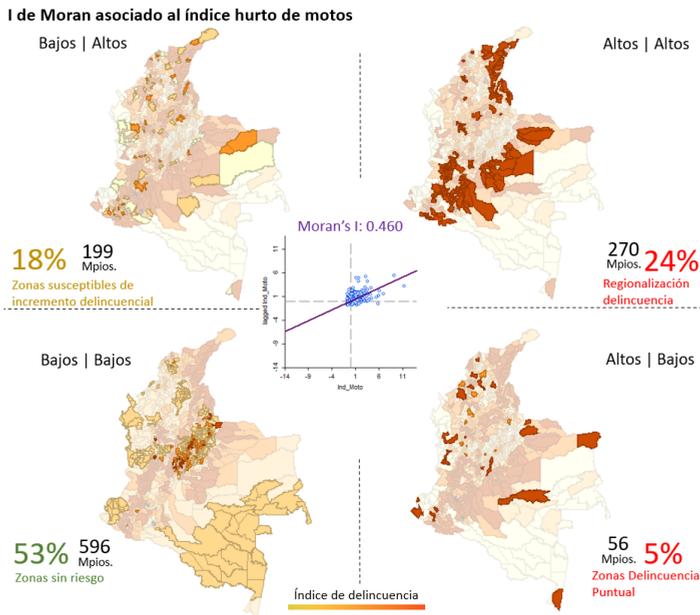


Figura 7 – Estadístico I Moran asociado al hurto de motocicletas.

Por otra parte, en el cuadrante IV están clasificados todos aquellos municipios que tienen altos índices de delincuencia y los polígonos vecinos presentan un comportamiento opuesto, lo cual representa zonas con delincuencia puntual, en donde se requiere por parte de las fuerzas policíacas aumentar el control para evitar que se creen los clústeres de delincuencia descritos en el cuadrante I. Visualmente se aprecia que un alto porcentaje de los municipios en esta categoría colindan o son muy próximos a los clúster de delincuencia [cuadrante I], lo que indica que son municipios que con el pasar de los años se ha venido extendido el radio de efecto de la delincuencia y éstos se encuentran en la periferia de las dichas zonas. El porcentaje de municipios que siguen este comportamiento obedece al 6% del país.

Un comportamiento opuesto al del cuadrante IV es el correspondiente a los 157 municipios del país que se encuentran categorizados en el cuadrante II, los cuales representan el 14% del total del país. Son municipios en donde a pesar de estar rodeados por municipios con altas tasas de delincuencia, el municipio en cuestión no tiene índices de delincuencia tan elevados. Espacialmente se destaca la distribución de estos municipios, los cuales se ubican sobre la zona central del país, cerca de los clústeres regionalizados de delincuencia, lo que indica que son municipios que de no tomarse acciones por parte de las diferencias entidad públicas, en unos años, estas zonas serán absorbidas por los clústeres de delincuencia.

Finalmente, el gráfico generado a partir del I de Moran nos indica que el 57% de los municipios presentan un bajo o nulo índice de delincuencia asociado al hurto de vehículos en la última década (cuadrante III). De la misma forma en que se agrupan y crean clústeres de delincuencia, se generan las zonas seguras o clústeres con poca incidencia. En Colombia en los últimos 10 años hay 636 municipios donde el índice de delincuencia asociado al hurto de vehículos es muy bajo o nulo.

Adicionalmente, se exponen los resultados del estadístico I de Moran asociado al hurto de motocicletas. En el cuadrante I se encuentran agrupados los municipios que se encuentran clusterizados, con índices altos rodeados de altos. Corresponden al 24% de los municipios del país, porcentualmente 1% de incremento frente a la agrupación de zonas de delincuencia conglomerada con altos índices de delincuencia asociadas al hurto de vehículos (figura 7).

Respecto al cuadrante IV, se evidencia geográficamente una distribución de municipios en todas las regiones del país, con mayor presencia en zonas extremas, casos como Leticia, Puerto Carreño, Tumaco, entre otros indican que las autoridades deben implementar estrategias a niveles municipales para reducir el hurto de motocicletas. Tan solo el 5% de municipios en el país presentan este comportamiento, por lo cual es conveniente que se tomen medidas para reducir la tasa de hurtos antes de que en municipios aledaños las cifras comiencen a incrementar.

Las zonas susceptibles de incremento delincencial asociado al hurto de motocicletas representan un 18%. Esta asociación está conformada por 199 municipios que son

ubicaciones que potencialmente se verán afectadas por la delincuencia de motocicletas a menos de que los entes gubernamentales tomen decisiones para solventar esta problemática.

Por último, las zonas sin riesgo corresponden al 53% de los municipios del país, un porcentaje inferior al de los vehículos (57%). Son municipios en donde los índices de delincuencia son bajos, así como el de los polígonos contiguos, en donde se ve que las zonas menos habitadas del país como la zona sureste y sur oeste están categorizadas en este cuadrante.

#### **4.5. Experimentación Fase 4 – Modelamiento Estadístico**

Finalmente, por medio de un modelamiento estadístico con la variable respuesta cantidad de delitos reportados asociadas al hurto de vehículos a lo largo de la última década en el país por municipio, se construirá un modelo de regresión de datos de conteo por medio de un modelo lineal generalizado (GLM) con el objetivo de encontrar una relación numérica entre la influencia de hurtos causados por variables como la población, edad, género de la víctima, proporción de personas en necesidades básicas insatisfechas.

El conjunto de datos se modela en el marco de un modelo de regresión binomial negativo, debido a que la distribución Poisson implica la igualdad de la media y la varianza, así como también no permite una buena estimación si existe sobre dispersión de los datos (Zou et al., 2013). Se descartaron los municipios con datos atípicos, particularmente los 3 que presentan mayor cantidad de denuncias, los cuales fueron clasificados dentro del clúster 1 en la fase 1 de experimentación.

La técnica de regresión backward stepwise permitió obtener la mejor combinación de parámetros (figura 8), seguido de esto las variables no significativas estadísticamente y permanecieron las significativas al 95% de nivel confianza (Finos et al., 2010). Los parámetros del modelo fueron estimados usando el método de logaritmo de máxima verosimilitud, donde se destaca el valor theta es igual a 0.7042, luego, su inversa es 1.42, por lo tanto, indica sobre dispersión en los datos evidenciando la justificación del uso de la distribución binomial negativa para el modelamiento. Se evidencia el ajuste de las variables independientes al modelo, con un nivel de confiabilidad estadística al 95%, con lo cual se rechaza la hipótesis nula, es decir los parámetros son significativos estadísticamente. Para la interpretación del modelo se deben tener en cuenta que la categoría base de la variable cualitativa DUM\_GEN\_FEMEN es Masculino. Asimismo, en función de los parámetros estimados por el modelo se tiene que un aumento de la variable Número de Motos hurtadas, población y edad media producen un incremento en la cantidad de total de hurtos en los municipios. Por otra parte, la variable Género Femenino disminuye la cantidad total de hurtos. Se observa que un aumento en la variable Proporción De Personas en NBI produce una disminución en el número de delitos asociados a hurtos de vehículos.

```

Call:
glm.nb(formula = Y ~ mydata$MOTOS + mydata$POB_2018 + mydata$Prop_de_Personas_en_NBI +
  mydata$EDAD_MEDIA + mydata$DUM_GEN_FEMEN, maxit = 1200, init.theta = 0.7041722907,
  link = log)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-5.6345  -0.9607  -0.5200   0.2752   2.0347

Coefficients:
            Estimate      Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) -0.9387043404  0.1850123830  -5.074 0.0000039 ***
mydata$MOTOS  0.0020049170  0.0001167330  17.175 < 2e-16 ***
mydata$POB_2018  0.0000126197  0.0000008334  15.142 < 2e-16 ***
mydata$Prop_de_Personas_en_NBI  -0.0082856806  0.0024055923  -3.444 0.000572 ***
mydata$EDAD_MEDIA  0.1252893917  0.0047733497  26.248 < 2e-16 ***
mydata$DUM_GEN_FEMEN -2.3663009283  0.2811321900  -8.417 < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(0.7042) family taken to be 1)

Null deviance: 3640.5  on 1116  degrees of freedom
Residual deviance: 1224.8  on 1111  degrees of freedom
AIC: 10309

Number of Fisher Scoring iterations: 1

            Theta:  0.7042
            Std. Err.:  0.0278

2 x log-likelihood:  -10294.9930

```

Figura 8 – Modelo de conteo basado en distribución binomial negativa

Adicionalmente se resalta que ninguna de las variables tiene problemas de multicolinealidad, toda vez que de las 5 variables el factor de invasión de la varianza máximo obtenido fue 3.54. Por otra parte, el estadístico criterio de información Akaike (AIC) muestra un valor significativamente alto, sin embargo dado que el rango de éste está inscrito en el intervalo  $(-\infty, \infty)$  no es posible afirmar el grado de ajuste del modelo. Se destaca que el valor de dos veces el logaritmo de máxima verosimilitud es negativo, lo cual es un indicio positivo de que el modelo ajusta los datos (Zuur et al., 2009).

## 5. Conclusiones

En la última década el hurto asociado a vehículos en el territorio colombiano ha incrementado, así mismo, de cada 10 vehículos hurtados 7 son motocicletas. Los 10 barrios donde se reportan más denuncias están ubicados en Medellín, con lo cual por parte de la administración estatal deben iniciarse procesos de vigilancia y control especial sobre estas zonas.

Por otra parte, el algoritmo K-means permite afirmar que la violencia con que se comete el hecho delictivo está condicionada por el número de habitantes del municipio, debido a que en los municipios con un número medio y alto de habitantes la tendencia es efectuar el robo sin emplear armas. Se resalta la especial atención que deben prestar las autoridades a los municipios agrupados en el clúster 3 debido a que son regiones con poblaciones principalmente pequeñas en cantidad de habitantes y donde en la mayoría de hechos fueron empleadas armas, con lo cual la probabilidad de atentar contra la vida de las víctimas es superior.

Adicionalmente, se concluye por medio del árbol de decisión que en el área rural los robos tienden a ser mayormente empleando armas de fuego, a diferencia de las zonas urbanas donde destaca el uso de llaves maestras. A su vez, el móvil en que se moviliza

el agresor está asociado con el modo de efectuar el hurto, dado a que si se moviliza en algún vehículo es más probable el empleo de armas que si se moviliza a pie, por lo cual los entes competentes deberían incrementar las requisas en zonas rurales. Con respecto a la configuración de vecindad entre la delincuencia de los municipios, se recomienda a la administración municipal y a las autoridades proyectar en los planes de desarrollo dentro de sus pilares o ejes transversales la disposición de recursos enfocados en la reducción de la delincuencia y para las zonas donde se ha regionalizado la delincuencia plantear estrategias conjuntas, así como sumar esfuerzos en aquellas zonas susceptibles del incremento delincriminal.

Se destaca que para combatir la delincuencia no solo basta de la fuerza policial, sino también es responsabilidad de la administración estatal, toda vez que, según los parámetros del modelo de conteo, se evidencia que a medida que la población aumenta, la cantidad de hurtos incrementará. Dentro de las principales limitaciones de la investigación se destaca que no se tuvieron en cuenta los datos asociados al número de vehículos recuperados en cada municipio por las autoridades debido a la dificultad para obtener los mismos, los cuales podrían generar afirmaciones adicionales en cuanto a la caracterización del delito.

## Referencias

- Aarón, S. G. S.-R., Betty, M.-E., & SOSA-RUBI. (2009). Análisis estadístico para datos de conteo: Aplicaciones para el uso de los servicios de salud. *Salud Publica de Mexico*, 51(5), 397–406. <https://doi.org/10.1590/S0036-36342009000500007>
- Blockeel, H., & Struyf, J. (2002). Efficient algorithms for decision tree cross-validation. *Journal of Machine Learning Research*, 3(Dec), 621–650.
- Bohórquez, I. A., & Ceballos, H. V. (2008). Algunos conceptos de la econometría espacial y el análisis exploratorio de datos espaciales. *Ecós de Economía: A Latin American Journal of Applied Economics*, 12(27), 9–2.
- Bungue, M. (1919). La ciencia: su método y su filosofía (Vol 1). *Laetoli*.
- Duce, D. T. M., & Bandrés, E. (2001). Delincuencia y acción policial: Un enfoque económico. *Revista de Economía Aplicada*, 9(27), 5–34.
- Finos, L., Brombin, C., & Salmaso, L. (2010). Adjusting Stepwise p-Values in Generalized Linear Models. *Communications in Statistics—Theory and Methods*, 39(10), 1832–1846. <https://doi.org/10.1080/03610920902912968>
- Fresneda, O. (2007). La medida de necesidades básicas insatisfechas (NBI) como instrumento de medición de la pobreza y focalización de programas. *Cepal*.
- Friedl, M. A., & Brodley, C. E. (1997). Decision tree classification of land cover from remotely sensed data. *Remote Sensing of Environment*, 61(3), 399–409. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(97\)00049-7](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(97)00049-7)
- Fürnkranz, J. (2010). Decision Tree. In *Encyclopedia of Machine Learning* (pp. 263–267). Springer US. [https://doi.org/10.1007/978-0-387-30164-8\\_204](https://doi.org/10.1007/978-0-387-30164-8_204)

- Hand, D. J., & Adams, N. M. (2015). Data Mining. In *Wiley StatsRef: Statistics Reference Online* (pp. 1–7). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118445112.stat06466.pub2>
- Jain, A. K. (2010). Data clustering: 50 years beyond K-means. *Pattern Recognition Letters*, 31(8), 651–666. <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2009.09.011>
- Katal, A., Wazid, M., & Goudar, R. H. (2013). Big data: Issues, challenges, tools and Good practices. *2013 6th International Conference on Contemporary Computing, IC3 2013*, 404–409. <https://doi.org/10.1109/IC3.2013.6612229>
- Matheron, G. (1963). Principles of geostatistics. *Economic Geology*, 58(8), 1246–1266. <https://doi.org/10.2113/gsecongeo.58.8.1246>
- Ospina, J., & Correa, M. (2015). El hurto de automotores bajo el enfoque prospectivo: una caracterización actual y futura de la actividad criminal en Colombia. *Revista Criminalidad*, 57(3), 9–25.
- Sreedhar, C., Kasiviswanath, N., & Chenna Reddy, P. (2017). Clustering large datasets using K-means modified inter and intra clustering (KM-I2C) in Hadoop. *Journal of Big Data 2017 4:1*, 4(1), 1–19. <https://doi.org/10.1186/S40537-017-0087-2>
- Zou, Y., Geedipally, S. R., & Lord, D. (2013). Evaluating the double Poisson generalized linear model. *Accident Analysis & Prevention*, 59, 497–505. <https://doi.org/10.1016/J.AAP.2013.07.017>
- Zuur, A. F., Ieno, E. N., Walker, N. J., Saveliev, A. A., & Smith, G. M. (2009). GLM and GAM for Count Data. *Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R*, 209–243. [https://doi.org/10.1007/978-0-387-87458-6\\_9](https://doi.org/10.1007/978-0-387-87458-6_9)

# Arquitectura híbrida de Gestión de Microservicios en Infraestructura Locales

Iván Ortiz-Garcés<sup>1</sup>, Aarón Echeverría<sup>1</sup>

ivan.ortiz@udla.edu.ec; aaron.echeverria@udla.edu.ec

<sup>1</sup> Universidad de Las Américas, Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, 170124, Quito, Ecuador.

Pages: 626-638

**Resumen:** Los microservicios es un enfoque arquitectónico que permite ejecutar componentes independientes como un solo elemento. Este enfoque arquitectónico permite desplegar servicios tradicionales consumiendo recursos mínimos en el sistema operativo que se alojan. Docker es una tecnología que permite el despliegue de microservicios en un entorno aislado denominado contenedores. El propósito de la presente investigación es desarrollar una arquitectura híbrida basada en la virtualización y tecnología Docker, que permita la ejecución de microservicios con un consumo mínimo de recursos. Para comprobar la efectividad de la arquitectura propuesta se comparó microservicios y servicios mediante los parámetros de consumo de CPU, memoria, swap e interfaz de red.

**Palabras-clave:** microservicio; arquitectura; virtualización; Docker.

## *Hybrid Architecture of Microservices Management in Local Infrastructures*

**Abstract:** Microservices is an architectural approach that allows independent components to run as a single element. This architectural approach allows traditional services to be deployed while consuming minimal resources on the operating system they are hosted on. Docker is a technology that allows the deployment of microservices in an isolated environment called containers. The purpose of this research is to develop a hybrid architecture based on virtualization and Docker technology, which allows the execution of microservices with minimal resource consumption. To test the effectiveness of the proposed architecture, microservices and services were compared using CPU, memory, swap, and network interface consumption parameters.

**Keywords:** microservice; architecture; virtualization; Docker.

## 1. Introducción

La arquitectura monolítica es un paradigma que permite agrupar varios elementos dentro de un mismo servicio (Fig.1). Esta arquitectura es de fácil desarrollo, permite un despliegue sencillo, y tiene bajos costos de implementación. Uno de los problemas

relacionados con esta arquitectura es la escalabilidad y redundancia, debido que se encuentran agrupados los elementos en un mismo sistema (Villamizar et al., 2015). Para solventar este problema mejorando la capacidad y rendimiento surgen las arquitecturas basadas en microservicios. Esta arquitectura brinda independencia a cada uno de sus elementos desglosándolos en microservicios. Los microservicios funcionan por separado sin afectar el rendimiento del resto de elementos (Lauretis, 2019).

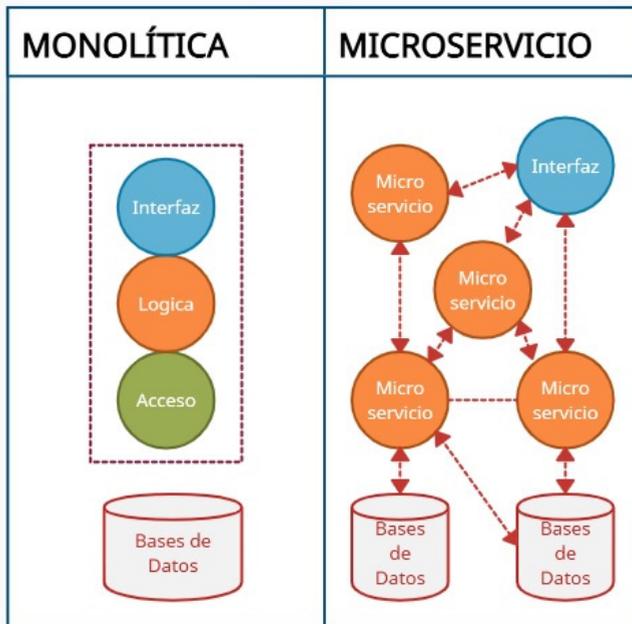


Figura 1 – Arquitectura monolítica vs Microservicio

Con el desarrollo de las tecnologías de la información (TI) permanentemente se ha buscado emplear múltiples métodos para mejorar el potencial y emplear los recursos de tecnologías orientadas a brindar servicios (Kino, 2011). Uno de los paradigmas que se utiliza en la actualidad para brindar servicios es la virtualización, este paradigma utiliza hipervisores para la creación de múltiples servicios mediante los recursos provenientes del hardware (Smith & Nair, 2005). Mediante la virtualización se ha establecido nuevos modelos de negocio en la nube, estos modelos de negocio se acoplan a los requerimientos de cualquier organización ofreciendo infraestructura, plataforma y software como un servicio (Eugene, 2013). A diferencia de la virtualización existe un paradigma similar que brinda servicios sin disminuir la capacidad de procesamiento utilizando el núcleo del sistema operativo (OS), este paradigma son los contenedores (Scheepers, 2014).

Los contenedores son una tecnología que permiten ejecutar aplicaciones y servicios aislados del OS. Esta tecnología permite formar múltiples instancias del OS creando un entorno virtual (Goncalves et al., 2018). Uno de los contenedores más empleado en la actualidad es Docker, este contenedor permite automatizar el despliegue de aplicaciones y servicios en entornos aislados (Turnbull, 2019).

Uno de los problemas asociados a la implementación de servicios es la carencia de flexibilidad, velocidad, escalabilidad, costos y complejidad de implementación. Debido a estos parámetros los servicios de infraestructuras locales son ineficientes (Schoenfelder, 2019). Este trabajo propone una arquitectura híbrida para el despliegue de microservicios en infraestructuras locales consumiendo pocos recursos del sistema. La arquitectura híbrida consta de seis capas y mediante el motor de Docker permite el despliegue de los microservicios.

## 2. Trabajo Relacionado

Los contenedores Docker se implementan en arquitecturas como metal varado y en entornos basados en virtualización (Fig.2). La arquitectura metal varado consiste en contenedores Docker alojados en un sistema operativo, este sistema se encuentra instalado en cualquier tipo de infraestructura (Preeth et al., 2016). La arquitectura basada en virtualización consiste en cualquier tipo de infraestructura que tenga habilitada la función de virtualización mediante un hipervisor, que permitan hospedar contenedores Docker en los sistemas operativos instalados (Potdar et al., 2020).

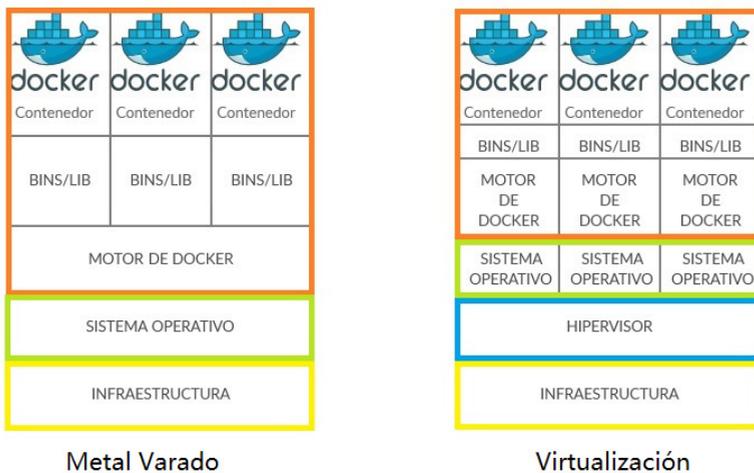


Figura 2 – Arquitecturas de implementación de Docker

(Felter et al., 2015) realiza una comparación de contenedores implementados en una arquitectura metal varado y virtualización basada en KVM. Los resultados obtenidos

de esta investigación indican que la virtualización basada en KVM y los contenedores Docker no necesitan utilizar todo el rendimiento de CPU y memoria. Virtualización basada en KVM no es adecuada en cargas de trabajo que son sensibles a la latencia. El adaptador de red de contenedores Docker tiene problemas en procesar grandes cargas de trabajo con altas tasas de paquetes. Los contenedores implementados en metal varado tienen mayor velocidad en procesamiento de información.

(Shetty et al., 2017) indica una evaluación detallada del rendimiento de la virtualización tradicional basada en hipervisores, contenedores Docker y metal varado. Las pruebas realizadas se basaron en medir el desempeño y rendimiento en CPU, memoria, disco y sistema. El desempeño y rendimiento fue similar en ambos, siendo la virtualización un poco lenta a diferencia de Docker y metal varado. El rendimiento general del sistema de Docker y VM es comparable. El problema de los contenedores es los niveles bajos de aislamiento y seguridad que ofrecen. Las máquinas virtuales al tener una capa de hipervisor ofrecen niveles de seguridad adecuados.

(Lingayat et al., 2018a) buscó alternativas a la virtualización, siendo los contenedores una opción ideal en cuanto a rendimiento y manejo de recursos. Se realizó una comparación del desempeño de los entornos metal varado, nube OpenStack y contenedores Docker. En estos entornos se evaluó la velocidad de CPU, red, disco y memoria. Los resultados muestran que Docker es una mejor opción que OpenStack, pero carece de capacidades de computación en la nube. OpenStack tiene características de nube que no proporciona Docker.

(Yamato, 2015) realiza una medición del tiempo de inicio de los servicios en los entornos metal varado utilizando Ironic, contenedores Docker y virtualización basada en KVM. Los resultados de esta investigación indican que los contenedores Docker son los que menos se demoran en iniciar sus servicios en comparación con los otros elementos.

(Lingayat et al., 2018b) esta investigación indica las ventajas de implementar contenedores Docker en una arquitectura metal varado. Los resultados de esta investigación exponen que las máquinas virtuales carecen de velocidad y afecta el rendimiento al iniciar los contenedores que aloja. El rendimiento de la arquitectura metal varado es 50% superior a la arquitectura basada en virtualización. Cuando se trabaja con un número limitado de contenedores Docker en una máquina virtual, el rendimiento de esta no se ve afectado. Al incrementar el número de contenedores el rendimiento de la máquina virtual disminuye. La investigación concluye que para utilizar el mayor potencial de contenedores Docker, estos deben implementarse en una arquitectura metal varado.

(Kominos et al., 2017) revela que metal varado es ideal para entornos con cargas altas de trabajo. La desventaja de metal varado es la carencia de aislamiento en la red, todas las instancias comparten el mismo rango de direcciones de red. El rendimiento de las máquinas virtuales depende de la carga de trabajo que tengan. (Chung et al., 2016) exponen que los contenedores Docker o la tecnología liviana se está convirtiendo en una plataforma generalizada utilizada en el campo de la computación en nube. Los contenedores y las máquinas virtuales tienen factores positivos y negativos. La bondad

de la virtualización es el aislamiento y seguridad que ofrecen. Los contenedores permiten la reducción de costos de implementación debido a que comparten el núcleo del mismo sistema operativo.

### 3. Método

En esta investigación se aplica el método cualitativo y experimental. Utilizando el método cualitativo, se llevó a cabo una revisión sistemática de literatura centrada en las arquitecturas de implementación de microservicios en contenedores Docker entre el 2015 y 2021. El objetivo del análisis es plantear una arquitectura híbrida que se pueda implementar en infraestructuras locales con un consumo mínimo de recursos. Para comprobar la efectividad de la arquitectura propuesta se comparó arquitectura de microservicios y monolítica mediante los parámetros de consumo de CPU, memoria, swap e interfaz de red (Fig.3).

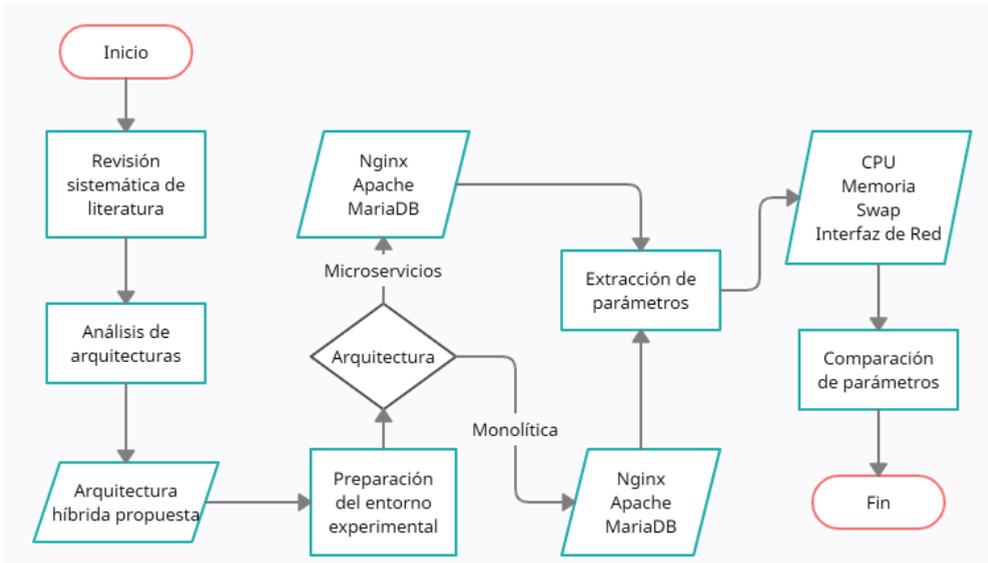


Figura 3 – Proceso de la metodología

Se denomina arquitectura híbrida debido que tiene los elementos esenciales de las arquitecturas de metal varado y basada en virtualización. Los componentes fundamentales de la arquitectura híbrida es un sistema operativo que tenga habilitada la característica de virtualización y un hipervisor. La arquitectura híbrida propuesta se fundamenta en el concepto de encapsulamiento, presentando seis capas que corresponde a los elementos de infraestructura, sistema operativo anfitrión, hipervisor, sistema operativo invitado, motor de Docker y microservicios (Apel et al., 2018).

Los contenedores Docker empleador no emplean ningún sistema operativo debido que se encuentran todos los ejecutables, el código binario, las bibliotecas y los archivos de configuración necesarios (Jangla, 2018). La capa con la que se va a interactuar es la de microservicios siendo las demás imperceptibles para el usuario final. La siguiente figura (Fig.4) indica los elementos que se utilizaron en la arquitectura propuesta.

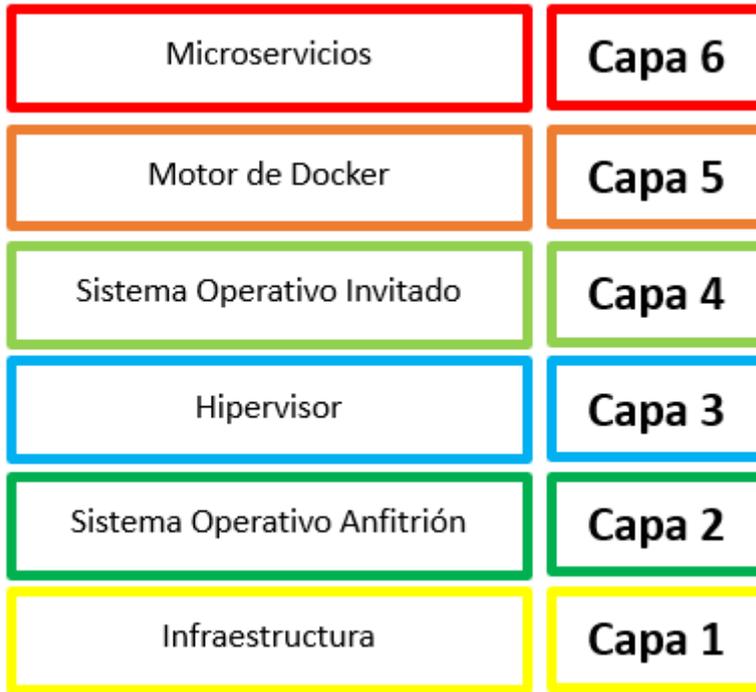


Figura 4 – Arquitectura híbrida

Capa	Nombre	Descripción
Capa 1	Infraestructura	La infraestructura es el elemento inicial de la arquitectura híbrida empleada, en esta capa se elige el hardware que va a contener todos los elementos. Se puede utilizar servidores o estaciones de trabajo.
Capa 2	Sistema operativo anfitrión	Este elemento corresponde al sistema operativo principal de la arquitectura, el único requisito es tener habilitado la función de hipervisor. En caso de que el sistema operativo no tenga la capacidad de virtualización mediante un hipervisor no es apto para esta propuesta.

Tabla 1 – Descripción arquitectura híbrida

La siguiente Tabla 1 indica una descripción de las capas de la arquitectura híbrida propuesta y los elementos que se optó para el experimento.

Capa	Nombre	Descripción
Capa 3	Hipervisor	Un hipervisor es un emulador que ejecuta sistemas operativos Invitados en un sistema operativo anfitrión. Existen dos tipos de hipervisores, nativos (Tipo 1) e invitados (Tipo2). Para esta propuesta se utilizó un hipervisor invitado (Li et al., 2017).
Capa 4	Sistema operativo invitado	Este elemento corresponde a las máquinas virtuales que están alojadas en el hipervisor (Pires & Melgarejo, 2013). Se debe elegir sistemas operativos que sean compatibles con el motor de Docker para desplegar microservicios.
Capa 5	Motor de Docker	Es una tecnología de contenedores de código abierto enfocado en la operación de microservicios. Es compatible con sistemas operativos Windows y Linux (Docker Docs, 2021)
Capa 6	Microservicios	Son elementos independientes, modulares, ligeros que se comunican en un sistema ofreciendo diversas funcionalidades. En la arquitectura propuesta se puede crear los microservicios y desplegar en el motor de Docker, o descargar los microservicios por medio de Docker Hub. En esta propuesta se descargó los servicios en Docker Hub.

Tabla 2 – Continuación

#### 4. Resultados

Para evaluar la arquitectura híbrida y monolítica se generó un script en Python incluyendo las librerías os, time, subprocess, datetime y xlwt para almacenar los parámetros de CPU, memoria, swap y consumo de red (Fig.5).

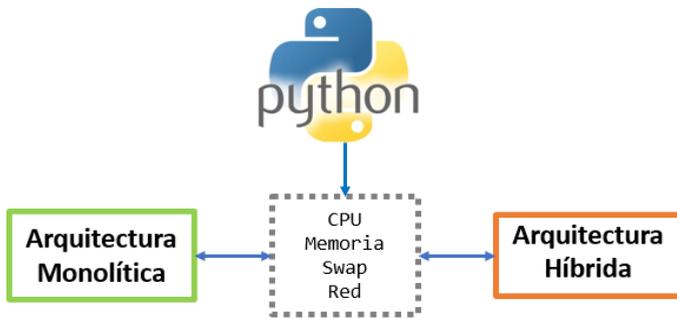


Figura 5 – Ejecución script de Python

En ambas arquitecturas se utilizó 2 procesadores, 2 Gb de memoria RAM y 20 Gb de almacenamiento para conocer los comportamientos y el consumo de recursos (Tabla 2).

Arquitectura	Procesadores	RAM	Disco
Monolítica	2	2 Gb	20 Gb
Híbrida	2	2 Gb	20 Gb

Tabla 3 – Valores empleados

#### 4.1. Arquitectura monolítica

En esta arquitectura se utilizó una estación de trabajo con el sistema operativo CentOS 8, se instaló y ejecuto los paquetes de Apache, Nginx y MariaDB (Fig.6).



Figura 6 – Arquitectura monolítica experimento

Al culminar la instalación se habilitó estos servicios para conocer el comportamiento de estos en la arquitectura monolítica (Fig.7).

```
[root@localhost aaron]# rpm -q nginx
nginx-1.14.1-9.module_el8.0.0+184+e34fea82.x86_64
[root@localhost aaron]# rpm -q mariadb
mariadb-10.3.28-1.module_el8.3.0+757+d382997d.x86_64
[root@localhost aaron]# rpm -q httpd
httpd-2.4.37-39.module_el8.4.0+778+c970deab.x86_64
```

Figura 7 – Paquetes instalados

En el CPU1 se registró valores de rendimiento de 13.0% a 23.2%, y un promedio de 18.9%. En el CPU2 se registró valores de rendimiento de 17.3% a 23.0%, y un promedio de 18.5%. En la memoria se registró un valor constante de 69%. En la swap se registró un

valor constante de 23.6%. En la interfaz de red se registró valores de rendimiento desde 0% a 10%, y un promedio de 1.5% (Fig.8).

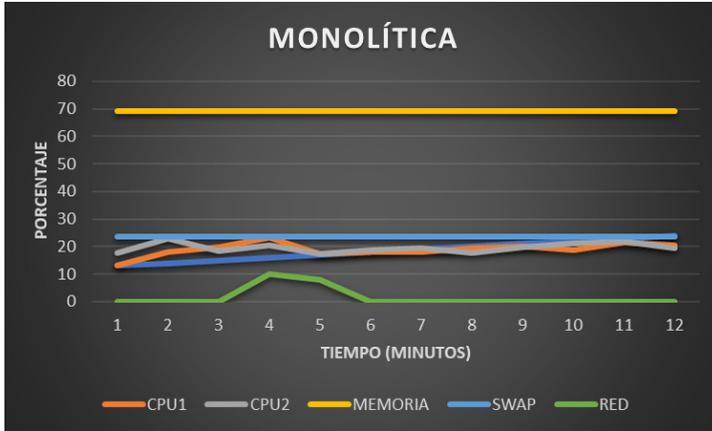


Figura 8 – Rendimiento arquitectura monolítica

#### 4.2.Arquitectura híbrida

En la arquitectura híbrida se utilizó una estación de trabajo, sistema operativo anfitrión Windows 10, hipervisor VmWare Workstation Pro, sistema operativo invitado CentOS 8, motor de Docker, y en la capa 6 de la arquitectura híbrida se obtuvo las imágenes de los contenedores de Apache, Nginx y MariaDB de la plataforma DockerHub. Con las imágenes en el motor de Docker se procedió a ejecutarlas mediante una traducción de direcciones de puerto (Fig.9).

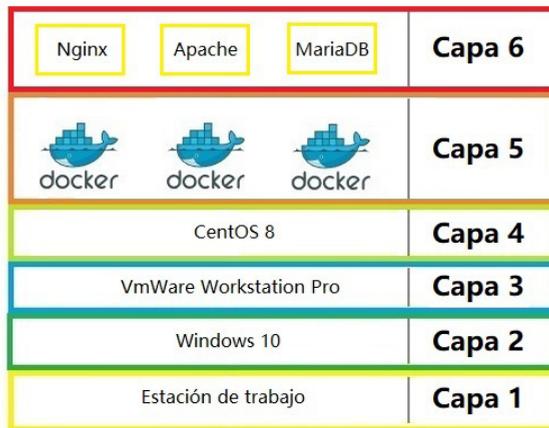


Figura 9 – Arquitectura híbrida experimento

Al culminar la ejecución los microservicios se encuentran operativos por lo que se procedió analizar comportamiento de estos en la arquitectura híbrida (Fig.10).

```
[root@localhost Documents]# docker ps
CONTAINER ID   IMAGE          PORTS
b4c3bbb12dfd   6b01262bc780  0.0.0.0:3306->3306/tcp, :::3306->3306/tcp   mariadb
4334b7ffc02d   822b7ec2aaf2  0.0.0.0:8081->80/tcp, :::8081->80/tcp       nginx
f551206a8d33   f34528d8e714  0.0.0.0:8080->80/tcp, :::8080->80/tcp       http
```

Figura 10 – Microservicios operativos

En el CPU1 se registró valores de rendimiento de 4% a 12.1%, y un promedio de 7.3%. En el CPU2 se registró valores de rendimiento de 4.6% a 12%, y un promedio de 8.15%. En la memoria se registró un valor constante de 59.7%. En la swap se registró un valor constante de 18.8%. En la interfaz de red se registró valores de rendimiento de 0% (Fig.11).

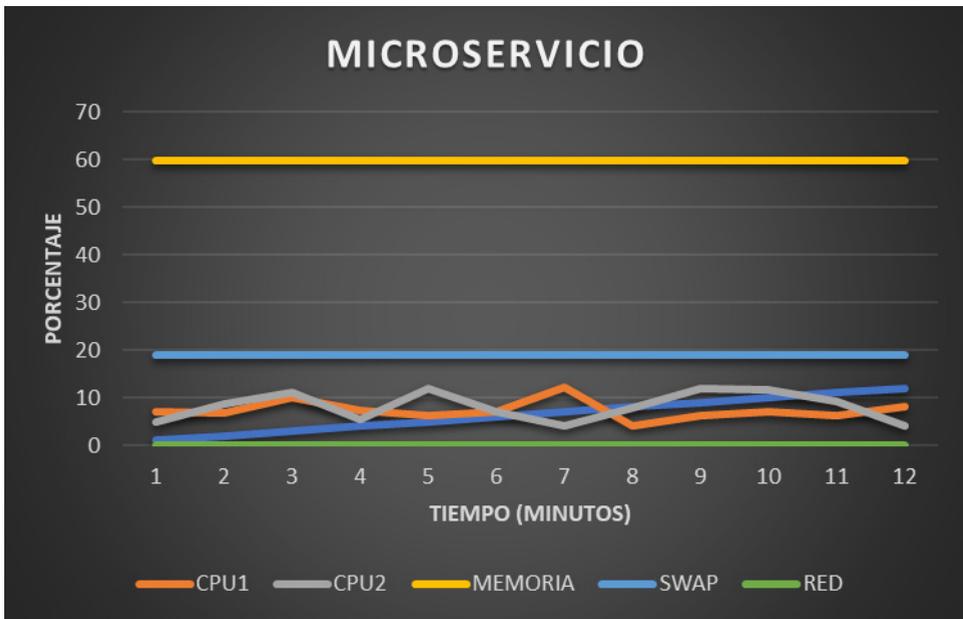


Figura 11 – Rendimiento arquitectura híbrida

## 5. Conclusiones

En esta investigación se realizó un análisis de las arquitecturas de implementación de microservicios en contenedores Docker y se ha presentado una arquitectura híbrida para la gestión de microservicios en infraestructuras locales. Esta arquitectura consta de las capas de infraestructura, sistema operativo anfitrión, hipervisor, sistema operativo

invitado, motor de Docker y microservicios. Esta arquitectura implementa el concepto de encapsulamiento debido que el usuario final solo percibe la capa de microservicio.

En respuesta a la pregunta de investigación que inició este artículo, en este trabajo se identificó la relación entre servicios en arquitecturas monolíticas y consumo eminente de recursos. Se comparo una arquitectura monolítica con la arquitectura híbrida propuesta, donde se evidenció que esta última consume menos recursos en los parámetros de CPU, memoria, swap e interfaz de red. La siguiente tabla (Tabla 3) indica los valores de los parámetros obtenidos.

Arquitectura	Valores	CPU1	CPU2	Memoria	Swap	Interfaz de red
Monolítica	Mínimo	13.0%	17.3%	69%	23.6%	0%
	Máximo	23.2%	23.0%	69%	23.6%	10%
	Promedio	18.9%	18.5%	69%	23.6%	1.5%
Híbrida basada en microservicios	Mínimo	4.0%	4.6%	59.7%	18.8%	0%
	Máximo	12.1%	12%	59.7%	18.8%	0%
	Promedio	7.3%	8.15%	59.7%	18.8%	0%

Tabla 3 – Parametros obtenidos

El parámetro principal que nos indica el consumo de recursos es el CPU, en la arquitectura monolítica este valor tiene un promedio de 18.9% en el CPU1 y 18.5% en el CPU2. En la arquitectura híbrida propuesta el consumo de CPU tiene un promedio de 7.3% en el CPU1 y 18.15% en el CPU2. La memoria es un valor constante en ambas arquitecturas, en la arquitectura monolítica tiene un valor de 69% y en la arquitectura híbrida tiene un valor de 59.7%. La memoria swap igualmente presenta un valor constante de 23.6% en la arquitectura monolítica y 18.8% en la arquitectura híbrida. Los valores presentados en la interfaz de red dependen de las peticiones que realicen los usuarios y el tráfico de red.

La diferencia del consumo del CPU1 entre la arquitectura monolítica e híbrida es de 11.6%. La diferencia del consumo del CPU2 entre la arquitectura monolítica e híbrida es de 10.35%. La diferencia de memoria y SWAP es de 9.3% y 4.8% respectivamente. El parámetro que nos indica el consumo de recursos en ambas arquitecturas es el porcentaje de CPU. Al emplear microservicios se utiliza un menor porcentaje de CPU y recursos.

En esta investigación se presentó una arquitectura híbrida para infraestructuras locales con el objetivo de consumir recursos mínimos, pero no se ha tomado en cuenta la seguridad de la arquitectura, por lo que en futuras investigaciones se propondrá un modelo de blindaje en las capas de la arquitectura presentada.

## Referencias

- Apel, S., Hertrampf, F., & Spathe, S. (2018). Microservice Architecture Within In-House Infrastructures for Enterprise Integration and Measurement : An Experience Report. *International Conference on Innovations for Community Services*, 3–17. [https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-319-93408-2\\_1](https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-319-93408-2_1)

- Chung, M. T., Quang-hung, N., Nguyen, M., & Thoai, N. (2016). Using Docker in High Performance Computing Applications. *IEEE Xplore*, 52–57. <https://doi.org/https://doi.org/10.1109/CCE.2016.7562612>
- Docker Docs. (2021). *Docker Engine overview*. <https://docs.docker.com/engine/>
- Eugene, G. (2013). *Cloud Computing Models* [Massachusetts Institute of Technology]. <http://hdl.handle.net/1721.1/79811>
- Felter, W., Ferreira, A., Rajamony, R., & Rubio, J. (2015). An Updated Performance Comparison of Virtual Machines and Linux Containers. *IEEE Xplore*, 171–172. <https://doi.org/https://doi.org/10.1109/ISPASS.2015.7095802>
- Goncalves, V., Kirikova, M., & Alksnis, G. (2018). *Containers for Virtualization : An Overview*. 23(1), 21–27. <https://doi.org/10.2478/acss-2018-0003>
- Jangla, K. (2018). Docker Basics. In *Accelerating Development Velocity Using Docker* (pp. 27–53). <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3936-0>
- Kino, T. (2011). *Infrastructure Technology for Cloud Services*. 47(4), 434–442.
- Kominos, C. G., Seyvet, N., & Vandikas, K. (2017). Bare-metal , Virtual Machines and Containers in OpenStack. *2017 20th Conference on Innovations in Clouds, Internet and Networks (ICIN)*, 36–43. <https://doi.org/https://doi.org/10.1109/ICIN.2017.7899247>
- Lauretis, L. De. (2019). From Monolithic Architecture to Microservices Architecture. *2019 IEEE International Symposium on Software Reliability Engineering Workshops (ISSREW) From*, 93–96. <https://doi.org/10.1109/ISSREW.2019.00050>
- Li, Z., Kihl, M., Lu, Q., & Andersson, J. A. (2017). Performance Overhead Comparison between Hypervisor and Container based Virtualization. *2017 IEEE 31st International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA)*, 955–962. <https://doi.org/10.1109/AINA.2017.79>
- Lingayat, A., Badre, R. R., & Gupta, A. K. (2018a). Integration of Linux Containers in OpenStack : An Introspection. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 12(3), 1094–1105. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v12.i3.pp1094-1105>
- Lingayat, A., Badre, R. R., & Gupta, A. K. (2018b). Performance Evaluation for Deploying Docker Containers On Baremetal and Virtual Machine. *2018 3rd International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES)*, Icces, 1019–1023. <https://doi.org/https://doi.org/10.1109/CESYS.2018.8723998>
- Pires, F. L., & Melgarejo, E. (2013). Virtual Machine Placement. A Multi-Objective Approach. *2013 XXXIX Latin American Computing Conference (CLEI) Virtual*, 1–8. <https://doi.org/10.1109/CLEI.2013.6670671>.
- Potdar, A. M., Narayan, D. G., Kengond, S., & Mulla, M. M. (2020). Performance Evaluation of Docker Container and Virtual Machine. *Procedia Computer Science*, 171(2019), 1419–1428. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.04.152>

- Preeth, E. N., Jaison, F., Mulerickal, P., Paul, B., & Sastri, Y. (2016). Evaluation of Docker Containers Based on Hardware Utilization. *IEEE Xplore, November*, 697–700. <https://doi.org/https://doi.org/10.1109/ICCC.2015.7432984>
- Scheepers, M. J. (2014). *Virtualization and Containerization of Application Infrastructure : A Comparison*.
- Schoenfelder, V. (2019). *Why You Should Consider Microservices For Your Next Project*. Forbes. <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2019/08/30/why-you-should-consider-microservices-for-your-next-project/>
- Shetty, J., Upadhaya, S., HS, R., G, S., & Chandra, J. (2017). An Empirical Performance Evaluation of Docker Container , Openstack Virtual Machine and Bare Metal Server. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 7(1), 205–213. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v7.i1.pp205-213>
- Smith, J. E., & Nair, R. (2005). The Architecture of Virtual Machines. *IEEE Xplore*, 7. <https://doi.org/https://doi.org/10.1109/MC.2005.173>
- Turnbull, J. (2019). *The Docker Book: Containerization is the new virtualization* (18.09). James Turnbull.
- Villamizar, M., Garcés, O., Castro, H., Verano, M., Salamanca, L., & Gil, S. (2015). Evaluating the Monolithic and the Microservice Architecture Pattern to Deploy Web Applications in the Cloud. *2015 10th Computing Colombian Conference (10CCC)*, 593–590. <https://doi.org/10.1109/ColumbianCC.2015.7333476>
- Yamato, Y. (2015). OpenStack hypervisor , container and Baremetal servers performance comparison. *IEICE Communications Express*, 4(7), 228–232. <https://doi.org/10.1587/comex.4.228>

# Clusterización a las administradoras de fondos de pensiones latinoamericanas mediante clarans

Cristian Cornejo<sup>1</sup>, Claudio Ruff<sup>2</sup>, Purificación Galindo-Villardón<sup>2</sup>

[cristiancornejo@usal.es](mailto:cristiancornejo@usal.es); [cruff@ubo.cl](mailto:cruff@ubo.cl); [pgalindo@usal.es](mailto:pgalindo@usal.es)

<sup>1</sup>Universidad de Salamanca, 37008, Salamanca, España;

<sup>2</sup>Universidad Bernardo O'Higgins, Centro de Investigación Institucional, Av. Viel 1497, Santiago, Chile.

**Pages:** 639-650

**Resumen:** A inicios de los años 1980 se inició en Chile la implementación de un nuevo Sistema de Pensiones. Dicha reforma significó la introducción del ahorro individual a través de la vida laboral de los trabajadores, dejando atrás el antiguo modelo de reparto. La ejecución de este sistema instó a otros países de América Latina a implementarlo, por lo que hoy, en la Región, conviven diversos sistemas, tanto de fondo público como de ahorro individual administrado por empresas privadas denominadas Administradoras de Fondos de Pensiones (AFP). En efecto, esta investigación buscó observar el comportamiento de las AFP en los distintos países de la región, a través del análisis al perfil de sus cotizantes. Para ello, se realizó un proceso de segmentación de grupos de cotizantes-individuos, mediante el método Clarans. Los resultados del análisis arrojan una serie de correlaciones y datos respecto de las variables analizadas

**Palabras-claves:** Administradoras de Fondos de Pensiones, Clústers, Clarans.

## *Clusterization of Latin American pension fund administrators through clarans*

**Abstract:** In the earlier the 1980s, Chile began to implement a new Pension System. This reform meant the introduction of individual savings throughout the working life of the workers, leaving behind the old pay-as-you-go model. The implementation of this system encouraged other Latin American countries to implement it, so that today in the region there are several systems, both public funds and individual savings managed by private companies called Pension Fund Administrators (for its Spanish acronym, AFP). In consequence, this research sought to observe the behavior of the AFPs in the different countries of the region by analyzing the profile of their contributors. For this purpose, a segmentation process of groups of contributors-individuals was carried out through the Clustering Disjoint Biplot and Clarans method. The results of the analysis yielded a series of correlations and data regarding the profile of the individuals.

**Keywords:** Pension Funds Administrators, clusters, Clarans

## 1. Introducción

A nivel mundial, los sistemas de pensiones tanto en regímenes públicos como privados, se han visto enfrentados a diversos cambios en sus reformas, lo que ha impulsado diversos cambios estructurales en Europa y en América Latina (Overbye & Kemp, 2017). En efecto, esta industria se ha enfrentado a diversas problemáticas relacionadas con mantener en el tiempo un tipo óptimo de financiamiento, con la finalidad de conservar y/o mejorar las prestaciones existentes.

De acuerdo con Han-Chande, sólo existen unos pocos países desarrollados con la capacidad de entregar pensiones dignas a los trabajadores al momento de jubilar (Ham-Chande, 1993). Varios países de América Latina han debido enfrentar distintos obstáculos económicos y políticos, por lo que han tenido que llevar a cabo un trabajo más constante, proactivo y reformulador en temas de seguridad social en comparación a otros continentes (Query & Diz, 2005).

Durante las últimas décadas, los países de Latinoamérica han transitado por procesos de reformas que han impactado a sus respectivos sistemas de pensiones. Dichas reformas han contribuido a una sostenibilidad fiscal que, sin embargo, no necesariamente han conseguido otorgar a toda la población una cobertura amplia en protección social, afectando de manera directa a las personas en su vejez (Tuesta, 2017).

En los años 70, Chile y Uruguay presentaban los mejores sistemas de seguridad social de América Latina, compartiendo ambos importantes semejanzas, hasta la denominada crisis de la seguridad social (Castiglioni, 2018). A saber, en 1981 Chile implementó la reforma al sistema de pensiones, transformándose desde un sistema público a uno privado de capitalización individual, privatizando por completo el sistema de pensiones. Esto influenció a otros países a nivel mundial a seguir sus pasos (Mesa & Bertranou, 1997), ya que en su origen las pensiones chilenas crearon un mercado de capitales que generó ganancias, beneficios, además de asegurar la optimización y aumento de los beneficios en rentabilidad, incrementando las tasas de ahorro, lo que produciría un mayor crecimiento económico (Matijascic & Kay, 2006).

En los años noventa, millones de personas en el continente estaban insertas en el sistema y participaban directamente en los resultados del capital financiero, de acuerdo con las reformas implementadas en las pensiones por los países de la región (Kerner, 2020). La aplicación de estas nuevas normas de pensiones ha expuesto a los países a desigualdades, que han impactado el cometido del sistema y sus respectivos beneficios (Arza, 2008).

En el último decenio, junto con la globalización y la cuarta revolución industrial, Latinoamérica se ha visto enfrentada a una ligera recuperación económica, mediante nuevos retos y oportunidades surgidos en un contexto mundial de alta incertidumbre, que ha mermado la confianza ciudadana, de la mano con las demandas globales relacionadas a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (OCDE, CAF, & CEPAL, 2018). Asimismo, se han producido significativos cambios sociales, económicos y demográficos con una fuerte tendencia hacia el envejecimiento de la población a causa del aumento de la esperanza de vida (Bertranou & Rofman, 2002), que ha generado que la política de seguridad social sea uno de los temas principales, dado el deseo por parte de las personas

de contar con una mayor estabilidad económica en su vejez (Tamburi, 1993). Aun cuando la región ha mostrado avances importantes en la reducción de la pobreza, no ha sido de igual forma en temas de desigualdad al momento de implementar políticas sociales, sino que más bien, se ha instaurado la necesidad de crear políticas complementarias, que susciten una inserción social de la población más vulnerable, dadas las múltiples causas y consecuencias que esta situación conlleva.

La publicación de datos y generación de información fidedigna es uno de los desafíos constantes de las entidades públicas y privadas participantes del sistema. En este escenario, han surgido múltiples organizaciones internacionales que entregan información respecto a la seguridad y el desarrollo social, así como también estadísticas de regímenes de capitalización individual como lo son; la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y su Base de Datos de programas de protección social no contributiva en América Latina y el Caribe; la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE); El Banco Mundial y sus datos Indicadores del desarrollo mundial; la Organización Iberoamericana de la Seguridad Social (OISS); la Asociación Internacional de la Seguridad Social (AISS); la Asociación Internacional de Organismos de Supervisión de Fondos de Pensiones (AIOS); la Organización Internacional del Trabajo (OIT); la Organización Internacional de Supervisores de Pensiones (IOPS); la Organización Internacional de Empleadores (OIE); la Conferencia Interamericana de la Seguridad Social, Pensions Europe. También, la Federación Internacional de Administradoras de Fondos de Pensiones (FIAP) y la Red de Pensiones en América Latina y el Caribe (Red PLAC) que es de de la que se extrajeron los datos del presente estudio.

En este contexto, esta investigación sitúa su marco específico de análisis de variables de las Administradoras de Fondos de Pensiones en países latinoamericanos. Dados los cuestionamientos y exigencias que se suscitan respecto del rol que juegan los Sistemas de Pensiones en las personas al momento de jubilar es significativo destacar diversas investigaciones, que describen estos sistemas en Latinoamérica, como son las de Mesa Lago (2008) y Mitchell (2008): ambos estudios analizan algunas experiencias de implementación de los sistemas de pensiones en la región. Asimismo, se encuentran las perspectivas críticas sobre los sistemas de pensiones, como son los de Antón (2006) y Suárez y Pescetto (2005). A estos estudios críticos, se suman los trabajos académicos que versan sobre el impacto de los regímenes regulatorios en el desempeño del mercado de los fondos de pensiones privados (Srinivas, 1999) y, además, que analizan los efectos económicos y sociales de los sistemas de pensiones (da Silva, 2007). En tanto, otros estudios han realizado análisis por géneros (Ståhlberg, Birman, Kruse, & Sundén, 2006) y por desigualdad de éstos (Dion, 2008). Se suma a los anteriores estudios, publicaciones relacionadas con las reformas de las pensiones de América Latina (Mesa-Lago, 2015) y a las reformas introducidas en los sistemas de pensiones latinoamericanos (Rofman, Apella, & Vezza, 2015).

Considerando lo expuesto, es de suma relevancia aportar con investigaciones enfocadas en el análisis de las Administradoras de Fondos de Pensiones, indagando en los indicadores principales de estas instituciones en cada uno de los países en estudio. En este sentido, esta investigación es precursora en encontrar respuestas aplicando el método de estudio Clustering Disjoint Biplot, que busca una estructura de datos subyacente, con la finalidad de encontrar aquella clasificación superior de los grupos

de objetos en un espacio reducido, generando ejes factoriales disjuntos, en que cada variable contribuye solamente a la formación de un eje factorial (Nieto-Librero, Sierra, Vicente-Galindo, Ruiz-Barzola, & Galindo-Villardón, 2017). Este método realiza una representación gráfica de los individuos y variables utilizando el método HJ-Biplot (Villardón, 1986). Luego, los datos también son sometidos al algoritmo de agrupación de individuos que presentan particularidades semejantes, basadas en un procedimiento generado mediante reglas asociativas en relación con la distancia más próxima (vecino más cercano) a un meloide denominada Clarans (Ng & Han, 2002).

## 2. Marco teórico y metodológico

Para los objetivos propuestos en la investigación, se consideraron los siguientes indicadores, con la finalidad de ser una herramienta para modificar, corregir y/o perfeccionar aspectos de los sistemas de pensiones relacionados a: la cobertura, suficiencia de beneficios, sostenibilidad financiera, equidad y solidaridad social, eficiencia y capacidad institucional (Cerda, Cabrita Felix, & Gutiérrez, 2020).

Así, esta investigación analiza gráficamente, mediante agrupación de clústeres, 8 países de Latinoamérica, generando un orden con respecto a diferentes variables de las Administradoras de Fondos de Pensiones con el propósito de conocer la relación existente entre ellos. Al analizar las variables, se pretende obtener y generar una apreciación multivariante, utilizando el método Clarans, utilizando RStudio.

Para el análisis de los indicadores de las Administradoras de Fondos de Pensiones y su respectivas interacciones y obtención de los clústeres, se utilizaron datos publicados en el Boletín Estadístico de la Asociación Internacional de Organismos de Supervisión de Fondos de Pensiones (AIOS) y se complementó con datos publicados en los Indicadores de pensiones de América Latina y el Caribe de la Red PLAC. Lo anterior, para 8 países de América Latina que tenían información completa sobre las 46 variables de estudio.

CLARANS, corresponde al acrónimo de Clustering Large Applications based on Randomized Search, este es un algoritmo de agrupación de individuos que presentan particularidades semejantes, basadas en un procedimiento generado mediante reglas asociativas en relación con la distancia más próxima (vecino más cercano) a un meloide (Ng & Han, 2002).

De acuerdo con Ng y Han (2002) y Alfaro (2017), CLARANS posee dos tipos de parámetros, uno de ellos es el maxNeighbor que hace referencia al número máximo de “vecinos examinados” y, por otro lado, está el numLocal que identifica el número de mínimos locales obtenidos.

Este algoritmo lleva a cabo un proceso que consiste en encontrar una muestra que posea cierto grado de aleatoriedad en cada uno de los pasos de la búsqueda. La agrupación que se obtiene al cabo de sustituir a un solo meloide se define como vecino del agrupamiento actual. Dos nodos son vecinos si sus conjuntos difieren por un solo objeto en cada iteración.

Si durante el proceso, el individuo (objeto) halla un mejor vecino, CLARANS lo desplaza al nodo del vecino y el proceso se repite. Cuando llega el momento en que no encuentra un mejor vecino, entonces la actual agrupación se detiene y se produce un óptimo

local (clúster). Se entiende que los nodos son vecinos cuando sus conjuntos difieren por un solo objeto. CLARANS, en cada iteración toma un conjunto de nodos vecinos aleatoriamente elegidos como candidatos de nuevas medianas y traslada al nodo vecino, si este corresponde a una mejor alternativa, si no, se mantiene como un óptimo local. Todo el proceso se repite varias veces para encontrar la mejor opción.

Cuando CLARANS se localiza en el grado óptimo local, inicia con un nuevo nodo aleatoriamente seleccionado, en búsqueda de un nuevo grado óptimo local (Ng & Han, 2002). Este algoritmo es fuerte en el análisis de dos dimensiones, aunque funciona de igual forma para conjuntos de datos de mayores dimensiones. En consecuencia, CLARANS se basa en una búsqueda aleatoria y no utiliza ninguna estructura auxiliar, pues impacta de menor manera el aumento de la dimensionalidad. Por otro lado, es una técnica de búsqueda local, es decir no tienen ningún requisito sobre la naturaleza de la función de distancia, su algoritmo es más general y soporta objetos poligonales. Además, es una técnica de clustering de memoria principal, mientras que otras están diseñadas para aplicaciones de clustering fuera del núcleo (Vijaya R. Sagvekar, 2013).

### 3. Presentación y análisis de resultados

En el transcurso de los años, las Administradoras de Fondos de Pensiones han disminuido aproximadamente en un -10% (período 2011-2020), sólo países como Chile y República Dominicana han aumentado en la participación de este tipo de instituciones en la industria, mientras que países como Colombia, Costa Rica y México las han rebajado (ver Tabla N° 1).

N.º	País	2011	2020	Variación %
1	Chile	6	7	17%
2	Colombia	6	4	-33%
3	Costa Rica	7	6	-14%
4	El Salvador	2	2	0%
5	México	15	10	-33%
6	Perú	4	4	0%
7	Rep. Dominicana	5	7	40%
8	Uruguay	4	4	0%
<b>Tl, Administradoras</b>		<b>49</b>	<b>44</b>	<b>-10%</b>

Tabla 1 – Número de Administradoras de Fondos de Pensiones.

Con los últimos datos publicados por la AIOS en su Boletín Estadístico de junio 2020, la cantidad total de trabajadores afiliados al sistema privado de pensiones de capitalización individual, pertenecientes a los ocho países analizados en este estudio, aumentó aproximadamente en un 53,3% desde el primer semestre del año 2011 al primer semestre del año 2020 (a excepción de Colombia, cuyos últimos datos publicados son del año 2017) (ver Tabla 2).

N.º	País	Año de inicio *	Afiliados al 30/06/2011	Afiliados al 30/06/2020	Variación %
1	Chile	1981	8.886.446	11.024.912	24,1%
2	Perú	1993	4.777.777	7.576.582	58,6%
3	Colombia	1994	9.683.901	14.505.901	49,8%
4	Uruguay	1996	1.037.560	1.451.424	39,9%
5	México	1997	42.137.924	67.058.059	59,1%
6	El Salvador	1998	2.111.993	3.392.630	60,6%
7	Costa Rica	2000	2.011.195	2.774.479	38,0%
8	Rep. Dominicana	2003	2.284.023	3.983.073	74,4%

Tabla 2 – Variación número de afiliados

Los afiliados en estos países latinoamericanos se concentran mayoritariamente en el grupo etario entre los 33 y 44 años de edad (ver Tabla N° 3).

N.º	País	< 30	30-44	45-59	> 60
1	Chile	27,2	37,5	30,5	4,8
2	Colombia	38,3	42,6	17,7	1,5
3	Costa Rica	25,6	38,9	24,0	11,6
4	El Salvador	34,9	39,7	20,8	4,5
5	México	17,8	40,9	27,7	13,6
6	Perú	27,2	41,4	25,0	6,4
7	R. Dominicana	25,3	39,7	24,0	11,0
8	Uruguay	27,2	41,9	28,0	3,0

Tabla 3 – Distribución porcentual etaria al 30/06/20

En ninguno de los países analizados la proporción de mujeres afiliadas al sistema supera el 50%, solo El Salvador, Chile y Uruguay superan el 45% en este ítem, mientras que Perú y Costa Rica no alcanzan el 40% (ver Tabla N° 4).

N.º	País	1er Semestre 2020
1	El Salvador	47,5
2	Chile	46,7
3	Uruguay	45,1
4	Colombia	43,0
5	Rep. Dominicana	42,8

N.º	País	1er Semestre 2020
6	México	41,3
7	Perú	39,5
8	Costa Rica	37,8

Tabla 4 – Proporción porcentual de afiliados de sexo femenino por sistema.

Por otro lado, al ver los datos de las personas naturales o jurídicas responsables de efectuar los pagos al Sistema definidos como aportantes, refiriéndose a estos como activos al último mes, salvo México que los considera en el último bimestre, se observa un crecimiento del 33% en el total de los países analizados, donde solo países como El Salvador y Costa Rica no han superado el 20% de crecimiento (ver Tabla N° 5).

N.º	País	2011	2020	Variación %
1	Colombia	4.206.684	6.077.741	44,5
2	Uruguay	624.093	857.905	37,5
3	México	14.154.800	18.907.666	33,6
4	Perú	2.057.263	2.720.777	32,3
5	Rep. Dominicana	1.097.278	1.444.917	31,7
6	Chile	4.797.979	6.171.029	28,6
7	Costa Rica	1.332.584	1.550.981	16,4
8	El Salvador	591.952	661.024	11,7
<b>Total</b>		<b>28.864.644</b>	<b>38.394.060</b>	<b>33</b>

Tabla 5 – Variación porcentual en la cantidad total de Aportantes.

Por otro lado, en Uruguay, Chile y Costa Rica, la remuneración promedio de los cotizantes supera los mil dólares, mientras que en países como República Dominicana y Colombia no superan los U\$S 500 (ver Tabla N° 6).

N.º	País	Salario promedio (en U\$S)
1	Uruguay	1.340
2	Costa Rica	1.037
3	Chile	1.051
4	Perú	950
5	México	853
6	El Salvador	660
7	Colombia	486
8	Rep. Dominicana	471

Tabla 6 – Salario promedio (en U\$S) cotizantes

A continuación, se detalla la cantidad de traspasos anuales correspondientes al derecho que poseen los afiliados a cambiarse de administradora, después de cumplir un año de permanencia y doce aportes mensuales (ver Tabla 7), cifra que para el período julio 2019–junio 2020 alcanzó la totalidad de 3.685.129 en Latinoamérica.

<b>País</b>	<b>Traspasos anuales</b>
<b>México</b>	2.897.257
<b>Chile</b>	513.264
<b>Colombia</b>	122.397
<b>Perú</b>	107.839
<b>Rep. Dominicana</b>	67.005
<b>Costa Rica</b>	92.064
<b>Uruguay</b>	3.422
<b>El Salvador</b>	1.691

Tabla 7 – Traspasos anuales por sistema.

Como se observa en las siguientes figuras, en la aplicación del método Clarans, los resultados en base al análisis aplicado a los ocho países arrojaron los siguientes resultados:

	<b>“Chile”</b>	<b>“Colombia”</b>	<b>“Costa Rica”</b>	<b>“El Salvador”</b>	<b>“México”</b>	<b>“Perú”</b>	<b>“R. Dominicana”</b>	<b>“Uruguay”</b>
[1.]	43	40	36	31	37	37	37	34
[2.]	18	24	22	17	19	22	17	17
[3.]	9	9	9	7	9	13	10	11

Tabla 8 – Clustering Clarans

Los países del Clúster 1 compuesto por Chile, Colombia y Costa Rica, están asociados a las variables: clasificación en ranking Mercer, cantidad de Administradoras de Fondos de Pensiones existentes, cantidad de afiliados y aportantes que poseen las Administradoras de Fondos en estos países, salario promedio que poseen en dólares (U\$D), traspasos anuales existentes entre este tipo de instituciones, cantidad de millones de U\$D que administran, al igual que el total en millones de U\$D en la composición de los fondos administrados a junio 2020, cantidad de activos, pasivos y patrimonio en sus Balances al 31 de diciembre del 2019 en millones de dólares. Además, las Administradoras de Fondos de Pensiones en estos países se asimilan en los resultados anuales de los ingresos por comisiones, los gastos operativos, el resultado operativo y neto en el año 2019 (millones U\$), así como también en la recaudación anual por aportante y en el patrimonio por afiliado.

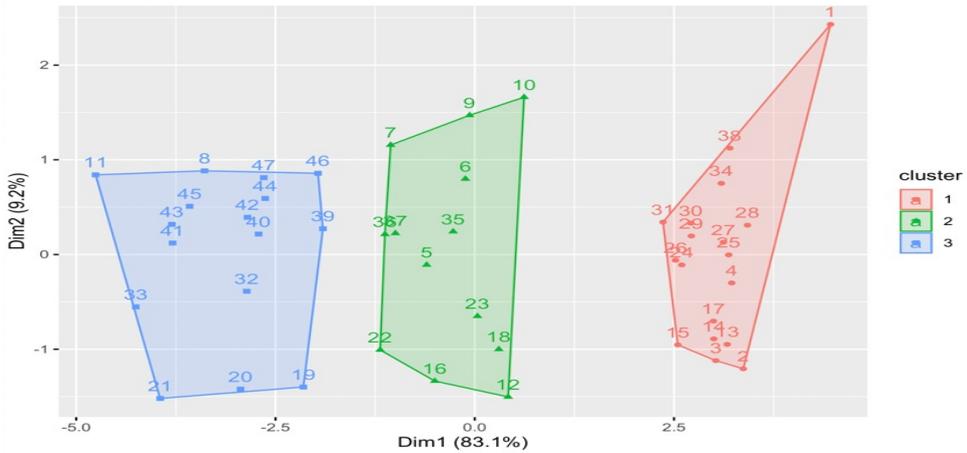


Figura 4 – Clustering Clarans

<i>Chile</i>	1
<i>Colombia</i>	1
<i>Costa Rica</i>	1
<i>El Salvador</i>	2
<i>México</i>	2
<i>Perú</i>	2
<i>R. Dominicana</i>	3
<i>Uruguay</i>	2

Tabla 9 – Clustering CLARANS.

Para las Administradoras de Fondos de Pensiones ubicadas en El Salvador, México, Perú y Uruguay (Clúster 3), el algoritmo las agrupó bajo dos características de variables, la primera de ellas relacionadas a la caracterización de los afiliados con las siguientes variables: distribución porcentual de afiliados menores a 59 años de edad, proporción porcentual de afiliados de sexo femenino, alcance de los regímenes, es decir, cantidad porcentual de afiliados sobre la población económicamente activa (PEA), proporción de afiliados que efectivamente aportan al sistema y, como segunda característica de variables, aquellas relacionadas a la administración llevada a cabo como: el porcentaje de fondos administrados en relación al PIB, la deuda gubernamental que incluye deuda del Gobierno y del Banco Central de Reserva en inversiones locales, porcentaje del fondo total administrado a través de inversiones en moneda extranjera, porcentaje de participación de los fondos en la deuda gubernamental, los resultados obtenidos como utilidad anual sobre los ingresos por comisión y patrimonio neto, así como también en los Gastos operativos anuales por afiliado.

Las Administradoras de Fondos de Pensiones en República Dominicana (Clúster 3), se caracterizan por la longevidad de sus afiliados, por el alcance porcentual de los aportantes en los regímenes basados en la población económicamente activa, ya que está bajo el promedio de los países analizados. En cuanto a la composición de los fondos administrados relacionados con inversiones locales que se realizan, destacan por estar porcentualmente cerca del promedio de los 8 países analizados en deuda con Instituciones Financieras (13,3%), en la deuda con Instituciones no Financieras que es de un 4,8% y, por no realizar inversiones en acciones. En relación con los gastos, su relación porcentual anual de los gastos operativos sobre la recaudación llega a los 4,7%, bajo el promedio de los países analizados que alcanza los 5,7. El Patrimonio de las Administradoras de este país sobre los Fondos que administran son los más altos de los países analizados, alcanzando un 2%. Los ingresos por comisiones referidos a aportes obligatorios sobre la recaudación neta de estas administradoras, es el más alto con un 16,4%. Del mismo modo, los resultados en sus rentabilidades reales y nominales anualizadas porcentualmente en los últimos años son los más altos comparativamente al resto de los países del estudio.

#### 4. Conclusiones

En relación con las variables se muestra que hay una alta correlación existente entre ellas: Eje 1: Cantidad de Afiliados (en miles) (A3), Grupo etareo entre 30-44 años de edad (A6), Ingresos por Comisiones en los resultados anuales de las administradoras durante el año 2019 (A27) y los Ingresos anuales por comisión por aportante. Eje 2: Proporción de afiliados que efectivamente aportan al sistema (A12), Composición de los fondos administrados en inversiones locales tanto en Deuda Gubernamental (A18) como en Acciones (A21), Activos en millones de dólares presentados en los Balances de las administradoras al 31/12/19 (A24), Patrimonio de las Administradoras sobre los Fondos (A33) y por afiliado (A34) y, finalmente los Resultados de las Administradoras relacionados a su Utilidad anual sobre su Patrimonio Neto (A36). Eje 3: La Composición de los fondos administrados en inversiones locales en Deuda de Instituciones no Financieras (A20), la Recaudación anual por aportante (A31) y en las Rentabilidades Anualizadas en los últimos años (A40, A43 y A47).

Se puede observar que existen países de alta correlación entre las Administradoras de Fondos de Pensiones de esos países que son: Clúster 1: Chile y Colombia; Clúster 2: El Salvador y Uruguay.

En este análisis, al trabajar con muchas variables, la metodología Clustering Disjoint Biplot es más certera que Clarans en sus resultados, ya que si bien ambas metodologías proyectan gráficamente los resultados en un subespacio y en ese espacio de baja dimensión crean clústeres, el CDBiplot tiene la ventaja de que, además de descubrir patrones existentes entre los datos recolectados de las Administradoras de Fondos de Pensiones latinoamericanas, también fue capaz de identificar y diferenciar una variable responsable de las agrupaciones que proporciona máxima discriminación entre los clúster y que, en esta aplicación a datos reales, fue la variable “Ranking Mercer”, la que diferenciaba aquellos países que están clasificados en este Índice Global de Pensiones con los que no lo están.

En versión del 2021 del “Ranking Mercer” Chile bajo tres puestos en relación a los años anteriores. Si bien el sistema de pensiones chileno sigue manteniéndose dentro del ranking Mercer como uno de los mejores de latinoamérica, según Mercer CFA Institute, el sistema de pensiones nacional debería avanzar hacia un incremento del “nivel mínimo de apoyo a las personas de edad mas pobres, además de subir la edad de jubilación de las mujeres” (El Desconcierto, 2021). A su vez, se planteo la necesidad de introducir una edad de corte en el ingreso a las prestaciones de jubilación para la población.

Según en el estudio de la CEPAL del año 2020, producto de la introducción del régimen de capitalización individual en el sistema de pensiones chileno, este se encuentra supeditado al ingreso monetario de la población activa laboralmente. Es así como, una política de pensiones, basada en la capitalización individual, debe pensarse a futuro en función de las políticas de empleo, puesto que, la capitalización individual es baja en los sectores mas pobres producto que sus sueldos son proporcionalmente bajos (Bertranou, 2020). Asimismo, la CEPAL plantea que a futuro, mas aún pensando en la crisis que generó la COVID-19, es necesario un apoyo mas fuerte de los estados a los procesos de capitalización individual.

## Referencias

- Alfaro, C. S. (2017). Descripción del procedimiento metodológico del análisis Clúster no jerárquico con el algoritmo Clarans. Monográfico, Universidad Nacional Agraria La Molina, Departamento Académico de Estadística e Informática, Lima.
- Antón, J. I. (2006). Equidad en las reformas de la seguridad social en América latina. una evaluación crítica. *Revista de economía Mundial*, 197-227.
- Arza, C. (2008). Pension reform in Latin América: Distributional principles, inequalities, and alternative policy options. *Journal of Latin American Studies*, 40, 1-28. doi:10.1017/S0022216X07003616
- Barrientos, A. (2002). Comparing Pensión Schemes in Chile Singapore, Brazil, and South Africa. *This paper was prepared for the UNRISD Meeting on Ageing, Development and Social Protection* (págs. 1-31). Madrid: University of Manchester.
- Bertranou, F., & Rofman, R. (2002). Providing social security in a context of change: Experience and challenges in Latin América. *International Social Security Review*, 55, 67-82. doi:10.1111/1468-246X.00115
- Bertranou, A. (2020). El sistema de pensiones en Argentina: In *Macroeconomía del desarrollo* (Macroeconomía del desarrollo), Vol. 205, Issues 1680–8851). CEPAL. <https://doi.org/10.2307/j.ctv1xxvzq.24>
- Castiglioni, R. (2018). Determinants of Policy Change in Latin América: A Comparison of Social Security Reform in Chile and Uruguay (1973–2000). *Journal of Comparative Policy Analysis: Research and Practice*, 20, 176-192. doi:10.1080/13876988.2016.1227526
- Cerda, R., Cabrita Felix, C., & Gutiérrez, L. K. (11 de 2020). *Banco Interamericano de Desarrollo (BID)*. Obtenido de iadb: <https://publications.iadb.org/es/manual-de-usuario-indicadores-de-pensiones-de-la-red-plac>

- da Silva, S. J. (2007). Desenvolvimento regional y protección social: Dilemas da reforma providenciária Latinoamericana. *Revista Brasileira de Gestao e Desenvolvimento Regional*, 60-74.
- El Desconcierto. (2021, October 19). Nueva baja: Chile desciende tres puestos en ranking mundial de pensiones. *ELDesconcierto*. <https://www.eldesconcierto.cl/economia/2021/10/19/chile-desciende-tres-puestos-en-ranking-mundial-de-pensiones.html>
- Ham-Chande, R. (1993). Envejecimiento demográfico y seguridad social. La insuficiencia de las pensiones por vejez. *DemoS* (6), 28-29. Obtenido de <https://www2.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-0027900901&origin=resultlist>
- Kerner, A. (2020). Pension Returns and Popular Support for Neoliberalism in Post-Pension Reform Latin America. *British Journal of Political Science*, 585-620. doi:10.1017/S0007123417000710
- Matijascic, M., & Kay, S. (2006). Social security at the crossroads: Toward effective pension reform in Latin América. *International Social Security Review*, 3-26. doi:10.1111/j.1468-246X.2006.00231.x
- Mesa, A. A., & Bertranou, F. (1997). Learning from social security reforms: Two different cases, Chile, and Argentina. *World Development*, 329-348.
- Mitchell, O. (2008). *The Future of Retirement Systems in the Américas*. United States: Pension Research Council, The Wharton School, University of Pennsylvania.
- Tuesta, D. (2017). Retirement and labour markets under the context of pension reform in Latin America. *Economic and Political Studies*, 475-500. doi:10.1080/20954816.2017.1384622
- Villardón, M. P. (04 de 1986). Una alternativa de representación simultánea: HJ-Biplot. *Questiio*, 10, 13-23.

# Revisión bibliométrica sobre el uso de los sistemas de información geográfica en el turismo

Lina Marcela Cifuentes Correa<sup>1</sup>, Wilmer Londoño Celis<sup>1</sup>, Mauricio Hincapié Montoya<sup>1</sup>, Jefferson Quiroz Fabra<sup>2</sup>, Oscar Cuellar Rojas<sup>1</sup>, Alejandro Valencia Arias<sup>2</sup>

**docenteinvestigadoramed@americana.edu.co; apoyocolcienciasmed2@americana.edu.co; emhincapie@americana.edu.co; jsquiroz@unal.edu.co; ocellar@coruniamericana.edu.co; jhoanyvalencia@itm.edu.co**

<sup>1</sup> Corporación Universitaria Americana, Carrera 42 N°52-06, 050012, Medellín, Colombia.

<sup>2</sup> Instituto Tecnológico Metropolitano, Carrera 76A No. 32<sup>a</sup>-73, 050036, Medellín, Colombia.

**Pages: 651-663**

**Resumen:** Los Sistemas de Información Geográfica son una herramienta empleada en la planificación y gestión del turismo, su estudio es importante debido a que promueven un adecuado flujo de información sobre el entorno turístico. Esta investigación tiene por objeto realizar un estudio bibliométrico que permita analizar las tendencias investigativas del uso que se ha dado a estos sistemas en el turismo. La metodología parte de un análisis bibliométrico de 177 publicaciones del tema de estudio seleccionadas por una búsqueda realizada en la base de datos Scopus con análisis de indicadores de cantidad y calidad de las publicaciones. Como resultado se observa que los países que más han trabajado el tema se concentran en la región asiática y europea, las publicaciones han tenido un crecimiento importante en los últimos años, denotando el interés por estudiar el tema; en concordancia, las revistas más citadas tienen una relación directa con el tema de interés.

**Palabras-clave:** turismo; sistemas de información geográfica; bibliometría

## ***Bibliometric review on the use of Geographic Information Systems in tourism***

**Abstract:** Geographic Information Systems are a tool used in tourism planning and management; their study is important because they promote an adequate flow of information about the tourist environment. The purpose of this research is to carry out a bibliometric study that allows analyzing the research trends of the use that has been given to these systems in tourism. The methodology is based on a bibliometric analysis of 177 publications about study selected by a search carried out in the Scopus database with analysis of quantity indicators and publications. As a result, it is observed that the countries that have worked the most on the subject are concentrated in the Asian and European region. The publications have had an important growth in recent years, denoting the interest in studying the subject; accordingly, the most cited journals have a direct relationship with the topic of interest.

**Keywords:** tourism; Geographic Information System; bibliometrics

## 1. Introducción

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) es una base de datos y una tecnología informática de mapeo usada para analizar información geográfica, en estos sistemas se incluyen referencias de localización, características físicas y relaciones entre lugares distribuidos a lo largo de la superficie de la tierra. Un SIG tiene la capacidad de manejar datos distribuidos espacialmente, relacionarlos con otros datos numéricos o descriptivos y presentarlos visualmente en un mapa (Chen, 2007; Farsari & Prastacos, 2008).

Los Sistemas de Información Geográfica son una herramienta útil que ha sido ampliamente empleada en diferentes campos como planificación ambiental, localización de infraestructura, planificación de emergencias, sistemas de navegación, estudios urbanos, demografía empresarial, entre otros (Chen, 2007); para esto reúne y actúa junto a diferentes disciplinas como la geografía, la computación, las matemáticas, la estadística, la topografía y el mapeo (W. Wei, 2012). El objetivo final de un SIG, como cualquier otro sistema de información, es convertir datos en información significativa disponible para apoyar una serie de acciones y decisiones (Benyon, 1990; Farsari & Prastacos, 2008)

Es ampliamente aceptado que el desarrollo del turismo tiene un impacto positivo en el entorno local y la economía regional, lo que conduce a un aumento de la producción, los ingresos, empleo, y por lo tanto fomenta el crecimiento y el desarrollo económicos de un país (Chingarande & Saayman, 2018; Pazhuhan & Shiri, 2020; Rodríguez et al., 2021). En este sentido, el turismo es una actividad que requiere de las prácticas de planificación y gestión que un SIG puede brindar. Con el rápido desarrollo de las tecnologías modernas (Quiroz-Fabra et al., 2021) es cada vez más importante determinar cómo organizar la información y los datos de un turismo masivo eficaz (Ma et al., 2008). Un SIG es importante en el turismo por lo que puede hacer, como conectar, identificar, seleccionar, analizar, consultar y tener una imagen real mediante una función de hipervínculo entre todas las funciones del sitio. Es un sistema informático capaz de ensamblar, almacenar, manipular y mostrar información geográficamente referenciada, por lo que a menudo no se define por lo que es sino por lo que puede hacer en esta industria (Sadoun & Al-Bayari, 2009).

Los avances en este campo y la importancia que representan los sistemas de información geográfica en la gestión del turismo (Farsari & Prastacos, 2008; Sadoun & Al-Bayari, 2009) hacen necesario el desarrollo de un estudio que permita analizar la producción científica e identificar cuáles son las tendencias investigativas. El presente artículo pretende mostrar el crecimiento que ha tenido el tema en los últimos años a través de un análisis bibliométrico que permita tener una visión actualizada de cómo los SIG se han incluido en el campo del turismo; resaltando las temáticas que se han tratado más frecuentemente en las investigaciones, cuáles son las revistas, autores y países que han desarrollado más el tema y cuáles son las relaciones establecidas entre autores.

De esta manera, se evidencia cómo hay un mayor desarrollo de la temática en la región asiática y europea, fortaleciendo el uso de los Sistemas de Información Geográfica a través de objetivos enfocados en la gestión de los sitios turísticos, la planificación de itinerarios y destinos, la búsqueda de rutas óptimas de manejo y el aporte de un sistema eficiente para los turistas que facilite el flujo de la información.

## 1.2. Sistemas de información geográfica en el turismo

En el contexto del turismo digital y las ciudades digitales, proporcionar referencias turísticas se ha convertido en el motor del desarrollo sostenible del turismo (X. Wei, 2021), principalmente para proveer a los turistas un adecuado flujo de información sobre las atracciones de un lugar y la seguridad de los datos puestos en los mapas. Por esta razón, es necesario que el sitio de interés cuente con un sistema de información geográfica que pueda proporcionar todas las referencias sobre el entorno turístico, con información completa y precisa (Beno et al., 2020).

Los SIG son una herramienta valiosa utilizada para investigar preguntas específicas del desarrollo turístico, incluida la ubicación, el estado del área, las tendencias y cambios, las rutas óptimas a través del territorio y los patrones asociados al uso de los recursos naturales (Du & Hu, 2018; Ma et al., 2008). Adicionalmente, estos sistemas se utilizan para determinar los mejores sitios en un nuevo destino turístico y rutas óptimas para los itinerarios, mientras se intenta mantener un espacio natural sostenible (Ma et al., 2008).

Determinar el modelo turístico ideal para una posible región turística implica un complejo conjunto de criterios. Aunque el desarrollo del turismo es una actividad claramente geográfica con fuertes implicaciones para las áreas de destino, pocos investigadores han aplicado SIG a la planificación y gestión de prácticas del turismo. A continuación, se muestran una serie de oportunidades para las aplicaciones de los SIG en la planificación turística (Chen, 2007; Farsari & Prastacos, 2008; W. Wei, 2012):

- *Gestión de la información turística*: los SIG tienen la capacidad de recopilar y almacenar información, de modo que pueden brindar servicios a la gestión turística desde dos campos. En primer lugar, desde el punto de vista turístico, el SIG tiene potentes funciones de almacenamiento y puede proporcionar un servicio de consulta de información sobre viajes para los turistas. En segundo lugar, desde el punto de vista del sector de servicios de gestión de viajes, puede facilitar la gestión del turismo (Farsari & Prastacos, 2008; W. Wei, 2012).
- *Gestión del flujo de visitantes*: implica el uso de SIG para identificar los principales espacios de actividad turística dentro de un destino y los flujos entre destinos. Las autoridades pueden implementar planes estratégicos para infraestructura como la construcción de sistemas de transporte público enlazando diversos espacios de actividad turística (Chen, 2007; Farsari & Prastacos, 2008).
- *Inventario de instalaciones y uso de recursos*: implica el uso de SIG en la cuestión de qué tanto puede el turismo beneficiar a todos los segmentos de la sociedad por igual. También implica desarrollar un inventario de recursos para identificar no sólo conflictos, sino también usos y actividades de la tierra complementarios, infraestructura disponible y recursos naturales (Chen, 2007).
- *Referencias para el desarrollo turístico*: las capacidades de análisis espacial de un SIG pueden utilizarse en una región en particular, esto es una importante herramienta que puede ayudar a los departamentos en áreas de desarrollo prioritarias, organizar adecuadamente el diseño de las rutas turísticas, definir claramente el paisaje zona de protección y potencial de desarrollo, determinar la extensión de las atracciones turísticas y proporcionar referencias para la planificación y la toma de decisiones turísticas (Chen, 2007).

- *Evaluación de los impactos del desarrollo turístico*: los SIG pueden ser utilizados para demostrar los impactos del turismo en varios sectores industriales en un formato espacial y de series temporales. Dentro de esta categoría, se pueden analizar diferentes escenarios empleando la herramienta “qué pasaría si” de un SIG. Esta herramienta permite el desarrollo de simulaciones para predecir cuál es el efecto de un cambio en una determinada variable (Chen, 2007; Farsari & Prastacos, 2008).

En definitiva, un buen uso de los SIG es una ventaja competitiva para los profesionales del turismo (Martínez-Hernández et al., 2021), debido a que estos sistemas evalúan relaciones espaciales complejas que pueden no ser evidentes. La relación entre factores geográficos, estrategias de marketing, visitantes, comportamientos asociados con una visita a la región, percepciones de los visitantes de varias atracciones y características del viaje o viajero, son componentes críticos para los turistas y los planificadores de negocios relacionados con el turismo (Chen, 2007; Mărgărit-Mircea & Alexandru-Sabin, 2021).

## 2. Metodología

Para la presente investigación se realizó un estudio de tipo exploratorio, a través de un análisis bibliométrico, el cual se “centra esencialmente en el cálculo y en el análisis de los valores de lo que es cuantificable en la producción y en el consumo de la información científica” (Ardanuy & Rey Vázquez, 2012; Sancho, 1990) el cual fue implementado en este artículo con la finalidad de identificar las tendencias en Sistemas de Información Geográfica aplicadas hacia el sector del turismo.

En este sentido, la revisión de literatura se da mediante el análisis de datos arrojados por la fuente de información primaria Scopus, siendo una de las bases de datos líderes en el mundo, y en la cual, más de 2.500 revistas han publicado en los últimos 15 años (Arias-Ciro, 2020; De Granda-Orive et al., 2013; Zhu & Liu, 2020). Teniendo esto en cuenta, se encontraron 177 documentos relacionados con el objeto de estudio, derivados de la ecuación de búsqueda previamente elaborada por los investigadores:

*(TITLE (Gis OR {Geographic Information System}) AND TITLE (Tourism))*

Posteriormente, de acuerdo con los resultados obtenidos por la exploración, se procedió a ejecutar el respectivo análisis, utilizando como herramienta para la bibliometría los softwares especializados, Python y VOSviewer. De esta manera, se identificaron las principales relaciones en tendencias según las publicaciones realizadas frente a la temática en cuestión, teniendo en cuenta aspectos tales como nuevas publicaciones por año, vida media de la literatura científica, publicaciones por país, red de los autores más citados y palabras claves.

## 3. Resultados

De acuerdo con los datos arrojados por la ecuación de búsqueda ingresada en la base de datos Scopus, se obtuvieron 177 publicaciones que fueron posteriormente ingresadas y analizadas en los softwares de Python y VOSviewer, para lo cual se obtuvieron los resultados organizados en las gráficas que se presentan a continuación.

De acuerdo con la figura 1, en la que se relaciona el gráfico de nuevas publicaciones científicas generadas por año, se obtuvieron resultados que se ubican en el período de tiempo entre 1986 y 2021 (34 años). No obstante, se puede percibir como en el lapso ocurrido entre 1987 y 1996, existió una carencia total de publicaciones respecto al objeto de búsqueda. Y a partir del 2000, surgió un interés por abordar nuevamente la temática, teniendo un aumento significativo del 400% en el año 2007 (8 publicaciones con relación al año anterior) y que ha seguido creciendo hasta lograr un incremento anual del 10.0% en los últimos 5 años, siendo el 2020 el año con más publicaciones hasta el momento (17 publicaciones).

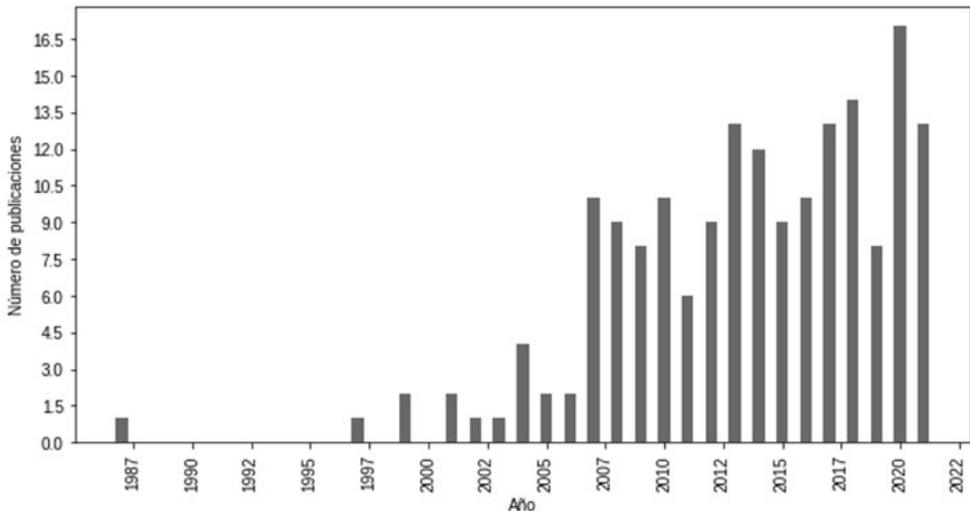


Figura 1 – Gráfica de Nuevas Publicaciones por Año

Asimismo, otro de los factores relevantes a revisar es el referente a la vida media de la literatura científica, como se expresa en la gráfica de la figura 2. Este parámetro mide desde la bibliometría la obsolescencia de los aportes en el área de estudio, y su envejecimiento puede darse por varias circunstancias, dentro de las cuales se incluye especialmente el crecimiento y progreso de la ciencia, es importante realizar esta medición ya que aporta en la generación de conocimiento futuro (Ruiz-Baños, R., Bailón-Moreno, 1998). Para llevar a cabo este cálculo pueden utilizarse diversos métodos estadísticos, en este caso se ha utilizado el cálculo del semiperíodo, siguiendo la ecuación inicialmente propuesta por Burton y Kebler (Burton & Kebler, 1960).

Teniendo esto en cuenta, para la presente investigación, se puede observar que la vida promedio de la literatura científica de los últimos 5 años es de 6.5 años, la cual se ha venido estabilizando a partir de mediados del quinquenio comprendido entre 2005 y 2010, ya que anterior a esta fecha, las publicaciones al respecto eran pocas, como se reflejó en la figura 1. Actualmente, la vida promedio de la literatura científica en general es de 4.8 años, esto quiere decir que una publicación luego de haber transcurrido

este periodo de tiempo envejece y pierde la novedad debido a que se generan nuevas temáticas y tendencias de estudio.

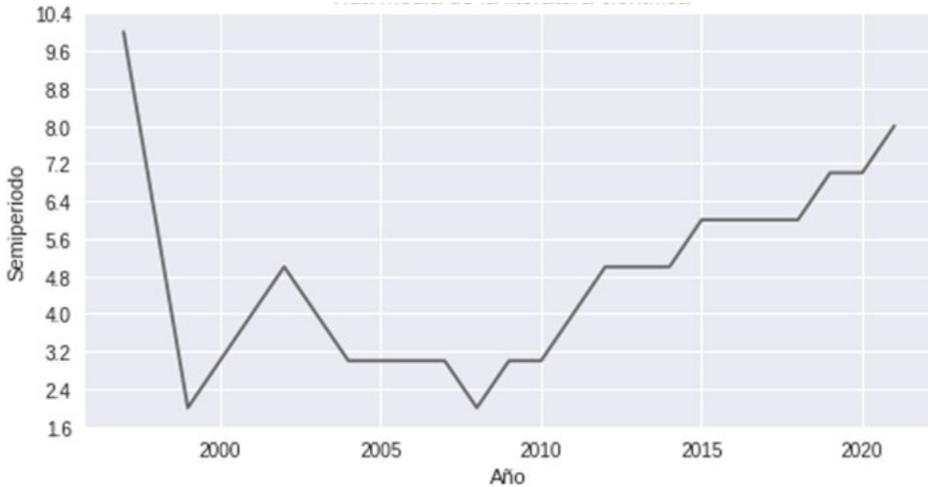


Figura 2 – Gráfica de Vida Media de la Literatura Científica

En lo referente a la figura 3, se puede evidenciar las publicaciones distribuidas de acuerdo con el país en el que se está escribiendo acerca de la temática de estudio, siendo China el territorio que más ha indagado con un total de 44 publicaciones hasta la fecha; seguido de Estados Unidos, Malasia e Indonesia que tienen 12, 11 y 8 publicaciones respectivamente. Para finalizar, se encuentran España, Turquía, Australia, Taiwán, Irán y Reino Unido completando la tabla de los 10 primeros países con más publicaciones, las cuales oscilan para estos últimos entre 4 y 7. Cabe resaltar que, para los países latinoamericanos, los Sistemas de Información Geográfica aplicados al turismo, siguen siendo un área poco explorada, ya que son escasas las publicaciones que se encuentran al respecto.



Figura 3 – Gráfica de Publicación por País

En la figura 4, se enlistan las 10 revistas más citadas. Siendo Information Sciences quien encabeza la lista con 160 citaciones, la cual de acuerdo con (Elsevier, n.d.-a) posee un factor de Impacto de 6.795, y se ubica en el puesto 18 de 162 en el área de Ciencias de la Computación y Sistemas de Información, tratando temáticas que incluyen fundamentos de las ciencias de la información y su implementación.

Consecutivamente se encuentra, la revista Tourism Management con 138 citaciones siendo una revista internacional líder en los intereses de gestión de viajes y turismo; y que según (Elsevier, n.d.-b) se ubica en la posición 4 de 125 en Estudios Ambientales.

Le sigue Journal of Sustainable Tourism con 136 citaciones, revista la cual es líder en la promoción de publicaciones que perciban la aproximación entre el sector del turismo y las prácticas en desarrollo sostenible; y la revista Tourism Geographies que tiene 102 citaciones, y a su vez, comprende las temáticas relacionadas con el turismo visto desde un enfoque geográfico.

Teniendo en cuenta lo anterior, el objeto de estudio es multidisciplinar debido a que es una temática de interés que puede ser abarcada tanto desde el área de la computación y las ciencias de la información como desde los estudios ambientales, incluyendo enfoques geográficos y de desarrollo sostenible aplicados hacia el sector turístico.

Finalmente, cabe destacar que el índice de producción del objeto de estudio evidencia que 7. 7 revistas (el 5.8%) da cuenta del 50% de las citaciones en el campo y como índice de transitoriedad, 36. 36 (el 29.8%) son las revistas que tienen cero citaciones.

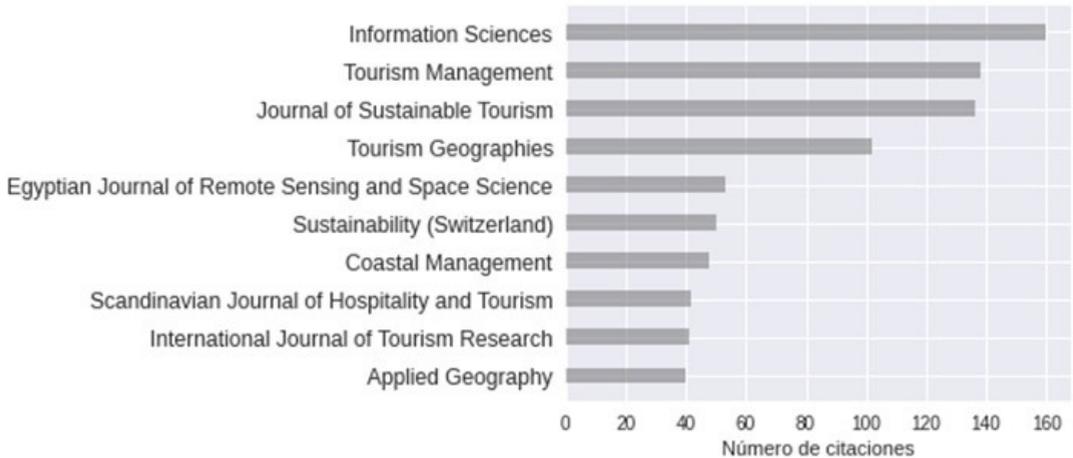


Figura 4 – Gráfica de las Revistas con más Citaciones

Con respecto a los autores, la lista de quienes poseen mayor cantidad de citaciones se puede ver reflejada en la figura 5, la cual se encuentra liderada por Barranco M.J., Martínez L., Noguera J.M. y Segura R.J. con un total de 160 citaciones, lo cual tiene coherencia con la figura 6 que los relaciona como una de las redes de autores más citados.

Estos autores presentan un artículo con una investigación en un novedoso sistema móvil que permite a los turistas beneficiarse de características innovadoras como una interfaz basada en mapas 3D y recomendaciones sensibles a la ubicación en tiempo real (Noguera et al., 2012).

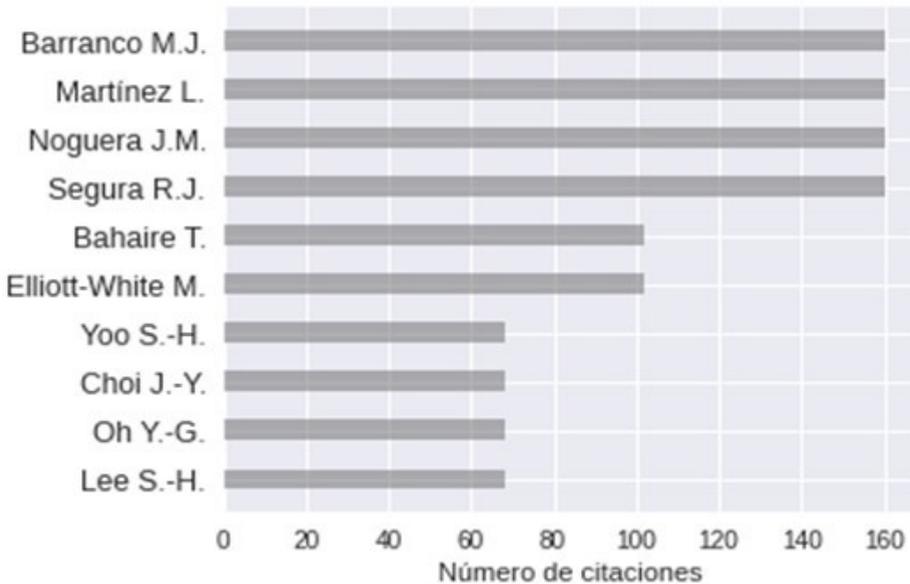


Figura 5 – Gráfica de los Autores con más Citaciones

Posteriormente, Bahaire T. y Elliot-White M. conforman otra de las redes y poseen 102 citas. En su artículo estos autores hacen una revisión de las aplicaciones que tienen los Sistemas de Información Geográfica en la planeación del turismo sostenible, examinando la idoneidad de las ubicaciones para los desarrollos propuestos e identificando intereses en conflicto (Bahaire & Elliott-White, 1999).

Por último, aparecen en el listado los autores asiáticos Yoo S.-H., Choi J.-Y., Oh Y.-G. y Lee S.-H con 68 citas, estos autores realizan un estudio cuyo objetivo es identificar y clasificar algunas aldeas coreanas de acuerdo con sus centralidades espaciales, considerando recursos de esparcimiento rural, para la gestión turística integrada (Lee et al., 2013). Esta información contrarresta con la gráfica de más publicaciones por país, lo que quiere decir que a pesar de que China es el país que más publica, no es el más tenido en cuenta en el momento de ser tomado como referencia.



Figura 6 – Gráfica de Red los Autores más Citados

Las palabras claves, por su parte, como se muestra en la figura 7, evidencia la creación de 4 clústeres arrojados por el software VOSViewer, donde Sistemas de Información Geográfica es la palabra que más se destaca teniendo en cuenta que es el objeto de estudio, y a su vez, esta conecta con la gestión turística, lo cual es lógico ya que es la temática principal de la segunda revista más citada, Tourism Management, lo cual también justifica la relación con el concepto de Industria de Turismo, cabe destacar además dentro del clúster segmentado en rojo, la mención de tópicos que se relacionan con las tendencias actuales que apuntan al desarrollo de la industria 4.0, tales como Inteligencia Artificial y Sistemas de Bases de Datos; Asimismo, aparece relacionado el concepto de teledetección, el cual es una disciplina científica que integra un amplio conjunto de conocimientos y tecnologías utilizadas para la observación, el análisis y la interpretación de fenómenos terrestres y atmosféricos (López, 2020; Sacristán Romero, 2005).



## 4. Conclusiones

Los resultados muestran que el uso de Sistemas de Información Geográfica en el turismo es una práctica cada vez más frecuente que se ha venido implementando en diferentes lugares, particularmente en países asiáticos y europeos, con representaciones importantes en Norteamérica y Oceanía, sin embargo, es notable la poca participación que han tenido los países latinoamericanos en la temática; en los trabajos estudiados se observa que estos sistemas se usan para la gestión y planificación del turismo, como medio para proveer a los turistas un adecuado flujo de información sobre las características de un lugar y como recurso para optimizar rutas, visitas y enfoques temáticos de los sitios.

Las redes entre autores permiten evidenciar tres grupos importantes, los cuales son mayormente tomados como referencia por otros investigadores que hablan acerca de la temática, se destaca el hecho de que a pesar de que China es el país con más publicaciones no es el más citado. Por otra parte, dentro de los temas más destacados se desarrollan sistemas móviles que permiten a los turistas beneficiarse de características innovadoras a partir del uso de SIG, revisiones de cómo se usan estos sistemas para la planeación del turismo sostenible, identificando intereses en conflicto y mostrando las aplicaciones más utilizadas en este aspecto. No se identifican escuelas consolidadas pues los grupos de autores involucrados en las investigaciones participan únicamente en un artículo en conjunto, de manera que no hay centros de conexión entre los grupos establecidos.

En relación con las palabras claves se forman 4 clústeres donde se refleja claramente la correlación de los Sistemas de Información Geográfica con el sector turístico, tomando en cuenta actividades que van desde la planificación hasta la gestión. Asimismo, se demuestra una tendencia hacia tecnologías de la industria 4.0, tales como la inteligencia artificial y el uso de sistemas de bases de datos, además de la aparición de los conceptos de teledetección y distribución espacial aplicados al objeto de estudio. A su vez, otra de las tendencias que surgen en concordancia a la temática es el interés hacia la implementación de prácticas sostenibles en el turismo.

Finalmente, lo anterior se justifica en el hecho de que existen revistas de diferentes áreas del conocimiento que han hecho publicaciones al respecto, lo que demuestra que es una temática multidisciplinar y puede ser abarcada tanto desde los ámbitos de las ciencias de la información, como aquellos que se mueven más hacia el campo del turismo, y que puede ser visto tanto desde una mirada geográfica como ecológica. Esto da como resultado, un objeto de estudio que se encuentra enmarcado en temas de actualidad en los que interviene tanto el desarrollo tecnológico como el interés por las prácticas de desarrollo sostenible.

## Referencias

- Ardanuy, J., & Rey Vázquez, L. (2012). Breve introducción a la bibliometría. *Universitat de Barcelona*, 63. <https://doi.org/10.1038/nmat3485>
- Arias-Ciro, J. (2020). Bibliometric Study of the Efficiency of Public Expenditure on Education. *Revista CEA*, 6(11), 127–144.
- Bahaire, T., & Elliott-White, M. (1999). The application of geographical information systems (GIS) in sustainable tourism planning: A review. *Journal of Sustainable Tourism*, 7(2), 159–174. <https://doi.org/10.1080/09669589908667333>

- Benyon, D. (1990). *Information and Data Modelling*. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Burton, R. E., & Kebler, R. W. (1960). The 'half-life' of some scientific and technical literatures. *American Documentation*, 11, 18–22.
- Chen, R. J. C. (2007). Geographic information systems (GIS) applications in retail tourism and teaching curriculum. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 14(4), 289–295. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2006.07.004>
- Chingarande, A., & Saayman, A. (2018). Critical success factors for tourism-led growth. *International Journal of Tourism Research*, 20(6), 800–818. <https://doi.org/10.1002/jtr.2233>
- De Granda-Orive, J. I., Alonso-Arroyo, A., García-Río, F., Solano-Reina, S., Jiménez-Ruiz, C. A., & Aleixandre-Benavent, R. (2013). Ciertas ventajas de scopus sobre web of science en un análisis bibliométrico sobre tabaquismo. *Revista Espanola de Documentacion Cientifica*, 36(2). <https://doi.org/10.3989/redc.2013.2.941>
- Du, P., & Hu, H. (2018). Optimization of tourism route planning algorithm for forest wetland based on GIS. *Journal of Discrete Mathematical Sciences and Cryptography*, 21(2), 283–288. <https://doi.org/10.1080/09720529.2018.1449300>
- Elsevier. (n.d.-a). *Information Sciences*.
- Elsevier. (n.d.-b). *Tourism Management*.
- Farsari, Y., & Prastacos, P. (2008). GIS Applications in the Planning and Management of Tourism. *A Companion to Tourism*, 596–608. <https://doi.org/10.1002/9780470752272.ch47>
- Lee, S. H., Choi, J. Y., Yoo, S. H., & Oh, Y. G. (2013). Evaluating spatial centrality for integrated tourism management in rural areas using GIS and network analysis. *Tourism Management*, 34, 14–24. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2012.03.005>
- López, C. (2020). Fundamentos Básicos para la Teledetección Ambiental. *Universidad Católica Del Norte, July*, 49. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20684.44161>
- Ma, Z., Qi, Q., & Xu, L. (2008). Design and realization of tourism spatial decision support system based on GIS. *Geoinformatics 2008 and Joint Conference on GIS and Built Environment: The Built Environment and Its Dynamics*, 7144, 71442D. <https://doi.org/10.1117/12.812834>
- Mărgărit-Mircea, N., & Alexandru-Sabin, N. (2021). APPLICATION OF GIS TECHNOLOGY FOR TOURISM FLOW MODELLING IN THE UNITED KINGDOM. *Geographia Technica*, 16(2), 1–12. <https://doi.org/10.21163/GT>
- Martínez-Hernández, C., Yubero, C., Ferreiro-Calzada, E., & Miguel, S. M. De. (2021). Didactic use of GIS and Street View for Tourism Degree students: Understanding commercial gentrification in large urban destinations. *Investigaciones Geograficas*, 2021(75), 61–85. <https://doi.org/10.14198/INGEO2020.MYFM>

- Noguera, J. M., Barranco, M. J., Segura, R. J., & Martínez, L. (2012). A mobile 3D-GIS hybrid recommender system for tourism. *Information Sciences*, 215, 37–52. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2012.05.010>
- Pazhuan, M., & Shiri, N. (2020). Regional tourism axes identification using GIS and TOPSIS model (Case study: Hormozgan Province, Iran). *Journal of Tourism Analysis*, 27(2), 119–141. <https://doi.org/10.1108/JTA-06-2019-0024>
- Quiroz-Fabra, J., Rodriguez, P., Cifuentes, L., Hincapie, M., Valencia-Arias, A., & Cuellar, O. (2021). Tendencias investigativas en tecnologías inmersivas: una aproximación bibliométrica. In *Editorial Americana*.
- Rivero Sánchez, M. (2008). Análisis espacial de datos y Turismo : Nuevas técnicas para el análisis turístico. *Revista de Estudios Empresariales*, 2, 48–66.
- Rodriguez, P., Hincapie, M., Cifuentes, L., Quiroz-Fabra, J., Valencia-Arias, A., & Cuellar, O. (2021). El geoturismo en Geoparques y Parques Nacionales: un análisis bibliométrico. In *Editorial Americana*.
- Ruiz-Baños, R., Bailón-Moreno, R. (1998). Métodos para medir experimentalmente el envejecimiento de la literatura científica. *Boletín de La Asociación Andaluza de Bibliotecarios*, 12(46), 57–75.
- Sacristán Romero, F. (2005). La Teledetección satelital y los sistemas de protección ambiental. *Civilizar*, 5(9), 1. <https://doi.org/10.22518/16578953.701>
- Sadoun, B., & Al-Bayari, O. (2009). A GIS system for tourism management. *2009 IEEE/ACS International Conference on Computer Systems and Applications, AICCSA 2009, July*, 226–232. <https://doi.org/10.1109/AICCSA.2009.5069329>
- Sancho, R. (1990). Indicadores bibliométricos utilizados en la evaluación de la ciencia y la tecnología. Revisión bibliográfica. *Revista Española de Documentación Científica*, 13(3–4), 842–865.
- SCImago. (2014). *Journal of Sustainable Tourism*.
- Wei, W. (2012). Research on the Application of Geographic Information System in Tourism Management. *Procedia Environmental Sciences*, 12(Icese 2011), 1104–1109. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2012.01.394>
- Wei, X. (2021). Tourism Management System Based on GIS. *Journal of Physics: Conference Series*, 1881(3). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1881/3/032005>
- Zhu, J., & Liu, W. (2020). A tale of two databases: the use of Web of Science and Scopus in academic papers. *Scientometrics*, 123(1), 321–335. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03387-8>

# Aplicación de Word embedding para la representación y exploración de información médica no estructurada

Luis Jaramillo-Uday<sup>1</sup>, Ruth Reátegui<sup>1</sup>

[lajaramillo5@utpl.edu.ec](mailto:lajaramillo5@utpl.edu.ec); [rmreategui@utpl.edu.ec](mailto:rmreategui@utpl.edu.ec)

<sup>1</sup> Universidad Técnica Particular de Loja, 1101608, Loja, Ecuador.

**Pages:** 664-673

**Resumen:** Los documentos médicos digitales guardan información que pueden describir la salud de un paciente. Word embedding permite representar la información textual usando vectores densos de baja dimensionalidad. Este tipo de modelos capturan la información semántica y sintáctica de un corpus de información y por tanto se pueden utilizar para identificar relaciones lingüísticas entre palabras. Considerando lo antes mencionado, el objetivo de este trabajo es aplicar word embedding para representar documentación médica en formato digital e identificar similitudes entre ciertos términos médicos. Los resultados mostraron que las palabras más similares a obesidad son: asma, hipertensión, diabetes, insuficiencia cardíaca congestiva, enfermedad cardiovascular aterosclerótica, depresión y apnea del sueño, consideradas comorbilidades de la obesidad. También se encontró que hay cierta diferencia al encontrar similitudes entre dos palabras como por ejemplo obesidad y hombre y entre obesidad y mujer.

**Palabras-clave:** word embedding, word2vec, HER.

## *Word embedding application for rendering and exploration of unstructured medical information*

**Abstract:** Digital medical records store information that can describe a patient's health. Word embedding allows textual information to be represented using low-dimensional dense vectors. These types of models capture the semantic and syntactic information of a corpus of information and therefore can be used to identify linguistic relationships between words. Considering the aforementioned, the objective of this work is to apply word embedding to represent medical documentation in digital format and identify similarities between certain medical terms. The results showed that the words most similar to obesity are: asthma, hypertension, diabetes, congestive heart failure, atherosclerotic cardiovascular disease, depression and sleep apnea, considered comorbidities of obesity. It was also found that there is a certain difference when finding similarities between two words, such as obesity and man, and between obesity and woman.

**Keywords:** word embedding, word2vec, HER.

## 1. Introducción

La información médica descrita en documentos médicos digitales permite describir un perfil más exacto de la salud de los pacientes. Los documentos médicos, como los resúmenes de descarga, contienen una gran cantidad de información relacionada a enfermedades, medicamentos y tratamientos suministrados a los pacientes durante su estadía en una institución de salud.

Los documentos médicos tienen formato no estructurado o narrativo, se los suele conocer como registros de salud electrónicos (EHR). Los EHR son de gran interés ya que permiten compartir información de los paciente, mejorar procesos y optimizar los resultados de los pacientes (Abdulai & Adam, 2020; Bujnowska-Fedak & Wysoczański, 2020).

Por otro lado, las instituciones de salud cada vez abren sus puertas a la implementación y análisis de información con técnicas de inteligencia artificial, machine learning, deep learning y procesamiento de lenguaje natural, para examinar los diferentes tipos de datos e información que en ellas se genera.

Cuando hablamos de documentos médicos con formato narrativo, es necesario encontrar una arquitectura que permita representar la información no estructurada. Word embedding permite representar texto en vectores de baja dimensionalidad, donde palabras con significado similar, sea a nivel semántico o sintáctico, tendrán una representación similar (Mikolov, Yih, & Zweig, 2013). Este tipo de representación además permite mapear el lenguaje humano a un espacio geométrico (Chollet, 2017).

Entre las investigaciones que han utilizado word embedding tenemos a (Dudchenko & Kopanitsa, 2019), quienes trabajaron en la extracción de entidades basados en textos médicos escritos en ruso. Trabajaron con clasificadores de perceptrón multicapa (MLP) y de red neurona convolucional (CNN), siendo esta última, la que obtuvo mejores resultados. Para la implementación del modelo, usaron la biblioteca Python Word2vec y Keras, una API de red neuronal de alto nivel escrita en Python. En otro trabajo (Geng, Qin, Yang, Cong, Wang, Kong, Tang & Jiang, 2020), los autores aplicaron algunos algoritmos de razonamiento basado en modelos (MBR) en conjunto con modelos word embedding para el diagnóstico automático clínico en medicina integrativa. Los algoritmos MBR de la red neuronal convolucional (CNN) con word2vec mostraron un alto rendimiento en el diagnóstico de patrón de síndrome de enfermedades pulmonares.

También en (Nath, Lee, McDonnell & Lee, 2021) utilizaron word embedding junto con algunas ontologías médicas para obtener vectores aumentados de información almacenada en EHR. Esta combinación dio mejores resultados para tareas como el reconocimiento de entidades nombradas (NER en inglés) y anotaciones. Además, en otro estudio (Wang, Liu, Afzal, Rastegar-Mojarad, Wang, Shen, Kingsbury & Liu, 2018) evaluaron empíricamente word embedding en base a cuatro corpus médicos diferentes: notas clínicas, publicaciones biomédicas, Wikipedia y noticias. La evaluación se realizó de forma cualitativa y cuantitativa. La evaluación cualitativa consistió en seleccionar términos médicos e identificar las cinco palabras más similares, así como la representación gráfica de 377 términos médicos. Para la evaluación cuantitativa, evaluaron la similitud semántica entre términos médicos, además de trabajar con algunas aplicaciones biomédicas como la extracción de información clínica (IE), la

recuperación de información biomédica (IR) y la extracción de relaciones (RE). En otro trabajo (Lin, Lou, Tsai, Lee, Hsu, Wu, Wang & Fang, 2019) los autores proponen un modelo word2vec de proyección y un método de muestreo híbrido. Se comparó el modelo word2vec de proyección y el modelo word2vec tradicional utilizando dos fuentes de corpus: Wikipedia en inglés y resúmenes de revistas en PubMed. Usaron siete conjuntos de datos publicados para medir la comprensión semántica médica de los modelos de word2vec para luego identificar los códigos de diagnóstico ICD-10-CM de un conjunto de notas de alta.

Considerando lo antes expuesto, el presente trabajo tiene como objetivo aplicar word embedding para representar documentación digital médica que permita identificar similitudes entre ciertos términos de nuestro interés como por ejemplo enfermedades. Esto es de especial interés porque este tipo de representación vectorial captura información semántica y sintáctica de los contenidos de un corpus y con estos modelos se podría analizar documentos para describir relaciones entre las diferentes entidades médicas.

## **2. Metodología**

### **2.1. Dataset**

El dataset esta formado por documentos médicos escritos en inglés y provenientes del evento i2b2, Informatics for Integrating Biology to the Bedside, del año 2008. En (Uzuner, South, Shen, DuVall, 2011) se puede encontrar mayor descripción del dataset.

Los documentos disponibles son 1237 de los cuales se seleccionaron 425 que corresponden a pacientes que sufren de obesidad y al menos una comorbilidad relacionada a la dicha enfermedad. Los documentos son resúmenes de descarga que contienen una amplia información de los pacientes en relación a los síntomas, enfermedades, medicamentos y tratamientos que se les ha proporcionado durante su hospitalización.

### **2.2. Pre-procesamiento**

Con el objetivo de tener un dataset limpio y con palabras que aporten significado al modelo, se procedió a realizar un pre-procesamiento en el dataset.

Se inicio con la tokenización de todos los documentos, seguidamente se eliminó caracteres especiales y números, también se transformó todas la palabras en minúsculas y se eliminaron stopwords propios del lenguaje inglés. Además se trabajó con bigramas para tener un mejor resultado en el vocabulario.

### **2.3. Modelo para word embedding**

En el presente trabajo se utilizó word2vec que es un tipo de red neuronal poco profunda con una capa oculta. Word2vec crea palabras embebidas para datos tipo texto y así mejorar la calidad de los algoritmos de procesamiento del lenguaje natural al extraer relaciones semánticas significativas en representaciones vectoriales densas. Con las representaciones de palabras calculadas mediante redes neuronales los vectores codifican explícitamente muchas regularidades y patrones lingüísticos que se pueden representar como traslaciones lineales (Mikolov, Sutskever, Chen, Corrado & Dean, 2013).

El enfoque de word2vec se basa en la suposición de que las palabras que aparecen frecuentemente en contextos similares tienen roles sintácticos y semánticos similares (Ghosh, Chakraborty, Cohn, Brownstein & Ramakrishnan, 2016; Khattak, Jeblee, Pou-Prom, Abdalla, Meaney, Rudzicz, 2019). Este modelo se encuentra disponible de dos formas: Continuous Bag-of-Words (CBOW2) y el modelo Skip-Gram, Skip-Gram suele funcionar mejor que CBOW.

Al crear un modelo con word2vec se desea utilizar una red neuronal para aprender asociaciones y sinónimos de las palabras del dataset de documentos médicos. Al implementar este modelo se necesita considerar algunos parámetros que se describen a continuación:

- `Num_features`: Es la dimensionalidad de los vectores de palabras, en este caso se tomaron 200.
- `Min_word_count`: Es el umbral mínimo de recuento de palabras, se configuró a 5.
- `Context_size`: Es la longitud de la ventana de contexto, también configurada a 5.

## 2.4. Herramientas

Este trabajo se desarrolló utilizando el lenguaje de programación Python que es de código abierto y ampliamente utilizado para desarrollar diferentes tipos de aplicaciones. Como entorno de desarrollo se trabajó con Jupyter Notebook. Algunas de las bibliotecas y paquetes utilizados se detallan a continuación

- `gensim`: Es una biblioteca utilizada para el procesamiento de lenguaje natural y es de código abierto.
- `models.word2vec`: Implementa la familia de algoritmos word2vec.
- `nltk`: Es un conjunto de bibliotecas y programas para el procesamiento del lenguaje natural simbólico y estadísticos.
- `stopwords`: Para poder eliminar las palabras que no agregan significado a una oración.
- `word_tokenize`: Devuelve las sílabas de una sola palabra. Una sola palabra puede contener una o dos sílabas.
- `remove_stopwords`: Elimina las palabras que no agregan mucho significado a una oración.
- `pandas`: Es una biblioteca de software escrita como extensión de Numpy para manipulación y análisis de datos.

## 3. Resultados

El objetivo del presente trabajo es explorar algunos de los términos médicos y las relaciones de similitud que pueda tener con otros términos del dataset. Una vez que se tiene el dataset vectorizado, word2vec permite trabajar con algunas operaciones para encontrar esta similitud, algunos ejemplos son descritos a continuación.

La figura 1 muestra las 20 palabras más similares a la palabra obesidad, considerando que el dataset está escrito en inglés se representa por "obesity". Se utilizó el método de `wv.most_similar` que permite buscar las palabras más similares a la especificada, la variable `topn` permite decidir la cantidad de palabras más similares a presentar.

Se puede observar que hay algunas enfermedades con alto grado de similitud como por ejemplo, asma(asthma), hipertension arterial (htn), diabetes, insuficiencia cardíaca congestiva (chf), enfermedad cardiovascular aterosclerótica (cad), depresión (depression), apnea del sueño (sleep\_apnea), que son comorbilidades propias de la obesidad (De Lorenzo, Gratteri, Gualtieri, Cammarano, Bertucci & Di Renzo, 2019). Se define comorbilidad a la presencia de más de una condición médica en un individuo que ya presenta una enfermedad o trastorno primario (Valderas, Starfield, Sibbald, Salisbury & Roland, 2009).

```
In [22]: word2vec.wv.most_similar("obesity", topn=20)
```

```
Out[22]: [('asthma', 0.9993188381195068),
('diabetes', 0.9993177056312561),
('presents', 0.9991888403892517),
('insulin_dependent', 0.99918740898777771),
('diabetes_mellitus', 0.9991718530654907),
('chf', 0.9991335272789001),
('morbid_obesity', 0.9991161823272705),
('cad', 0.9991156458854675),
('chronic', 0.9990999102592468),
('cardiac', 0.9990795254707336),
('presented', 0.9990473985671997),
('cabg', 0.9990167021751404),
('significant', 0.9990083575248718),
('likely', 0.9989911317825317),
('felt', 0.9989773631095806),
('htn', 0.9989630579948425),
('myocardial_infarction', 0.9989337921142578),
('depression', 0.9989144206047058),
('severe', 0.9989096522331238),
('sleep_apnea', 0.9989010691642761)]
```

Figura 1 – Palabras más similares a obesidad

Las figuras 2 y 3 muestra una lista de las 20 palabras más similares entre dos palabras. A diferencia del ejemplo anterior, aquí se añadió la variable positive a la cual se le asigna las dos palabras a buscar. La figura 2 muestra las palabras similares entre obesidad (obesity) y mujer (woman); la figura 3 muestra las palabras similares entre obesidad (obesity) y hombre (man). Como se puede observar en ambas figuras existe enfermedades en común, por ejemplo: enfermedad cardiovascular aterosclerótica (cad), hipertensión (htn), apnea del sueño (sleep\_apnea), anemia, depresión (depression). Por otro lado, en la figura 2 se observa que asma (asthma) y obesidad mórbida (morbid\_obesity) están presente entre las 20 palabras más similares entre obesidad y mujer, pero no esta presente en la figura 3. Considerando la figura 3 se observa que fallo cardiaco (heart\_failure) esta presente entre los 20 términos más similares entre obesidad y hombre, pero no se presenta en la figura 2.

```
In [43]: word2vec.wv.most_similar(positive=['obesity', 'woman'], topn=20)
```

```
Out[43]: [('cad', 0.9994422197341919),
('asthma', 0.9994396567344666),
('presented', 0.9994086027145386),
('chronic', 0.9993926286697388),
('likely', 0.9993911981582642),
('secondary', 0.9993605017652048),
('htn', 0.999356567596497),
('sleep_apnea', 0.9993317723274231),
('possible', 0.9993110299110413),
('severe', 0.9993069171905518),
('presents', 0.9992820024490356),
('anemia', 0.9992572069168091),
('cpd', 0.99924656568946838),
('cabg', 0.9992431402206421),
('morbid_obesity', 0.999237596988678),
('significant', 0.9992263317108154),
('cardiac', 0.9992249011993408),
('multiple', 0.9992237091064453),
('depression', 0.9992156624794006),
('acute', 0.9992068409919739)]
```

Figura 2 – Palabras más similares entre obesidad y mujer

```
In [44]: word2vec.wv.most_similar(positive=['obesity', 'man'], topn=20)
Out[44]: [('cad', 0.9993558526039124),
('severe', 0.9992576837539673),
('depression', 0.9992522597312927),
('secondary', 0.9992304444313049),
('copd', 0.9991952776908875),
('anemia', 0.999191164970398),
('possible', 0.9991832375526428),
('heart_failure', 0.9991709589958191),
('sob', 0.9991656541824341),
('apnea', 0.999148964881897),
('presents', 0.9991451501846313),
('sleep_apnea', 0.9991441369056702),
('multiple', 0.999143660068512),
('previous', 0.9991372227668762),
('htn', 0.9991321563720703),
('presented', 0.9991190433502197),
('placement', 0.9991124272346497),
('setting', 0.9991040229797363),
('cabg', 0.9990981817245483),
('likely', 0.9990971088409424)]
```

Figura 3 – Palabras más similares entre obesidad y hombre

Otra enfermedad que se ha considerado para analizar es depresión (depression), la figura 4 muestra las 20 palabras más similares a dicha enfermedad. La figura 5 muestra las palabras similares entre depresión (depression) y mujer (woman) y la figura 6 muestra las palabras similares entre depresión (depression) y hombre (man).

Analizando las figuras 4 y 5 podemos observar que hay ciertas diferencias al presentar las 20 palabras más similares. En la figura 5 están presentes palabras como: enfermedad cardiovascular aterosclerótica (cad), hipertensión (htn), anemia, neumonía (pneumonia), apnea del sueño (sleep\_apnea). En la figura 6 se observan fallo cardiaco (heart\_failure) que no estaba presente en la figura anterior.

```
In [38]: word2vec.wv.most_similar("depression", topn=20)
Out[38]: [('severe', 0.9994010329246521),
('setting', 0.9993500113487244),
('multiple', 0.9993475079536438),
('previous', 0.9992678761482239),
('pneumonia', 0.9992504715919495),
('since', 0.9992402791976929),
('syndrome', 0.9992398023605347),
('mi', 0.999237596988678),
('heart_failure', 0.999233067035675),
('fever', 0.9992197155952454),
('recent', 0.9992132782936096),
('past', 0.9992126226425171),
('apnea', 0.9992095232009888),
('ejection_fraction', 0.9992014765739441),
('anemia', 0.9991992712020874),
('presents', 0.9991989731788635),
('low', 0.9991976022720337),
('secondary', 0.9991912245750427),
('sob', 0.9991901516914368),
('copd', 0.9991891384124756)]
```

Figura 4 – Palabras más similares a depresión

```
In [47]: word2vec.wv.most_similar(positive=['depression', 'woman'], topn=20)
```

```
Out[47]: [('severe', 0.9995486736297607),
('multiple', 0.9994772672653198),
('secondary', 0.9994434714317322),
('setting', 0.9994324445724487),
('possible', 0.9994297623634338),
('presents', 0.9994196891784668),
('likely', 0.9994084239006042),
('cad', 0.9993945956230164),
('htn', 0.9993897676467896),
('presented', 0.9993698000907898),
('copd', 0.9993688464164734),
('anemia', 0.9993683099746704),
('since', 0.9993636608123779),
('low', 0.999363362789154),
('pneumonia', 0.999352753162384),
('fever', 0.9993515610694885),
('syndrome', 0.9993464350700378),
('recent', 0.9993425011634827),
('consistent', 0.9993366599082947),
('sleep_apnea', 0.999336302280426)]
```

Figura 5 – Palabras más similares a depresión y mujer

```
In [48]: word2vec.wv.most_similar(positive=['depression', 'man'], topn=20)
```

```
Out[48]: [('severe', 0.9993026256561279),
('previous', 0.9992250800132751),
('low', 0.9992167949676514),
('fever', 0.9992164969444275),
('setting', 0.9992086291313171),
('multiple', 0.9992005228996277),
('sob', 0.9991866946220398),
('unable', 0.9991833567619324),
('syndrome', 0.9991738200187683),
('cough', 0.9991588592529297),
('bilateral', 0.9991575479507446),
('fluid', 0.9991526007652283),
('changes', 0.9991517066955566),
('rest', 0.9991334676742554),
('addition', 0.9991324543952942),
('back', 0.9991291165351868),
('lad', 0.9991263151168823),
('including', 0.9991239905357361),
('would', 0.9991238713264465),
('heart_failure', 0.9991210103034973)]
```

Figura 6 – Palabras más similares a depresión y hombre

La figura 7 muestra las 20 palabras más similares a obesidad mórbida (morbid\_obesity). Se puede observar algunas palabras relacionadas al corazón como por ejemplo: insuficiencia cardíaca congestiva (chf), enfermedad cardiovascular aterosclerótica (cad), infarto al miocardio (myocardial\_infarction), fallo cardíaco (heart\_failure), fibrilación auricular (atrial\_fibrillation), angina.

```
In [34]: word2vec.wv.most_similar("morbid_obesity", topn=20)
```

```
Out[34]: [('chf', 0.9994789361953735),
('obesity', 0.9993029832839966),
('atrial_fibrillation', 0.9992671608924866),
('asthma', 0.9992262721061707),
('diagnosis', 0.9991891384124756),
('gout', 0.9990600347518921),
('cellulitis', 0.9990159869194031),
('cad', 0.9989935159683228),
('diabetes', 0.9989529848098755),
('infection', 0.9989373683929443),
('chronic', 0.9988243579864502),
('myocardial_infarction', 0.9987813830375671),
('heart_failure', 0.9987733364105225),
('angina', 0.9987639784812927),
('likely', 0.9986623525619507),
('uti', 0.9986461400985718),
('acute', 0.9986255764961243),
('anemia', 0.9986151456832886),
('presented', 0.9986127614974976),
('cabg', 0.9986039996147156)]
```

Figura 7 – Palabras más similares a obesidad mórbida

Considerando los resultados mostrados en la figura 7, se decidió analizar las enfermedades: insuficiencia cardíaca congestiva (chf) y asma (asthma).

La figura 8 muestra las 20 palabras más similares a insuficiencia cardíaca congestiva (chf), como se observa, se repite obesidad mórbida (morbid\_obesity) al igual que otros términos relacionados al corazón. También se presentan algunas enfermedades como asma (asthma), enfermedad cardiovascular aterosclerótica (cad), gota (gout), hipertensión (htn), apnea del sueño (sleep\_apnea) y diabetes.

La figura 9 muestra las 20 palabras más similares a asthma, igualmente se halla morbid\_obesity y otras enfermedades como insuficiencia cardíaca congestiva (chf), enfermedad cardiovascular aterosclerótica (cad), apnea del sueño (sleep\_apnea), hipertensión (htn), gota (gout), anemia

```
In [36]: word2vec.wv.most_similar("chf", topn=20)
```

```
Out[36]: [('morbid_obesity', 0.9994788765907288),
('asthma', 0.999320924282074),
('obesity', 0.9992435574531555),
('diagnosis', 0.999228298664093),
('atrial_fibrillation', 0.9991225600242615),
('cellulitis', 0.9989561438560486),
('infection', 0.9989545941352844),
('cad', 0.9989468455314636),
('gout', 0.9989207983016968),
('diabetes', 0.9988972544670105),
('chronic', 0.9988647699356079),
('likely', 0.9987593293190002),
('presented', 0.9987228512763977),
('myocardial_infarction', 0.9987020492553711),
('angina', 0.9986499547958374),
('heart_failure', 0.9986280798912048),
('htn', 0.9986258745193481),
('sleep_apnea', 0.9986166954040527),
('secondary', 0.9986141324043274),
('memorial_hospital', 0.9986107349395752)]
```

Figura 8 – Palabras más similares a insuficiencia cardíaca congestiva (chf)

```
In [48]: word2vec.wv.most_similar("asthma", topn=20)
Out[48]: [('obesity', 0.9993953108787537),
('morbid_obesity', 0.999313533061218),
('chronic', 0.9993125796318054),
('chf', 0.999308168888092),
('cad', 0.9992331266403198),
('presented', 0.9992159605026245),
('possible', 0.999137818813324),
('cabg', 0.9991337060928345),
('secondary', 0.9991287589073181),
('sleep_apnea', 0.9990807175636292),
('likely', 0.9990677237510681),
('cardiac', 0.9990516304969788),
('infection', 0.9990392327308655),
('copd', 0.9990389943122864),
('htn', 0.9990383386611938),
('presents', 0.9990366697311401),
('gout', 0.9990186095237732),
('anemia', 0.999016284942627),
('severe', 0.9990034699440002),
('insulin_dependent', 0.9989989995956421)]
```

Figura 9 – Palabras más similares a insuficiencia asma

#### 4. Conclusiones

Word embedding permite capturar información sintáctica y semántica de un corpus médico. En el presente trabajo nos hemos enfocado en encontrar relaciones de similitud entre ciertos términos médicos que se relacionan a la obesidad. Hemos encontrado que este tipo de representación permite identificar ciertas comorbilidades relacionadas a la obesidad y además establecer ciertas diferencias al considerar términos como hombre y mujer.

Para futuros trabajos es necesario mejorar el vocabulario utilizado en el modelo, puesto que al tratar de terminología médica altamente especializada y con una gran cantidad de sinónimos y abreviaciones, hay muchas palabras que pueden ser agregadas a un solo término. Podríamos considerar el mapear ciertos términos con ontologías médicas como SNOMED-CT.

También es importante considerar la integración de profesionales de la salud para que puedan validar los resultados obtenidos.

#### Referencias

Abdulai, A. F., & Adam, F. (2020). Health providers' readiness for electronic health records adoption: A cross-sectional study of two hospitals in northern Ghana. *Plos ONE*, 15(6), 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231569>

Bujnowska-Fedak, M., & Wysoczański, L. (2020). Access to an electronic health record: A polish national survey. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(17), 1–17. <https://doi.org/10.3390/ijerph17176165>

Chollet, F. (2017). *Deep learning with python*. Manning Publications, New York.

De Lorenzo, A., Gratteri, S., Gualtieri, P., Cammarano, A., Bertucci, P., & Di Renzo, L. (2019). Why primary obesity is a disease? *Journal of Translational Medicine*, 17(1) doi:10.1186/s12967-019-1919-y

- Dudchenko, A., & Kopanitsa, G. (2019). Comparison of Word Embeddings for Extraction from Medical Records. *International journal of environmental research and public health*, 16(22), 4360. <https://doi.org/10.3390/ijerph16224360>
- Geng, W., Qin, X., Yang, T., Cong, Z., Wang, Z., Kong, Q., Tang, Z., & Jiang, L. (2020). Model-based reasoning methods for diagnosis in integrative medicine based on electronic medical records and natural language processing (Preprint). *JMIR Medical Informatics*. 8. 10.2196/23082.
- Ghosh, S., Chakraborty, P., Cohn, E., Brownstein, J. S., & Ramakrishnan, N. (2016). Characterizing diseases from unstructured text: A vocabulary driven Word2vec approach. International Conference on Information and Knowledge Management, *In Proceedings of the 25th ACM International on Conference on Information and Knowledge Management*, (pp. 1129–1138) <https://doi.org/10.1145/2983323.2983362>
- Khattak, F. K., Jeblee, S., Pou-Prom, C., Abdalla, M., Meaney, C., & Rudzicz, F. (2019). A survey of word embeddings for clinical text. *Journal of Biomedical Informatics: X*, 4(October), 100057. <https://doi.org/10.1016/j.yjbinx.2019.100057>
- Lin, C., Lou, Y. S., Tsai, D. J., Lee, C. C., Hsu, C. J., Wu, D. C., Wang, M. C., & Fang, W. H. (2019). Projection Word Embedding Model With Hybrid Sampling Training for Classifying ICD-10-CM Codes: Longitudinal Observational Study. *JMIR medical informatics*, 7(3), e14499. <https://doi.org/10.2196/14499>
- Mikolov, T., Sutskever, I., Chen, K., Corrado, G., & Dean, J. (2013). Distributed representations of words and phrases and their compositionality. In NIPS, 3111–3119.
- Mikolov, T., Yih, W.-T., & Zweig, G. (2013). Linguistic regularities in continuous space word representations. *In Proceedings of NAACL-HLT*, (pp 746-751).
- Nath, N., Lee, S., McDonnell, M., & Lee, I. (2021). The quest for better clinical word vectors: Ontology based and lexical vector augmentation versus clinical contextual embeddings. *Computers in Biology and Medicine*, 134 doi:10.1016/j.compbio.2021.104433
- Uzuner, Ö., South, B. R., Shen, S., & DuVall, S. L. (2011). 2010 i2b2/VA challenge on concepts, assertions, and relations in clinical text. *JAMIA*, 18(5), 552-556.
- Valderas, J. M., Starfield, B., Sibbald, B., Salisbury, C., & Roland, M. (2009). Defining comorbidity: implications for understanding health and health services. *Annals of family medicine*, 7(4), 357–363. <https://doi.org/10.1370/afm.983>
- Wang, Y., Liu, S., Afzal, N., Rastegar-Mojarad, M., Wang, L., Shen, F., Kingsbury, P., & Liu, H. (2018). Comparison of word embeddings for the biomedical natural language processing. *Journal of Biomedical Informatics*, 87, 12-20. doi:10.1016/j.jbi.2018.09.008

# Aprendizagem por Problemas, Identidade de Género e *Learnability* em projetos finais nas Licenciaturas em Engenharia Multimédia e Informática

Dulce Mourato

**Dulce.mourato@my.istec.pt**

Instituto Superior de Tecnologias Avançadas – ISTEC, Campus Académico do Lumiar, Alameda das Linhas de Torres n<sup>o</sup>179, 1750-142 Lisboa, Portugal

**Pages: 674-688**

**Resumo:** Partindo de perspetivas multidisciplinares e tecnológicas inovadoras, centradas na ideia de que todas (12 alunas mulheres) e todos (126 alunos homens) são cidadãs e cidadãos do Mundo, pretendeu-se averiguar, mediante a Aprendizagem por Problemas (PBL), como isso contribuiu para ampliação de conhecimentos, para o seu desenvolvimento pessoal e percurso académico, remetendo para uma desejável equidade de género. Estes foram alguns dos objetivos não previstos à partida, na unidade curricular de Metodologia de Projeto Global, na conceção dos Projetos Globais para a conclusão das licenciaturas de Engenharia em Multimédia e em Informática do Instituto Superior de Tecnologias Avançadas (ISTEC), que decorreu no ano letivo de 2020/21. Os métodos qualitativos de recolha de dados permitiram a consolidação de um estudo de caso, que redundou numa *checklist*, para ajudar as alunas e os alunos a clarificarem potenciais objetos de estudo e problemas de investigação em análise colaborativa. Os resultados obtidos revelaram a versatilidade e a urgência de operacionalização do PBL e do conceito de “*Learnability*”, como garantias do uso do pensamento crítico, em termos de questionamento sobre os problemas de investigação, argumentação sobre a sua aplicação na vida real, validade e investimento em futuros desenvolvimentos profissionais, com uma maior inclusão e participação das mulheres nas tecnologias.

**Palavras-chave:** PBL; *Learnability*; Género; STEM; ICT.

## ***Learning by Problems, Gender Identity and Learnability in Final Projects in Bachelor’s Degrees in Multimedia and Computer Engineering***

**Abstract:** Learning (PBL), how it has contributed for the expansion of knowledge, for their personal development and academic progress, aiming for a desirable gender equity. These are some two objectives not foreseen at the start, in the curricular unit of Global Project Methodology, in the award of two Global Projects for the completion of Bachelor’s degrees in Engineering in Multimedia and Computer Science from the Higher Institute of Advanced Technologies (ISTEC), which will be held in the year 2020/21 school year. The qualitative methods of

data collection will allow the consolidation of a case study, which will result in a checklist, to help students to clarify potential objects of study and research problems in collaborative analysis. The results obtained will reveal the versatility and urgency of the operationalization of PBL and the concept of “Learnability”, as guarantees of the use of critical thinking, in terms of questioning about the research problems, argumentation about its application in real life, validation and research. in future professional developments, with a greater inclusion and participation of women in technologies.

**Keywords:** PBL; Learnability; Gender; STEM; ICT.

## 1. Introdução

A Aprendizagem por Problemas, identidade e igualdade de género e o conceito de Learnability estiveram na base da orientação docente para facilitar a identificação de objetos de estudo e questões de investigação para conceção dos Projetos Globais, que certificam o grau de licenciatura, direcionados através da unidade curricular de Metodologia de Projeto, no ano letivo de 2020/21, disciplina comum no terceiro ano das Licenciaturas em Engenharia Multimédia e Informática (com um total de 12 alunas mulheres e 126 alunos homens) do Instituto Superior de Tecnologias Avançadas (ISTEC), sedado em Lisboa, Portugal.

A Metodologia de Projeto Global possibilitava harmonizar o tema do relatório final, dissertação e Projeto Global, com o regulamento das licenciaturas do ISTEC, consistindo numa versão escrita, que validava e certificava os conhecimentos adquiridos ao longo do percurso académico e possibilitava um ensaio e potenciais *brainstormings* para futuros empreendimentos na vida profissional. Os Projetos Globais disponíveis para consulta pública, após conclusão e avaliação da coordenação dos cursos, são arquivados no repositório *online* da instituição e a sua versão prática, apresentada em provas públicas, onde os alunos explicavam o produto ou o serviço tecnológico ou multimédia, eminentemente prático, funcional, pronto para o mercado e demonstravam como poderiam ser usados em termos de portefólio e prova de competências profissionais. Devido às contingências da Pandemia da COVID-19, acatadas desde o primeiro momento pelo ISTEC, as aulas presenciais foram totalmente substituídas por aulas online. A nível tecnológico e como Learning Management Contents Systems (LMCS) foi utilizado uma adaptação do ambiente Google, mais particularmente a Google Classroom para os momentos síncronos e assíncronos, assim como um conjunto de outras ferramentas *open source* integradas, como o Padlet, Wordcloud, ExplainEverything, extensões como a Classcraft, entre outras, que completavam as tradicionais: fórum, chat, exercícios virtuais e trabalhos colaborativos para a área das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e de Science, Technology, Engineering e Mathematics (STEM).

Perante a grande incógnita presente na prática docente, de como iria decorrer o ano letivo de 2020/2021, em situações anómalas e contando com 12 alunas e 126 alunos, cujos desempenhos em sala de aula eram claramente tímidos e quase inexistentes, foi pensada uma estratégia pedagógica e didática a desenvolver, optando-se desde o primeiro momento pela Aprendizagem por Problemas (utilizada neste estudo indiscriminadamente, também na sua nomenclatura inglesa: Problem Based Learning – PBL) adaptada aos perfis das mulheres e dos homens que frequentavam a unidade

curricular e ao momento invulgar que se vivia. Sem poder estimular as interações presenciais tão preciosas em termos de desenvolvimento social e pessoal, iniciou-se uma prática semanal de lançamento de tarefas (baseadas em problemas) no Padlet (uma espécie de diário de bordo interativo) que no final do ano letivo beneficiaria as alunas e os alunos em termos de percentagem valorativa na nota final e, a curto prazo, forneceria as bases para a escolha do tema individual a desenvolver. A par dessa estratégia PBL foram lançados temas de discussão propostos através de fórum, presentes na Google Classroom, assim como a criação de salas virtuais comuns a quem tinha pensado uma hipótese semelhante de desenvolvimento, para potencial tertúlia e *brainstorming*, orientado pela docente.

Ao longo deste artigo foi possível descrever como se lecionou a matéria imprescindível para a realização de um projeto final, como se prepararam exemplos e tutoriais para que cada uma das alunas e cada um dos alunos, encontrasse rapidamente um tema de interesse, que pudesse prosseguir, adaptado ao tipo de tecnologia a usar, apropriando-se dele como o seu projeto global. Em termos docentes, o desafio não foi menor, pois houve que adequar, em tempo recorde, numa primeira fase, a metodologia de PBL do trabalho prático em sala de aula, que se desenrolava ao ritmo de cada um e respeitando os momentos de aprendizagem de cada pessoa em aulas presenciais, transformando-a num percurso de resolução de dilemas por etapas, referidos *online* num conjunto de conteúdos síncronos e assíncronos, em formato de desafios, muitos deles interativos e contruídos de modos inusitados como histórias ou diagramas, para potenciar a identificação de problemas e a caracterização de obstáculos, a tomada de decisões em situações de incerteza ou insegurança, para ensinar a lidar com os ambientes complexos e dinâmicos que se viessem a verificar, encontrando alternativas. Isto possibilitou às alunas e aos alunos a criação de espaços virtuais comuns e individuais, bem como um desenvolvimento no investimento pessoal no seu autoconhecimento.

Se por um lado, houve uma busca de crescimento pessoal, social em termos de aprendizagens efetivas forçadas, pois tiveram de se habituar a funcionar com a autonomia indispensável, para efetuarem as suas próprias avaliações, questionamentos e evoluírem o mais possível, com a ajuda das tutorias online, entretanto efetuadas, gravadas para memória futura. Por outro lado, foi possível assistir a uma regressão contínua, em termos de interação social e intervenção nas aulas online e de convívio como turma. Assistiu-se, de acordo com a opinião de alguns dos intervenientes a um retrocesso evidente, no que dizia respeito ao desenvolvimento de competências sociais, de colaboração e de entajuda, espelhado em termos do isolamento sentido um pouco por todas e por todos. As aulas online da unidade curricular de Metodologia do Projeto Global efetuadas para cada turma, se ao princípio, por ser novidade estiveram sempre bastante concorridas e bem dispostas em tempo real, no fim de dois meses, ficaram com metade das presenças e quase sem participações online, havendo a preferência das aulas gravadas, fruto também da evolução da Pandemia da COVID – 19 e do estado anímico da generalidade das pessoas em Portugal.

Ao longo deste estudo qualitativo foi possível analisar o modo como a metodologia PBL permitiu uma nova abordagem em termos de *Learnability*, fornecendo pistas sobre as perceções mais importantes na futura prática profissional das TIC e na educação para a STEM. Apesar de numa primeira fase todas as intervenções didáticas e pedagógicas terem

sido apresentadas de modo global, num segundo momento os exemplos pretendiam estimular mais as 12 alunas mulheres para que, por si próprias, pudessem encontrar um desafio tecnológico à altura das suas expectativas, capazes de as estimular para irem mais além, ultrapassando os constrangimentos, barreiras e preconceitos tão usuais no debate da identidade e igualdade de género, mas sem solução aparente.

## 2. Estado da Arte

A promoção de questões de investigação e desenvolvimento de projetos finais, que contemplassem uma aplicação concreta dos conhecimentos adquiridos ao longo dos anos curriculares, proporcionado pela frequência nas licenciaturas em Engenharia Multimédia e Informática do ISTECS, assim como apresentar às 12 alunas mulheres e aos 126 alunos homens, que frequentaram a unidade curricular de Metodologia do Projeto Global, uma dinâmica de ensino aprendizagem baseada em PBL, mais ativa e colaborativa, cujos objetivos fossem equacionar as potenciais resoluções de problemas em análise, favorecendo temas de STEM, o pensamento crítico, o espírito de inovação e de empreendedorismo, tentando preparar todas e todos, em termos globais, para um futuro profissional na área da informática e multimédia sem obstáculos em termos de identidade e igualdade de género foram algumas das premissas, nas quais se basearam os conceitos operacionalizados, preparados e adaptados para este caso concreto.

Descrevemos aqui um ambiente híbrido também focado e desconstruído por Marra et al. (2014) que destaca o denominado Problem Based Learning (PBL) Environment e reflete algumas características distintivas, que neste estudo passaram pela autonomização das aprendizagens, em termos de pensamento crítico, pois de acordo com os autores citados (Marra et al., 2014) ficam mais centrados, mais direcionados e mais reflexivos, quando avaliam todas as incógnitas presentes num problema, favorecendo a ligação a conteúdos letivos apreendidos e passíveis de adaptar a soluções inovadoras, que consequentemente podem melhorar potenciais competências profissionais a desenvolver.

Fundada na teoria construtivista, inspirada por Vygostky (2005) a aprendizagem ativa, que se encontra na base do PBL aqui descrito, na qual as alunas e os alunos se envolvem na construção do conhecimento com os seus pares e com os docentes ou tutores, que funcionam como mediadores de um ambiente propício à sua evolução, encontrou aqui um conjunto de princípios com base nos temas de educação em STEM. De acordo com Blumhof, Hall e Honeybone (2001, p.6) “PBL is an approach to learning and teaching that encourages the development and application of problem-working strategies and the acquisition of disciplinary knowledge bases and skills by placing students in the role of problem-workers”. Já a professora Mar Carrió e os seus colegas da Faculdade de Saúde e de Ciências da Vida da Universidade Pompeu Fabra, em Barcelona, Espanha (Carrió, M et al., 2011, p. 6) referem a importância de trabalhar com PBL, para o desenvolvimento de um pensamento científico e tecnológico no ensino superior, que funciona como uma espécie de treino profissional: “This is especially important if we consider the usefulness of PBL in developing generic and scientific skills. With PBL tutorials, students are confronted with complex problems, which do not usually have only one definite solution. They may have to look for solutions creatively, make decisions, work in a cooperative group and deal with uncertainty. These skills are often ignored in higher-education curricula, but they are very important for students who will base their profession on

scientific activity and they will need to make decisions under uncertain situations. Also, the curricula organisation using PBL permits the integration of different disciplines and the incorporation of social issues in the professional practice, which may enforce professional and citizen responsibility”.

O PBL, neste estudo de caso, revestiu-se de hibridez pela autonomia online acrescentada por um conjunto de aplicações usadas como o Padlet, guiões passo a passo e salas de reunião disponíveis na Net, livres para grupos menores reunirem e discutirem sobre o tema em análise. A formalidade inicial de criação dos grupos com nomes e papéis bem determinados (usual em ambientes PBL) foi ignorada e o papel do facilitador/tutor foi descartado para segundo plano. Pretendia-se incutir inovadoras formas de olhar os problemas estimulando a criatividade, novas abordagens tecnológicas, que permanecessem ao longo da vida depois da graduação, de modo autónomo nas alunas e nos alunos. A este modo de interação aliou-se o conceito Learnability, definido num primeiro momento pelos precursores da acessibilidade tecnológica na criação de interfaces de utilizador mais intuitivas e simples, como o nível de facilidade, mediante a qual cada utilizador ganha proficiência, sempre que lida com uma nova aplicação ou software desconhecido. Mais do que aprender fazendo, os utilizadores ‘ganham’ a confiança de arriscar sem medo de errar, em situações similares.

Leandro Karnal (2018, 2021) um professor e pensador brasileiro, que descreve a Learnability como a capacidade de aprendizagem contínua, um modo de vida organizado e metódico, que possibilita a cada pessoa evoluir e desenvolver-se, criativamente, produzindo conhecimento constante, refere essa mesma particularidade, de usar as tecnologias como ferramentas de desenvolvimento pessoal e social. Uma das ideias fundamentais divulgadas por Karnal é a permanente construção do saber que se faz dentro de cada um - como pessoa, como membro de uma comunidade ou como profissional, colaborando com os pares, discutindo e resolvendo problemas, debatendo e ouvindo os especialistas. A originalidade desta nova roupagem do conceito de Learnability, está segundo Karnal (2018, 2021) na libertação da nossa curiosidade travada por preconceitos reiterados por gerações e prolongados inconscientemente no discurso mediático do dia-a-dia. Ter esta consciência significa que, de acordo com aquele pensador, só assim se pode aprender mais sobre os outros e sobre o Mundo em geral, criando formas inovadoras e disruptivas de olhar a realidade.

A Learnability engloba também características como a resiliência perante as adversidades, fomentando a capacidade de ultrapassar obstáculos de modo criativo com novas ideias, que arrastam valores mais humanistas, atitudes mais refletidas e mais ligadas à produção de conhecimento fundamentado na Ciência e nas TIC. Destaca Karnal (2018, 2021) que estamos perante o desacreditar da memória em função de novos mecanismos de elaboração autónoma de conteúdo. Para este professor (Karnal 2018, 2021) todas estas características são requeridas atualmente pelas empresas e instituições, de uma forma geral, nas contratações dos seus funcionários e ainda mais na criação de start-ups tecnológicas ou em projetos visionários e pioneiros no uso da Inteligência Artificial, da Realidade Virtual, da Realidade Aumentada ou da Robótica. Qualquer pessoa (heavy-user das tecnologias referidas) pode ser autossuficiente, imaginar o futuro e fazê-lo presente, pois a panóplia imensa de conhecimentos disponíveis na Internet, que podem ser adquiridos a todo o momento é vasta e profícua. Tal como já foi referido a Learnability

surgiu, numa primeira fase, relacionada com a importância da simplificação das interfaces entre humanos e computadores, descrita através de dez princípios heurísticos (10 Usability Heuristics for User Interface Design) da autoria e revisão do professor Jakob Nielsen (1994; 2020) que surgem tão atualizados como no primeiro dia: “In 2020, we updated this article, adding more explanation, examples, and related links. While we slightly refined the language of the definitions, the 10 heuristics themselves have remained relevant and unchanged since 1994. When something has remained true for 26 years, it will likely apply to future generations of user interfaces as well” (para. 1).

Presentes nas explicações de Learnability estão, segundo Nielsen (1994; 2020) a facilidade de aprendizagem, a eficiência e a proficiência com interação entre pessoas e dispositivos tecnológicos, memória dos erros cometidos, satisfação e design simplificado, entre outros princípios não menos relevantes, que devem sempre estar englobados em qualquer aplicação informática, software ou documento multimédia. No entanto, o professor António de Figueiredo, numa recente palestra na EduSummit (1-3 de outubro de 2021) parece ter abrangido com o mapa das diferentes tipologias de Pedagogia, as diversas facetas de Learnability . Diz-nos Figueiredo (2021, p.4) que “a transformação digital da educação não é só digital é acima de tudo: organizacional, cultural e pedagógica”. Questiona mais à frente (Figueiredo, 2021, pp. 9-11) os desafios atuais: “como iremos preparar as novas gerações para um mundo de mudança cultural, disrupção, volatilidade, incerteza, complexidade, ambiguidade? Que educação vamos construir para confrontar esta realidade?”. Na imagem seguinte, encontramos as diversas pedagogias presentes na transformação digital, indispensáveis na opinião daquele professor da Universidade de Coimbra (Figueiredo, 2021, p. 52) para a formação inicial, ensino superior e formação ao longo da vida de todas as pessoas.



Figura 1 – O mapa das pedagogias de um ensino de futuro (Figueiredo, 2021, p. 52).

Uma outra questão de investigação presente neste artigo é a descrição das atitudes, das formas de interação e desenvolvimento dos objetos de estudo dos Projetos

Globais, por parte das 12 alunas mulheres e como se diferenciaram dos propostos pelos 126 alunos homens. Esta especificidade da identidade de género, demonstrada amplamente na literatura e compilada em obras publicadas por organizações mundiais, para maior facilidade de difusão a nível internacional, veio estabelecer quais os pontos de partida, que devem ser focados ao abordarmos o assunto: dar voz à diversidade, estimular perspetivas diferentes, privilegiar iniciativas, fornecer modelos da vida de outras mulheres com sucesso nas tecnologias e rejeitar estereótipos. No Handbook for Gender-Inclusive Urban Planning and Design publicado pelo World Bank (2020, p.8) refere-se o que se deve ter em conta: “It is almost universally understood that women, people with disabilities, and sexual and gender minorities face significant social and economic disadvantages when compared with able-bodied, cisgender, heterosexual men. What is still not fully understood and accepted among many urban planning and design practitioners is exactly how existing conditions in the built environment — and the lack of diversity in the voices shaping it — facilitates, feeds into, and perpetuates these inequities”.

Por outro lado, diz-nos Blau e Kahn (2017) que só evitamos a discriminação se a educação para as TIC e para os média digital começar bem cedo. As áreas científicas e tecnológicas devem fazer parte do quotidiano escolar de cada pessoa e em termos de ensino formal, não formal e informal, pretende-se que se aumente em conhecimento, à medida que meninos e meninas, raparigas e rapazes, mulheres e homens se tornam cidadãos e cidadãs ativos e participantes numa sociedade cada vez mais digital (Blau & Kahn, 2017).

### 3. Contextualização

A investigação qualitativa funciona como um “guarda-sol” que engloba diversos meios de pesquisa, que ajudam a descrever e explicar o sentido dos fenómenos sociais, os participantes e os cenários observados, procurando fazê-lo sem alterações ou com o mínimo de modificações possíveis (Merriam, 1998). Merriam (1998, p.6) especifica que os investigadores qualitativos “are interested in understanding the meaning people have constructed that is how they make sense of their world and the experiences they have in the world”. Creswell (2003), por sua vez, acrescenta que a ótica qualitativa envolve distintas abordagens, como narrativas, estudo fenomenológicos, etnografias, teorias fundamentadas e estudos de caso, assim como diversas combinações de investigação entre as anteriores. Pretendia-se caracterizar através de estratégias PBL, como a Learnability e a identidade de género, se poderiam aferir na escolha dos objetos de estudo dos Projetos Globais e como estes se diferenciavam em termos tecnológicos, enquanto produzidos pelas 12 alunas mulheres ou pelos 126 alunos homens. Relativamente à abordagem foi aplicada uma investigação qualitativa de natureza descritiva e interpretativa, usando os procedimentos do estudo de caso, tal como aconselhado por autores como Creswell e Merriam (2003;1998) que defendem que os estudos de caso, se tornaram o melhor método para conduzir uma pesquisa qualitativa.

André (2008, p.31) salienta que no estudo de caso se verifica: “interesse em conhecer uma instância em particular; pretende-se compreender profundamente essa instância

particular em sua complexidade e totalidade; Busca-se retratar o dinamismo de uma situação numa forma muito próxima do seu acontecimento natural”. Nesse sentido, também Merriam (1988) aponta que o estudo de caso deve incidir sobre a descrição completa e literal de uma situação particular e única ou melhor caracterizado como uma unidade em torno da qual existem limites. Uma das primeiras dificuldades sentidas pelas alunas e pelos alunos foi perceber o que gostariam de desenvolver em termos de objetos de estudo para o Projeto Global e qual a sua repercussão, em termos de valor académico e crescimento profissional. Foram lançados alguns assuntos para debate, que estavam nos noticiários e na ordem do dia. Pretendia-se que mediante a metodologia de PBL se encontrassem formas concretas de ultrapassar os obstáculos e que refletissem sobre como criar novos produtos ou serviços baseados em: padrões de equidade ecológica, novos desafios na educação pessoal, redes, tecnologias e comunicação global e desenvolvimento de acessibilidade de design.

Da leitura de diversas notícias e artigos chegaram-se a algumas conclusões, a reter: a formação em STEM e a sua importância na vulgarização da Inteligência Artificial, Redes Quânticas ou Realidade Virtual e Aumentada. A participação individual e coletiva nas mudanças climáticas, no uso de energias renováveis, na reciclagem e na defesa dos direitos humanos, dos animais, das florestas e dos rios, que implicam mudanças no uso das tecnologias, nas mentalidades e nas políticas, que devem ser priorizadas em termos de inovação, de opções ecológicas e sustentáveis e que surgem como valor agregado de qualquer setor. Um tema bastante controverso surgido em debate foi a importância dos rios e das linhas de água, como a importância decisiva da atribuição de uma potencial personalidade jurídica internacional. As alunas e os alunos perguntavam-se porque razão os rios e a natureza, em geral, não têm esses privilégios (proteção contra poluentes, contaminação e impactos das mudanças climáticas) e o direito de existir, florescer e se tornarem fontes de saúde e fatores-chave de um desenvolvimento sustentável também? Em grupo, procuraram exemplos tecnológicos de proteção dos recursos hídricos, como o investimento em fontes de água pura sem impacto para o meio ambiente, como o Atmospheric Water Generator inventado pelo militar americano Moses West (essa tecnologia puxa o ar por um filtro de alto volume e cria condensação mecanicamente e produz 2.000 litros de água doce e pura por dia).

Num segundo momento, após terem exprimido as suas opiniões foram todas e todos convidadas/os a apresentar uma aplicação, software ou trabalhos multimédia efetuados a nível académico e/ou profissional, que tivesse como objetivo o aperfeiçoamento, mediante um Pitch (apresentação de powerpoint ou de vídeo em cinco minutos) apresentado no Padlet ou eventualmente perante turma, em direto (algo que nunca aconteceu devido ao confinamento e à possibilidade de ficar gravado, que intimidava e obstaculizava à partida qualquer participação). Após esta fase de perceção sobre o tema potencial que deveriam escolher, houve que aferir em termos desta investigação, de um modo particular e diferenciador, se as 12 alunas mulheres estavam preparadas para desenvolver um tema desafiante, no âmbito do Projeto Global, que pudesse servir como eventual portefólio das suas competências e expectativas, descrevendo como se enquadravam em relação aos temas propostos pelos 126 alunos homens. Por isso,

foram efetuadas três questões de investigação, em conversas informais e um pedido de comentário no fórum, para todas e todos, no decorrer da resolução dos problemas das histórias apresentadas:

- Qual a relevância de uma perspetiva feminina no desenvolvimento de tecnologias e se o facto de ser mulher ou homem vai contribuir para efetuar o Projeto Global de forma diferente?
- De que modo as alunas mulheres que frequentavam as licenciaturas de Engenharia Multimédia e Informática se enquadram numa turma maioritariamente masculina?
- O que é possível fazer para mudar a perceção sobre a identidade e igualdade de género, nas tecnologias, a curto prazo?

Das 66 respostas obtidas foi possível extrair algumas perceções, que foram comparadas com os temas escolhidos e que mais à frente vão ser discutidas, a fim de serem apuradas algumas das conclusões em análise. Em termos éticos, todas e todos os 66 participantes neste estudo tiveram conhecimento, que as suas respostas nas diversas atividades desenvolvidas nas aulas de Metodologia do Projeto Global, assim como nas tarefas desenvolvidas no Padlet, para determinar qual deveria ser o seu objeto de estudo, poderiam ser usadas para as respostas às questões de investigação sobre o modo de aprendizagem (Learnability) e a identidade e igualdade de género em TIC.

#### **4. Resultados**

Quando a Pandemia por Covid-19 começou, houve que adaptar e adequar em termos de mediação da docente, a matéria prática da unidade curricular de Metodologia de Projeto Global. As primeiras experiências de interação foram mediante a Classroom da Google, já usada como repositório de material letivo e de reuniões esporádicas online, entre docentes ou entre professores e estudantes, a partir de março de 2020, por ocasião do primeiro confinamento em Portugal e que se prolongou até ao final do último semestre de 2021. Houve um esforço por parte da instituição (ISTEC) nomeadamente a disponibilização da frequência de cursos de formação online sobre didática e pedagogia no ensino a distância, assim como a criação de conteúdos para plataformas de ensino aprendizagem e-learning, para facultar aos docentes o à-vontade imprescindível para uma relação pragmática e proficiente, que entretanto teria de ocorrer.

Independentemente da licenciatura ser de Engenharia Multimédia ou de Informática as alunas e os alunos foram estimulados a responder, como parte do desdobramento a ser efetuado para a escolha do tema do Projeto Global prático. Pretendia-se o desbloqueamento de preconceitos e de ideias reiteradas ao longo dos anos. O único entrave era a questão do tempo e da exigência presente na frequência de outras unidades curriculares. Foram escolhidas algumas ideias adaptadas das respostas obtidas das propostas em PBL, que deram origem algumas das perceções para o levantamento de requisitos, que serviram de ponto de partida para a criação dos objetos de estudo, entretanto desenvolvidos (Figura 2).

Questões de Investigação	Perceções baseadas em respostas adaptadas das 12 alunas mulheres	Perceções baseadas em respostas adaptadas dos 54 alunos homens
<b>Qual a relevância de uma perspetiva feminina no desenvolvimento de tecnologias e se o facto de ser mulher ou homem vai contribuir para efetuar o Projeto Global de forma diferente?</b>	<p>Uma oportunidade para olhar os pormenores, numa perspetiva mais humanista, com preocupações de acessibilidade e usabilidade.</p> <p>Uma forma de demonstrar a capacidade de tomar decisões, de liderar e de fazer algo específico para o negócio ou para a sociedade.</p> <p>Criar tecnologias para todos, para mulheres, para crianças e animais, para facilitar a vida das pessoas e para resolver problemas do dia-a-dia.</p>	<p>É igual a uma perspetiva masculina.</p> <p>Podem dar mais atenção a certos aspetos, mas depende da experiência pessoal, de vida e profissional de cada mulher.</p> <p>As TIC não têm género e é uma falsa questão.</p> <p>Há menos mulheres nas TIC, porque não gostam muito destas áreas mais voltadas para a liderança masculina.</p>
<b>De que modo as alunas mulheres que frequentam as licenciaturas de Engenharia Multimédia e Informática se enquadram numa turma maioritariamente masculina?</b>	<p>Contam-se pelos dedos as mulheres presentes nas turmas e quando faltam são sempre notadas, tal como quando não participam nas aulas ou quando são apontadas para irem ao quadro ou para falarem em meio virtual. A tentativa de as integrar ou dar mais protagonismo, normalmente tem o efeito contrário. O destaque é abusivo e despoleta atitudes preconceituosas e pouco abonatórias de um ensino superior inclusivo. Muitas vezes ensinam os colegas e eles conseguem melhores notas, pois são mais descontraídos.</p>	<p>Poucas vezes se ouvem ou intervêm, têm vergonha e receio de demonstrar que sabem a matéria (às vezes mais que os homens) ou até de falar, pois todos se voltam a olhar para a mulher da turma, online é o mesmo ou pior.</p> <p>Têm boas ideias, percebem mais rápido os temas, fazem melhor apontamentos e programam melhor. Não sabem trabalhar em colaboração, apenas individualmente.</p>
<b>O que é possível fazer para mudar a perceção sobre a identidade e igualdade de género, nas tecnologias, a curto prazo?</b>	<p>Dar mais autonomia e liberdade às mulheres para liderarem os seus próprios projetos. Não apontar como exemplo, nem dar a entender, que por ser mulher tem menos capacidade.</p> <p>Em termos de ligação do ISTEAC ao ambiente profissional, deveria haver uma interligação entre candidaturas a um emprego e gerir as consequentes contratações, especificamente para as mulheres e para as pessoas que precisem mais de apoio.</p>	<p>Dar voz às mulheres e obrigar as universidades e institutos a “seduzi-las” para que possam frequentar mais cursos de STEM. Criar programas específicos para as mulheres e acompanhá-las a nível académico e profissional. Mudar mentalidades e deixar de dizer piadas sobre as mulheres nas tecnologias.</p>

Figura 2 – Perceções das alunas e dos alunos, sujeitos deste estudo, sobre Identidade e Igualdade de género nas TIC (Elaboração Própria, 2021).

Para estabelecer um ponto de partida comum foram produzidos pela docente dois exemplos de potenciais objetos de estudo, em formato de uma história repleta de problemas, que procuravam reunir um conjunto de possibilidades e situações tecnológicas habituais presentes, em termos práticos, para o desenvolvimento de projetos a nível profissional. Foram apresentadas duas opções inventadas, muito concretas: por um lado, uma pequena clínica dentária, a Sorri(D)ente, que pretendia fazer a transição para o digital e para qual foram criadas algumas diretrizes e formulados alguns objetivos essenciais; por outro, um jogo interativo, digital, educativo e de entretenimento para melhor reconhecimento do território português, em termos culturais e geográficos, dos seus usos e costumes, denominado Regionalix. As alunas e os alunos em turma, divididos de acordo com a sua própria intenção de prosseguir no todo ou em parte os problemas expostos (no seu próprio objeto de estudo) foram encontrando as soluções para resolver toda a história. Desse trabalho colaborativo das aulas online surgiram os seguintes diagramas (figura 3 e 4):

# RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS TIC: CLÍNICA DENTÁRIA



Figura 3 – Composição que integra todas as resoluções de problemas para a Sorri(D)ente (Elaboração própria, 2021).

# RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS TIC: JOGO REGIONALIX



Figura 4 – Composição que integra todas as resoluções de problemas para o jogo Regionalix (Elaboração própria, 2021).

As opiniões recolhidas com base nas respostas sobre as perceções de identidade e igualdade de género e os exemplos disponibilizados, em conjunto com a escolha individual dos temas dos objetos de estudo, mais simples como lojas eletrónicas, websites, um jogo clássico, um documentário multimédia e aplicações sem grandes interações, criadas pelas alunas mulheres, sem riscos e mais fáceis de concretizar, vieram confirmar a diferença de opções prosseguidas pelos alunos homens, mais arrojadas, inovadoras e criativas. Os alunos homens escolheram como soluções práticas a desenvolver: software de rede com diversas bases de dados, jogos interativos 2D e 3D, simulações de voo e de veículos, jogos Role Play, documentários sobre Migrantes, sobre Surf, sobre tecnologias móveis, artes marciais e pequenos filmes de terror, storytelling para marketing digital, visitas virtuais com realidade aumentada, usos alternativos e simplificados de Realidade Virtual e Inteligência Artificial, aplicações de Machine Learning, novas abordagens para melhorar operações de Cloud Computing ou de Cibersegurança, entre outras escolhas, que poderiam não ser concretizadas da melhor forma devido ao confinamento a decorrer, mas pelo menos estavam de acordo com as suas pretensões mais exigentes e o grau de excelência ambicionado. O objetivo principal dos alunos homens era a apresentação dos produtos e serviços elaborados, como potenciais portefólios, junto de futuros empregadores.

Os resultados alcançados na concretização dos objetos de estudo ficaram ligados a um conjunto de fatores psicológicos, sociais, tecnológicos e incontrolláveis como a Pandemia de COVID-19, o uso de tecnologias alternativas menos adequadas, porque os laboratórios práticos do ISTECS se encontravam encerrados, devido aos sucessivos confinamentos. Para além disso, os tutores e os/as docentes envolvidos com a unidade curricular do Projeto Global, tinham de preparar aulas online de outras disciplinas, com os respetivos exercícios síncronos e assíncronos correspondentes, representando o dobro do tempo de trabalho letivo. O facto de se ter utilizado o PBL para atingir os objetivos de escolha do tema dos objetos de estudo, favoreceu a reflexão de cada uma das alunas e de cada um dos alunos, em pé de igualdade e de uma forma mais profícua, dando mais ênfase e operacionalidade ao conceito de Learnability.

## 5. Conclusões

O pretexto deste estudo foi comprovar como a metodologia PBL permitiu formalizar uma estrutura de pensamento, que favoreceu a capacidade de refletir criticamente quer procurando fontes de inspiração na Internet e na vida real quer apreciando outras perspetivas, respeitando a identidade e igualdade de género em Projetos Globais de alunas e alunos finalistas de cursos de Licenciatura em Engenharia Multimédia e Informática. Pretendeu-se ainda discutir a amplitude do conceito de Learnability e como se aplicou em termos práticos, no desenvolvimento de objetos de estudo criativos e inovadores e qual foi a estratégia adotada por cada uma ou cada um, na sua própria experiência de aprendizagem e de criação de conhecimento. Num segundo momento e em futuras investigações era interessante perceber como o PBL foi adquirido e conceptualizado pelas alunas e alunos, como um potencial *checklist* de levantamento de requisitos e como meio de preenchimento de lacunas e resolução de problemas, em termos de vida prática e profissional.

As grandes dificuldades sentidas pelo contexto da Pandemia da Covid-19, em contexto de sala de aula, presencial e virtual, no ISTECS, veio desestruturar toda uma mediação pedagógica e didática Construtivista e Conetivista, desenvolvida ao longo de anos de docência, levando a transformar a metodologia PBL numa estratégia de Aprendizagem por Problemas sem formalismos e mais flexível, que foi trabalhada à medida que era necessário atingir objetivos, aumentar as competências digitais e pensar sob novas perspetivas, desta vez em formato de histórias ficcionadas repletas de desafios e obstáculos (semelhantes ao *Storytelling* muito usado em Marketing Digital).

Ao usar o PBL com exemplos de casos concretos, nos quais as alunas e os alunos se envolveram, para encontrar todos os elementos do puzzle, que se destinava a resolver os problemas em termos de tecnologia e interatividade, para facilitar a vida a potenciais clientes, foi possível ver a aplicação desses conhecimentos descobertos, ligados a outras situações de vida. Outras vertentes identificadas, que não foram exploradas pela presente investigação no âmbito da metodologia PBL, como por exemplo: a disponibilização de noções de comunicação, o modo de promoção das ideias individuais em público, o debate de argumentos e contraposição de ideias sedimentadas nas tecnologias, bem como a proposta de novas soluções, que pudessem parecer distantes da realidade, mas que fossem viáveis, a curto prazo, foram algumas características também consideradas e que talvez conseguissem ser testadas para comprovar novas questões de investigação a serem exploradas num novo estudo.

## Referências

- Ali, S. S. (2019). Problem-based Learning: A student-centered approach. *English Language Teaching*, 12(5), 73–78.
- André, M. (2008). Estudo de caso em pesquisa e avaliação educacional. *Série Pesquisa*: Vol. 13. Editora Liber Livros: Brasília. 68 p.
- Blau, F. & L. Kahn (2017). The gender wage gap: Extent, trends, and explanations. *Journal of Economic Literature*, Vol. 55, Issue 3, pp. 789-865. <http://dx.doi.org/10.1257/jel.20160995>
- Bloom, Nicholas, John Van Reenen & Heidi Williams (2019) A Toolkit of Policies to Promote Innovation. *Journal of Economic Perspectives*, 33 (3): 163-84. DOI: 10.1257/jep.33.3.163
- Carrió, M.; Larramona, P.; Baños, J.E. & Pérez, J. (December 2011) The effectiveness of the hybrid problem-based learning approach in the teaching of biology: A comparison with lecture-based learning. *Journal of Biological Education* 45(4):229-235. DOI:10.1080/00219266.2010.546011. Accessed 2021 September: [https://www.researchgate.net/publication/232947104\\_The\\_effectiveness\\_of\\_the\\_hybrid\\_problembased\\_learning\\_approach\\_in\\_the\\_teaching\\_of\\_biology\\_A\\_comparison\\_with\\_lecture-based\\_learning/link/53d6b7800cf220632f3dcdcb/download](https://www.researchgate.net/publication/232947104_The_effectiveness_of_the_hybrid_problembased_learning_approach_in_the_teaching_of_biology_A_comparison_with_lecture-based_learning/link/53d6b7800cf220632f3dcdcb/download)
- Carrió, M.; Larramona, P.; Baños, J.E. & Pérez, J. (2011): The effectiveness of the hybrid problem-based

- Creswell, J. W. (2003). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE.
- Figueiredo, A. (1 a 3 de outubro de 2021) *Transformação Digital e Inovação em Educação*. Palestra apresentada no EduSummit21- [https://www.researchgate.net/publication/355030089\\_Transformacao\\_Digital\\_e\\_Inovacao\\_em\\_Educacao](https://www.researchgate.net/publication/355030089_Transformacao_Digital_e_Inovacao_em_Educacao)
- Fuller-Tyszkiewicz, M., Richardson, B., Klein, B., Skouteris, H., Christensen, H., Austin, D., Castle, D., Mihalopoulos, C., O'Donnell, R., Arulkadacham, L., Shatte, A., & Ware, A. (2018). A Mobile App-Based Intervention for Depression: End-User and Expert Usability Testing Study. *JMIR mental health*, 5(3), e54. <https://doi.org/10.2196/mental.9445>
- Harrison R, Flood D, Duce D. Usability of mobile applications: literature review and rationale for a new usability model. *J Interact Sci*. 2013;1(1):1. doi: 10.1186/2194-0827-1-1.
- Karnal, L. (2018). *O Mundo como eu vejo*. Editora Contexto, v. 3, f. 136, 272 p.
- Karnal, L. (2021). *A coragem da esperança*. Planeta Estratégia, v. 2, f. 14. 288 p.
- learning approach in the teaching of biology: a comparison with lecture-based learning, *Journal of Biological Education*. DOI:10.1080/00219266.2010.546011. <http://dx.doi.org/10.1080/00219266.2010.546011>
- Marra, R.; Jonassen, D.H.; Palmer, B. & Luft, S. (2014) Why problem-based learning works: Theoretical foundations. *J. Excell. Coll. Teach*. 25. 221–238.
- Merriam, S. (1988). *Case study research in education*. San Francisco: Jossey Bass.
- Nielsen, J. (1994; 2020) *10 Usability Heuristics for User Interface Design*. Nielsen Norman Group. <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>
- Nielsen, J. (1994a). Enhancing the explanatory power of usability heuristics. *Proc. ACM CHI'94 Conf. (Boston, MA, April 24-28)*, 152-158.
- Nielsen, J. (1994b). Heuristic evaluation. In Nielsen, J., and Mack, R.L. (Eds.), *Usability Inspection Methods*, John Wiley & Sons, New York, NY.
- OECD (2021), *The State of School Education: One Year into the COVID Pandemic*, OECD Publishing, Paris,
- Pinto, T.; Dias, A.G.; Vasconcelos, C. *Geology and Environment: A Problem-Based Learning Study in Higher Education*. *Geosciences* 2021, 11, 173. <https://doi.org/10.3390/geosciences11040173>
- Schrögel, P. & Kolleck, A. (2019). 'The many faces of participation in science: literature review and proposal for a three-dimensional framework'. *Science & Technology Studies* 32 (2), pp. 77–99. <https://doi.org/10.23987/sts.59519>.
- Seethaler, S., Evans, J. H., Gere, C. and Rajagopalan, R. M. (2019). 'Science, values and science communication: competencies for pushing beyond the deficit model'. *Science Communication* 41 (3), pp. 378–388. <https://doi.org/10.1177/1075547019847484>.

Stiles-Shields, C., Montague, E., Lattie, E. G., Schueller, S. M., Kwasny, M. J., & Mohr, D. C. (2017). Exploring User Learnability and Learning Performance in an App for Depression: Usability Study. *JMIR human factors*, 4(3), e18. <https://doi.org/10.2196/humanfactors.7951>

Vygotsky, L. (2005). *Pensamento e Linguagem*. Martins Fontes. São Paulo. Brasil.

World Bank Handbook for Gender-Inclusive Urban Planning and Design (2020). <https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/publication/handbook-for-gender-inclusive-urban-planning-and-design>

# Metodología para el Desarrollo, Consulta y Modificación de Trayectorias Simbólicas

Nelson David Martinez Aguirre<sup>1</sup>, Álvaro Enrique Ortiz<sup>1</sup>

ndmartineza@correo.udistrital.edu.co; aeortizd@udistrital.edu.co

<sup>1</sup> Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad de Ingeniería, Carrera 7 # 40B - 53, 110231, Bogotá, Colombia.

Pages: 689-702

**Resumen:** El uso intensificado de dispositivos móviles con la capacidad de capturar el tiempo y la posición geográfica de un objeto en movimiento (persona, vehículo, autobús, bicicleta, etc.), ha generado grandes retos de investigación en las dos últimas décadas, relacionados con el análisis del comportamiento de un objeto en movimiento. La información capturada ha sido analizada desde la perspectiva de las bases de datos espacio-temporales, mediante una serie de álgebras, tipos de datos, métodos y modelos, con el objetivo de enriquecer semánticamente la posición espacial y temporal de un objeto en movimiento, con el contexto geográfico circundante. El presente artículo detalla el proceso de desarrollo de trayectorias simbólicas, así como la ejecución de procesos de coincidencia de patrones y reescritura de trayectorias. Su implementación es realizada en un sistema de bases de datos extensible, que admite aplicaciones para objetos en movimiento.

**Palabras-clave:** trayectoria; simbólica; bases de datos de objetos en movimiento; tiempo; espacio.

## *Methodology for Developing Symbolic Trajectories from of Points Moving*

**Abstract:** The intensified use of mobile devices with the ability to capture the time and geographical position of a moving object (person, vehicle, bus, bicycle, etc.), has generated great research challenges in the last two decades, related to the analysis of behavior of a moving object. The information captured has been analyzed from the perspective of the space-time databases, through a series of algebras, data types, methods and models, with the aim of semantically enriching the spatial and temporal position of a moving object, with the surrounding geographic context. This article details the process of developing symbolic trajectories, as well as the execution of pattern matching and trajectory rewriting processes. Its implementation is carried out in an extensible database system, which supports applications for objects moving.

**Keywords:** trajectory; symbolic; moving objects databases; time; space.

## 1. Introducción

En 2021, la cantidad de dispositivos móviles en funcionamiento en todo el mundo se situó en casi 15 mil millones, frente a un poco más de 14 mil millones en el año anterior. Se espera que la cantidad de dispositivos móviles alcance los 18,2 mil millones para 2025 (Statista, 2021). Estos datos demuestran el crecimiento exponencial que tiene los dispositivos móviles con receptores GPS, y su efecto en el incremento de las trayectorias sin procesar, que se generan diariamente en el mundo. Esta situación, sumada a la necesidad de analizar con mayor precisión las actividades realizadas en sectores como: movilidad (Damiani et al., 2014), comercio, fauna, logística de operaciones, así como la adquisición de bienes y servicios entre otras, ha generado un campo de investigación amplio, relacionado con el enriquecimiento semántico de las posiciones espacio-temporales. Una de las opciones es el desarrollo de trayectorias con mayor significado, a partir de los datos espaciales, registrados mediante un receptor cada determinado intervalo de tiempo, sumado a un conjunto de anotaciones derivadas directamente del movimiento, y del contexto geográfico por el cual se mueve el objeto. En la actualidad existen diferentes sistemas, diseñados para la manipulación y enriquecimiento semántico de objetos (tipo punto) en movimiento (Yan et al., 2013), (Miao et al., 2020), (Kwakye, 2020). En el presente artículo se plantea una metodología para desarrollar, consultar y transformar trayectorias enriquecidas simbólicamente, tomando como base el modelo propuesto por (Damiani et al., 2015), donde se presenta el concepto de trayectorias simbólicas (R. Güting & Valdés, 2015). Adicionalmente, se realizan consultas específicas sobre las trayectorias enriquecidas semánticamente, mediante procesos de coincidencia de patrones y alteraciones en la composición interna del movimiento por intermedio del proceso de reescritura de trayectorias.

## 2. Marco Teórico

### 2.1. Desarrollo de Trayectorias en DBMS

Para aclarar la metodología propuesta, este numeral define algunos conceptos básicos. Relacionados con la construcción de trayectorias simbólicas.

**Definición 1.** Punto: Un punto  $p$  es una tupla  $(x, y, t)$ , donde “ $x$ ” y “ $y$ ” son las coordenadas espaciales que representan un lugar y “ $t$ ” es la marca de tiempo en la cual se recopiló el punto.

**Definición 2.** Trayectoria: Es una lista ordenada de puntos  $p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$ , donde  $p_j = (x_j, y_j, t_j)$  y  $t_1 < t_2 < t_3 < \dots < t_n$ . Una trayectoria, tiene un conjunto de características físicas (longitud, velocidad, aceleración, dirección, etc.), que pueden ser extraídas de los puntos que componen el recorrido para luego ser utilizadas como parámetros de segmentación (Spaccapietra et al., 2008).

**Definición 3.** Subtrayectoria: Una subtrayectoria  $s$  de  $T$  es una lista de puntos consecutivos  $\langle p_k, p_{k+1}, \dots, p_{k+l} \rangle$ , donde  $p_i \in T$ ,  $k_1$  y  $k+l$ . Una subtrayectoria, representa la subdivisión de una trayectoria en diferentes partes (Bogorny et al., 2014).

**Definición 4.** Contexto: Es la información sobre el objeto en movimiento, procedente del mundo real, específicamente donde el objeto se mueve o de forma más abstracta el

conocimiento del dominio de la aplicación. Los ejemplos de información de contexto, sobre un objeto en movimiento pueden ser: la temperatura del objeto, la temperatura en el lugar por donde pasa el objeto, el clima, el transporte medios utilizados por el objeto para moverse, el objetivo del movimiento o la actividad realizada mientras se mueve (Bogorny et al., 2014).

**Definición 5.** Comportamiento: Es un conjunto de características que identifica un rumbo peculiar de un objeto en movimiento o un conjunto de objetos en movimiento. Un comportamiento puede definirse e inferirse en función de las características espacio-temporales de las trayectorias, o puede hacer uso de la información semántica (por ejemplo, el lugar que visita el objeto) (Parent et al., 2013).

## 2.2. Trayectorias Simbólicas

Las trayectorias Simbólicas buscan capturar alguna propiedad “semántica” dependiente del tiempo de un objeto en movimiento (Damiani et al., 2014).

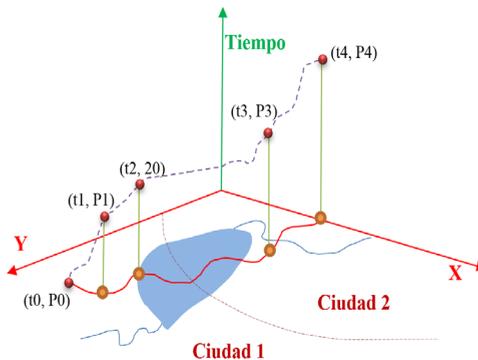


Figura 1 – Pista de movimiento en una representación 3D (espacio 2D + tiempo) (Spaccapietra & Parent, 2011)

La propiedad “semántica” puede derivarse del movimiento en sí o puede relacionar el movimiento con algún entorno (es decir, el espacio en el que se mueve el objeto), observar Figura 1. En síntesis, es una abstracción que captura ciertos aspectos de una trayectoria geométrica precisa. Algunos aspectos interesantes (llamados perfiles) (R. Güting & Valdés, 2015).

Una trayectoria simbólica es en su forma básica simplemente una etiqueta dependiente del tiempo, es decir, una función del tiempo en valores de etiqueta (cadenas de caracteres cortas). Tal función, se puede representar como una secuencia de pares  $\langle (i_1; l_1); (i_n; l_n) \rangle$  donde  $i_n$  es un intervalo de tiempo y  $l_n$  una etiqueta. Los intervalos de tiempo son inconexos (posiblemente adyacentes) y los pares de la secuencia están ordenados por tiempo. Por ejemplo, una trayectoria simbólica simple sería:  $\langle ([8:30 - 8:45], \text{caminar}), ([8:45 - 9:13], \text{tren}), ([9:13 - 9:19], \text{autobús}) \rangle$ . Las geometrías pueden ser de tipo punto, línea o región. Por tanto, un lugar es una representación simbólica de una entidad en el espacio con una referencia a su ubicación o extensión geométrica precisa. Existen cuatro

tipos de datos: etiqueta, rótulos, lugar y lugares definidos en la Tabla 1 (R. Güting & Valdés, 2015).

Tipo de Constructor	Firma	
<i>int, real, string, bool</i>		→Base
<i>label, labels, place, places</i>		→Symbolic
<i>point, points, line, region</i>		→Spatial
<i>instant</i>		→Time
<i>moving, intime</i>	Base U Symbolic U Spatial	→Temporal
<i>range</i>	Base U Time	→Range

Tabla 1 – Sistema de tipo extendido (R. Güting & Valdés, 2015)

La representación de un solo segmento, que consta del intervalo de tiempo y la descripción de la función, se denomina unidad (R. Güting & Valdés, 2015). Para los tipos de datos dados, se define un conjunto completo de operaciones. La mayoría de ellos son genéricos y aplicables a muchos de los tipos de datos disponibles. Dos ejemplos son: *deftime*:  $\text{moving}(\alpha) \rightarrow \text{periods}$  y *atinstant*:  $\text{moving}(\alpha) \times \text{instant} \rightarrow \text{intime}(\alpha)$ . Aquí el tipo de períodos es solo una abreviatura de rango (instantáneo). Por lo tanto, la operación “*deftime*” devuelve el conjunto de intervalos de tiempo cuando se define un objeto en movimiento (R. Güting & Valdés, 2015). Estas dos operaciones de ejemplo son genéricas, porque abarcan los tipos generados por el movimiento del constructor de tipos. Una segunda técnica para definir operaciones genéricas utilizada en (R. H. Güting et al., 2000) introduce los llamados espacios, donde un espacio contiene tipos de puntos y tipos de conjuntos de puntos. Básicamente, un valor de un tipo de punto es un elemento único de algún dominio (“space”) y un tipo de conjunto de puntos tiene un conjunto de valores de este dominio. Dos espacios de ejemplo son *Int* y *2D*. El espacio *Int* tiene tipos *int* y *range (int)*. El primero puede representar un solo valor entero y el segundo un conjunto de valores enteros. Por lo tanto, *int* es el tipo de punto y rango (*int*) el tipo de conjunto de puntos de espacio *Int* (R. Güting & Valdés, 2015).

### 2.2.1. Modelo Discreto en Trayectorias Simbólicas

El modelo discreto proporciona representaciones finitas para todos los tipos del modelo abstracto. Para los tipos en movimiento se introduce la denominada representación en rodajas. Eso significa que, para representar una función del tiempo, el dominio del tiempo se corta en intervalos de tiempo inconexos (porciones) tales que, dentro de cada rebanada, el desarrollo puede representarse mediante una simple función del tiempo. La Figura 2 ilustra la representación dividida para un movimiento (real) y un movimiento (punto)(R. Güting & Valdés, 2015).

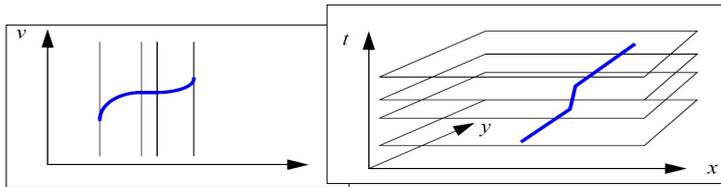


Figura 2 – Representaciones en rodajas, movimiento (real) y movimiento (punto).  
(Güting, Valdés, & Damiani, Symbolic Trajectories, 2015)

Dentro del modelo abstracto, las trayectorias simbólicas son definidas como funciones del tiempo, por otro lado, el modelo discreto representa estas trayectorias como la representación de tipos en movimiento ( $\alpha$ ) existentes dentro del dominio discreto  $D\alpha$ , como movimiento (entero) o movimiento (booleano). Efectivamente, una trayectoria simbólica se representa en el nivel discreto como una secuencia de unidades donde cada unidad consta de un intervalo de tiempo y un valor del tipo respectivo (etiqueta, etiquetas, lugar y lugares). Dentro de la secuencia, los intervalos de tiempo de las unidades son inconexas (pero posiblemente adyacentes) y las unidades están ordenadas por intervalos de tiempo (R. Güting & Valdés, 2015). Una trayectoria simbólica se puede denotar como  $u_1 \dots u_n$  para  $n \geq 0$  donde  $u_i$  es una unidad, o como una secuencia de pares  $\langle (i_1; l_1) \dots, (i_n; l_n) \rangle$  donde  $i_n$  es un intervalo de tiempo y  $l_n$  es una etiqueta (respectivamente conjunto de etiquetas, etc.). Así mismo, los intervalos de tiempo se representan como cuatro tuplas  $(s, e, lc, rc)$  donde  $s$  y  $e$  son instantes con  $s < e$ , y  $lc$  y  $rc$  son valores booleanos que indican si el intervalo está cerrado a la izquierda y/o cerrado a la derecha. Esto hace posible tener intervalos adyacentes pero inconexas (R. Güting & Valdés, 2015).

Por tanto, un ejemplo de trayectoria simbólica de tipo `mlabel` es:

```
< ((2013-01-17-9:02:30, 2013-01-17-9:05:51, T, F), "Queen Anne St"),
  ((2013-01-17-9:05:51, 2013-01-17-9:10:16, T, F), "Wimpole St"),
  ((2013-01-17-9:18:44, 2013-01-17-9:20:10, T, F), "Queen Anne St") >
```

#### 2.4. Construcción de Trayectorias Simbólicas

Una trayectoria simbólica es obtenida, mediante la intersección de trayectorias geométricas con distintas áreas de ubicación. El modelo supone que las áreas de ubicación son inconexas, de modo que un objeto en movimiento puede estar en un momento dado solo dentro de una de las áreas. Luego, un `mlabel` es suficiente para la representación (para el caso que existieran áreas superpuestas, se usaría un tipo de dato `mlabels`). La representación de la trayectoria descrita se presenta en la Figura 3.

Las trayectorias simbólicas se pueden construir utilizando las operaciones detalladas a continuación: `passes (mpoint, region) → bool`; `at (mpoint, region) → mpoint`; `components (mpoint) → set(mpoint)`; `deftime (mpoint) → periods`; `the unit (periods, label) → ulabel`; `makemvalue (set (ulabel) → mlabel`. Operaciones que, ya están disponibles en el sistema de implementación de `Secondo` (R. Güting & Valdés, 2015).

### 2.5. Coincidencia de Patrones

Las condiciones son expresiones booleanas sobre atributos de variables, constantes y objetos de base de datos utilizando operaciones arbitrarias disponibles en los respectivos tipos de datos (Valdés & Güting, 2013). La escritura del patrón con condiciones tiene la siguiente forma:

<patrón con variables> // <condición 1>, ..., <condición q>

Las tuplas de la relación, que coinciden con el patrón definido en la respectiva regla devuelven un mlabel con las dos primeras unidades especificadas.

Definición de expresiones sobre P: Sea P un patrón y B una unión para las variables en var (P). Sea DB una base de datos, C un dominio de constantes y  $\Sigma$  un conjunto de operaciones. El conjunto de expresiones sobre P denotado E (P) se define a continuación. Además, para una expresión e  $\in$  E(P) su evaluación para la unión de B también se define, denotada eval (e, B) (R. Güting & Valdés, 2015).

1.  $(o, t, v) \in DB \Rightarrow o$  es un expresión de tipo t, y  $eval(o, B) = v$ .
2.  $(c, t, v) \in C \Rightarrow c$  es una expresión de tipo t, y  $eval(c, B) = v$ .
3.  $v \in var(P)$  attr es un atributo de v de tipo  $t \Rightarrow v: attr$  es una expresión de tipo t, y  $eval(v.attr, B) = val(v.attr, B)$ .
4. Para  $m \geq 0, e_1, \dots, e_m$  son expresiones de tipo  $t_1, \dots, t_m$ , respectivamente, y  $\sigma \in \Sigma_{t_1, \dots, t_m, t} \Rightarrow \sigma(e_1, \dots, e_m)$  es una expresión de tipo t, y  $eval(\sigma(e_1, \dots, e_m), B) = f\sigma( eval(e_1, B), \dots, eval(e_m, B) )$ .

Definición de un patrón con condiciones: es un par (P, C) donde P es un patrón y C un conjunto de expresiones de tipo booleano sobre P.

Definición de coincidencia de patrones para patrones con condiciones: Sea  $U = \langle u_1 \dots u_n \rangle, n \geq 0$  ser una secuencia de unidades, cada  $u_i$  de tipo ulabel. Sea (P, C) un patrón con condiciones.

U coincidencia (P,C) con unión B:  $\Leftrightarrow$  U coincidencia P con enlace B y  $\forall c \in C: eval(c, B) = verdadero$  (R. Güting & Valdés, 2015).

### 2.6. Reescritura de Trayectorias

Los patrones con variables son utilizados para reescribir una trayectoria dada en alguna otra forma. De acuerdo con lo anterior, para reescribir una trayectoria primero es necesario introducir reglas de la forma:

<patrón> => <patrón de resultado>

<patrón> // <condiciones> => <patrón de resultado>

Un patrón de resultado es una subsecuencia de las variables que ocurren en el patrón. Por ejemplo:

$X(\_ a) Y(\_ b) Z^*(\_ c)^* \Rightarrow XY$

Asignaciones y nuevas variables: Los valores vinculados a las variables en los patrones de resultados también se pueden cambiar, esto es posible a través de asignaciones. Las reglas de reescritura tienen la siguiente estructura organizativa:

<patrón> => <patrón de resultado> // <asignaciones>

<patrón> // <condiciones> => <patrón de resultado> // <asignaciones>

Donde el tipo de atributo y el tipo de expresión deben ser iguales. Por ejemplo, una regla completa con condiciones y asignaciones puede tener el siguiente aspecto:

X(\_ a) Y(\_ b) Z\*(\_ c) \*// Z.card > 2, X.start > theinstant (2011, 1, 1)=> X Y

Se permiten asignaciones solo a atributos de variables unitarias. Esto se debe a que los atributos de las variables de secuencia describen en general agregaciones sobre toda la secuencia de unidades emparejadas (etiquetas, tiempo y tarjeta); por lo que no se les puede asignar valores.

### 3. Metodología para el Desarrollo, Consulta y Modificación de Trayectorias Simbólicas

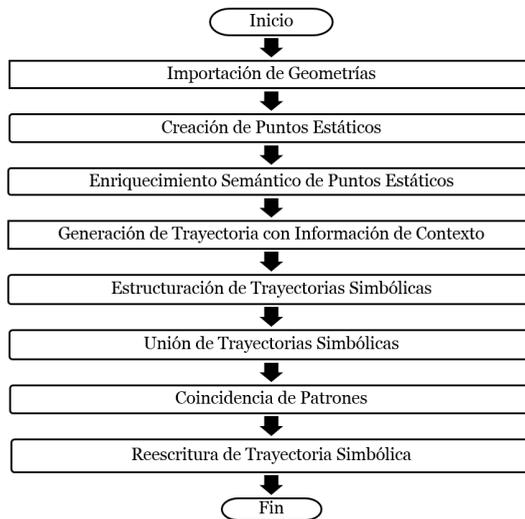


Figura 3 –Diagrama de flujo que reseña la metodología general de trabajo

En la figura 3, se presenta la metodología desarrollada en el proceso de enriquecimiento, consulta y transformación de trayectorias simbólicas.

El proceso metodológico inicia con la importación del contexto geográfico al sistema Secondo (Guting et al., 2005), utilizando los operadores `dbimport2` y `shpimport2`, los cuales permiten obtener una secuencia de objetos espaciales a partir de un archivo shapefile, este procedimiento se detalla la Figura 4. Enseguida, se ejecuta el proceso definido en la figura 5, el cual importa la trayectoria sin procesar capturada con un receptor GPS, la cual previamente fue transformada al formato CSV (valores separados por comas). Mediante los operadores `str2instant` y `makepoint`, se crean los instantes y los puntos estáticos asociados al recorrido.

**Algorithm 1:** Importación de Geometrías

---

```

Input: CrearTablaComo (let (Tabla_Geometria_Contexto));
Input: ImportarDBFComo (dbimport2(archivo.dbf));
Input: ImportarSHPComo (shpimport2 (archivo.shp));
Input: UnirRegistrosComo (filter (obojoin (archivo.dbf, archivo.shp)), (isdefined (bbox (GeoData))));
Output: CompilarTabla (consume (Tabla_Geometria_Contexto));
End

```

---

Figura 4 – Pseudocódigo de Importación de Geometrías

**Algorithm 2:** Creación de Puntos Estáticos

---

```

Input: CrearTablaComo (let (Crudo));
Input: ImportarCSVComo (Crudo, (csvimport (Trayectoria_SITP, Trayectoria.csv)));
Output: CompilarTabla (consume (Crudo));
Input: CrearTablaComo (let (PuntosTrayectoria);
Input: ExtenderTablaComo (feed (Crudo, ((I, (strzinstant (Fecha + "-" + UTC))), (P, (makepoint (Longitud, Latitud))))));
Input: OrdenarTabla ((Fecha, asc), (I asc));
Input: AdicionarContador((Id,1), addcounter);
Output: CompilarTabla (consume (PuntosTrayectoria));
End

```

---

Figura 5 – Pseudocódigo de Creación de Puntos Estáticos

En la figura 6, se extienden los atributos de las tablas elaboradas en las figuras 4 y 5. Mediante el operador `itSpatialJoin`, se realiza la unión espacial de las dos tablas, tomando como parámetros los atributos geométricos de cada relación. El resultado es un flujo de registros con rectángulos que se cruzan, construidos como concatenación de las relaciones de origen. Finalmente se proyectan los registros tomando de la trayectoria cruda su geometría e instante y de la relación que almacena la geometría poligonal, el nombre que describe su composición geométrica.

**Algorithm 3:** Enriquecimiento Semántico de Puntos Estáticos

---

```

Input: CrearTablaComo (let (UnionEspacial));
Input: ExtenderTablaComo (feed (Geometria_Punto_Estatico as p);
Input: ExtenderTablaComo (feed (Geometria_Poligonal as d);
Input: UnirEspacialmente (itSpatialJoin (GeometriaPuntoEstatico_p, GeometriaPoligonal_d));
Input: FiltrarRegistros (filter (ininterior (GeometriaPuntoEstatico_p, GeometriaPoligonal_d));
Input: ExtenderAtributos (projectextend ((Punto (GeometriaPuntoEstatico_p)), Nombre (NombreGeometriaPoligonal_d), (Instante (InstantePuntoEstatico_p))));
Input: OrdenarTabla (sortBy (Instante) asc);
Output: CompilarTabla (consume (UnionEspacial));
End

```

---

Figura 6 – Pseudocódigo de Enriquecimiento Semántico de Puntos Estáticos

En la figura 7, se detalla la construcción de un punto en movimiento asociado a los nombres que identifican la composición geométrica de las geometrías de contexto. Se utiliza el operador `groupby` para agrupar las tuplas de la relación por los nombres de la geometría de contexto, igualmente para enriquecer los grupos con otras funciones, en este caso, mediante la función “`approximate`”, la cual genera un objeto en movimiento a partir de los argumentos pares de tiempo y unidad geométrica, obteniendo como resultado un conjunto de unidades que describen la evolución temporal entre cada par de puntos de datos consecutivos. Para finalizar se proyecta la tupla con los atributos que almacenan los nombres de la geometría de contexto y los puntos en movimiento de la trayectoria, simultáneamente se amplía la relación con nuevos atributos, específicamente con los instantes iniciales y finales de cada movimiento. Para finalizar, se filtra la información, eliminando los instantes no definidos.

---

**Algorithm 4:** Trayectoria con información de contexto

---

**Input:** `CrearTablaComo (let (TrayectoriaContexto));`

**Input:** `ExtenderTablaComo (feed (UnionEspacial));`

**Input:** `ConectarObservacionesSucesivas (Nombre_Geometria_Contexto, (TrayectoIDA, (group feed approximate (Instante, Punto))));`

**Input:** `ExtenderAtributos (projectextend (Nombre_Geometria_Contexto, TrayectoIDA, (InstInic, inst (initial (TrayectoIDA))), (InstFin, inst (final (TrayectoIDA))), (Vacio, (isempty (InstInic))));`

**Input:** `FiltrarRegistros (filter (Vacio = FALSE));`

**Input:** `OrdenarTabla (sortBy (InstInic) asc);`

**Input:** `ProyeccionCerrada (Nombre_Geometria_Contexto, TrayectoIDA, InstInic, InstFin);`

**Output:** `CompilarTabla (consume (TrayectoriaContexto));`

**End**

---

Figura 7 – Pseudocódigo Generación de Trayectoria con Información de Contexto

Una trayectoria simbólica puede derivarse de una trayectoria geométrica, a veces llamada trayectoria cruda en la literatura, a su vez puede expresar en cualquier momento información semántica del contexto o de su propio movimiento. Para la creación de la trayectoria simbólica es necesario ejecutar el algoritmo definido en la figura 8, el cual utiliza una combinación hash entre la tabla que almacena la cartografía base importada en formato shape (datos del contexto geográfico) y la trayectoria de puntos en movimiento, mediante el nombre asociado a la composición geométrica de la información de contexto. Luego de obtener esta unión por atributo, se proyecta la tupla con: la geometría de la trayectoria, sus instantes iniciales y finales, un etiquetado que encapsula las características más relevantes de la información de contexto, así como, la duración de cada segmento. Luego de organizar los registros de manera ascendente por su instante inicial, se extiende nuevamente la tupla, con la finalidad de crear un objeto tipo `mlabel`, mediante el operador `makemvalue`, para realizar esto, es necesario ejecutar el operador `the_unit`, utilizando como parámetros: el etiquetado, el instante inicial y el instante final en cada movimiento.

---

**Algorithm 5:** Generación de una Trayectoria Simbólica

---

**Input:** CrearTablaComo (let (TrayectoriaSimbolica));  
**Input:** ExtenderTablaComo (feed (TrayectoriaContexto));  
**Input:** ExtenderTablaComo (feed (Geometria\_Tipo\_Punto or Geometria\_Poligonal));  
**Input:** UnirEspacialmente (itSpatialJoin (Nom\_TrayetContexto, Nom\_Geom));  
**Input:** ExtenderAtributos (projectextend (TrayectoIDA, InstInic, InstFin, (Etiquetado, (tolabels (Etiquetas\_TrayectoriaContexto))));  
**Input:** OrdenarTabla (sortBy (InstInic) asc);  
**Input:** ExtenderAtributos (projectextend (Etiquetado, TrayectoIDA, InstInic, InstFin, Duracion, (Tray\_Simbo, ((the\_unit (Etiquetado, InstInic, InstFin, TRUE, FALSE) feed transformstream makemvalue (Elem))))));  
**Input:** AdicionarContador ((Identificador, 1), addcounter);  
**Input:** ProyeccionCerrada (Identificador, Tray\_Simbo, TrayectoIDA, InstInic, InstFin, Etiquetado);  
**Output:** CompilarTabla (consume (TrayectoriaSimbolica));  
**End**

---

Figura 8 – Pseudocódigo Generación de una Trayectoria Simbólica

Es importante unir las trayectorias simbólicas creadas, debido a que el proceso de coincidencia de patrones realiza la selección sobre un conjunto de tuplas o registros, por otro lado, aunque la reescritura de trayectoria si permite hacer modificación sobre una sola trayectoria, almacenada en una sola tupla, no tendría mucho sentido su ejecución, ya que se plantea hacer una selección preliminar sobre un conjunto de registros. Para llevar a cabo la unión, se crea la relación “TrayectoriaSimbolicaU”, como se define en la figura 9, la cual almacena todos los registros asociados con las trayectorias simbólicas creadas, enseguida se ordenan las tuplas ascendentemente, de acuerdo con el identificador presente en cada relación, luego se unen los registros mediante el operador merge. Para finalizar, se adiciona un contador, el cual hace parte de los campos de salida junto con el atributo asociado a la etiqueta en movimiento y el punto en movimiento.

---

**Algorithm 6:** Unión de Trayectorias Simbólicas

---

**Input:** CrearTablaComo (let (TrayectoriaSimbolicaU));  
**Input:** UnirTablasComo (merge ((feed (TrayectoriaSimbolicaA) (sortBy (Id) asc)), (feed (TrayectoriaSimbolicaB) (sortBy (Id) asc))));  
**Input:** OrdenarTabla (sortBy (Id) asc);  
**Input:** AdicionarContador ((Cont, 1), addcounter);  
**Input:** ProyeccionCerrada (Cont, Tray\_Simbo, TrayectoIDA);  
**Output:** CompilarTabla (consume (Agrupacion));  
**End**

---

Figura 9 – Pseudocódigo Unión de Trayectorias Simbólicas

Con el objetivo de establecer un lenguaje más expresivo que permita la recuperación de trayectorias simbólicas, se desarrollan un conjunto de patrones dentro del ámbito del sistema extensible de base de datos Secondo. Un patrón permite la descripción de una lista de unidades con algún tipo de estructura o contenido deseado, puede ser definido directamente dentro de la consulta o almacenado como un constructor de tipos, para luego ser llamado dentro de la función que realiza el proceso de coincidencia.

En la figura 10, se observa la creación de la variable “Patron1”, que almacena un patrón en el cual se definen las unidades que representan el movimiento de un objeto en movimiento, dentro de un contexto de enriquecimiento específico. El patrón implementado está definido de la siguiente manera: un par entre paréntesis denota un patrón de unidad, es decir, coincidencia con una unidad. El símbolo de subrayado coincide con cualquier elemento correspondiente de un par de unidades, por lo que todos los intervalos de tiempo son coincidencias, por lo tanto, la etiqueta del patrón coincide con una etiqueta de unidad si son iguales. El símbolo \* coincide con una secuencia de unidades (o o más). Por lo tanto, el patrón coincide con una secuencia (un valor de mlabel) que tiene primero una secuencia arbitraria de unidades, luego una unidad con etiqueta T, enseguida una secuencia arbitraria de unidades, después una unidad con etiqueta A. El símbolo “//” establece las condiciones desarrolladas sobre las unidades descritas. Para efectos del pseudocódigo se estableció que los registros con valores presentes tanto en el etiquetado como en el periodo evaluado sean seleccionados en la consulta. Luego de definir el patrón de consulta, se crea la tabla PatronA, en la cual se extienden los registros de la tabla TrayectoriasSimbolicaU, inmediatamente se filtra la información mediante el operador matches, el cual devuelve los registros de la relaciona TrayectoriasSimbolicaU que coinciden con las características definidas en el Patron1.

---

**Algorithm 7:** Coincidencia de Patrones en Trayectorias Simbólicas  
**Input:** DefinirVariablePatron (let Patron1 (\*T ( ) \* A ( ) ...; // (T. label) and/or (T. time) ( ) ));  
**Input:** CrearTablaComo (let (PatronA));  
**Input:** ExtenderTablaComo (feed (TrayectoriaSimbolicaU));  
**Input:** FiltrarRegistros (filter (matches, (Tray\_Simbo PatronA)));  
**Input:** AdicionarContador ((Identificador, 1), addcounter);  
**Input:** ProyeccionCerrada (Identificador, Tray\_Simbo, TrayectoIDA);  
**Output:** CompilarTabla (consume (Patron1));  
**End**

---

Figura 10 – Pseudocódigo Coincidencia de Patrones en Trayectorias Simbólicas

Los patrones por sí solos permiten la selección de trayectorias de acuerdo a las características temporales y semánticas de un grupo de unidades, por su parte la reescritura de trayectorias admite reescribir una trayectoria mediante el uso de patrones con variables. A modo de ejemplo, en la figura 11, se establece el mismo patrón del punto anterior, con la salvedad que en este caso se hace uso de los operadores rewrite y projectextendstream, los cuales permiten respectivamente, modificar la estructura interna de la trayectoria simbólica de acuerdo con las unidades definidas en la consulta y proyectar el flujo de registros resultantes a una lista especificada de nombres. Debido a que las trayectorias simbólicas únicamente están definidas en el segmento temporal y simbólico dentro del modelo de (R. Güting & Valdés, 2015), es necesario adicionarle las características espaciales a su estructura, para ello se transforma el objeto mlabel (obtenido en el proceso de reescritura) en un flujo de unidades almacenadas en la variable “Fragmentar”, la cual a su vez, es usada para obtener los instantes iniciales

y finales de cada unidad, con ayuda de los operadores inst, initial y final. Mediante operador createPeriods, se calculan los periodos de los intervalos únicos, representados por los instantes iniciales y finales previamente obtenidos. Para finalizar, con ayuda del operador atperiods se restringe el segmento espacial, almacenado en el punto en movimiento de la trayectoria a los periodos obtenidos.

---

**Algoritmo 8:** Reescritura de Trayectorias Simbólicas

```

Input: DefinirVariablePatron (let PatronR (*T ( ) * A ( ) ...; // (T. label) and/or (T. time) ( ) =>C);
Input: CrearTablaComo (let (Reescritura1));
Input: ExtenderTablaComo (feed (TrayectoriaSimbolicaU));
Input: ReescribirTrayectoria (projectextendstream (TrayectoIDA, (Trayectoria, (rewrite (Tray_Simbo, PatronR))));
Input: UnirRegistrosObjetosComo (projectextendstream (TrayectoIDA, (Fragmentar, (units (Trayectoria))));
Input: ExtenderAtributos (projectextend (Fragmentar, TrayectoIDA, (InstInic, (inst (initial (Fragmentar))))), (InstFin, (inst (final (Fragmentar))))));
Input: ExtenderAtributos (projectextend (Fragmentar, (Periodo, (createPeriods (InstInic, InstFin, TRUE, FALSE))));
Input: ExtenderAtributos (projectextend (Fragmentar, (Movimiento, (atperiods (TrayectoIDA, Periodo))));
Output: CompilarTabla (consume (Reescritura1));
End
    
```

---

Figura 11 – Pseudocódigo Reescritura de Trayectorias Simbólicas.

#### 4. Implementación

La implementación de la metodología es realizada en el sistema de bases de datos extensible Secondo, el cual es de código abierto y permite la gestión de datos sin aplicativos adicionales. En Secondo, toda la implementación de un modelo de datos en particular se realiza dentro de los módulos de álgebra, es por esta razón que, para la construcción, consulta y transformación de las trayectorias se elaboraron 8 algoritmos que hacen uso de 31 métodos, almacenados en 6 algebras. El resultado es un conjunto de 30 trayectorias simbólicas, disponibles para realizar los procesos de coincidencia de patrones y reescritura de trayectorias. En la figura 12, se presenta el resultado obtenido en Javagui, la interfaz gráfica del sistema Secondo, para una de las trayectorias simbólicas desarrolladas con el recorrido del bus de SITP.

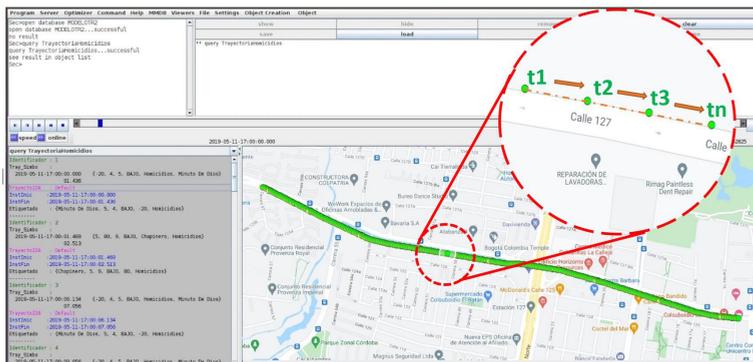


Figura 12 – Consulta de una Trayectorias Simbólica en Secondo.

Los datos con los cuales se evaluó la metodología propuesta, corresponden a la trayectoria que cubre la ruta 108 de un bus del SITP (Sistema Integrado de Transporte Publico), registrada el día 11 de mayo del año 2019 y el recorrido realizado por un transeúnte en la localidad de Suba, específicamente en la ciudad de Bogotá el 22 de agosto del año 2019. Los algoritmos elaborados calcularon 30 trayectorias simbólicas, con los dos trayectos realizados, sus variaciones fueron desarrolladas mediante 15 geometrías que almacenaron información del contexto geográfico. Asimismo, se ejecutaron 6 procesos de coincidencia de patrones y 2 de reescritura de trayectorias.

## 5. Conclusiones

Se observa que contrario a la gran cantidad de literatura que abarca el tema del enriquecimiento semántico, existen pocos ejemplos prácticos que presentes de manera conjunta el proceso de estructuración de una trayectoria simbólica a partir de una trayectoria GPS (sin procesar). (R. Güting & Valdés, 2015) presenta todo el marco teórico de las trayectorias simbólicas y algunas implementaciones prácticas, pero de manera desagregada. El artículo desarrollado, presenta el sistema sobre el cual se puede implementar los procesos detallados en los pseudocódigos con información real.

Segundo presenta un sistema extensible bastante robusto en lo que respecta a sus álgebras y diferentes tipos de datos, además tiene un prototipo bastante estable, que ha sido trabajado desde el año 1995, esto es bastante importante, ya que existen muchas publicaciones científicas sobre bases de datos que soportan geometrías dependientes del tiempo que cambian continuamente, pero son muy pocas las que desarrollaron un aplicativo de investigación o comercial, con un repositorio de datos confiable.

El sistema de base de datos extensible usado en la implementación del modelo, no tiene un tipo de dato que represente integralmente los componentes: temporales, semánticos y geográficos de un objeto tipo punto en movimiento, por lo tanto, en el proceso de reescritura de la trayectoria fue necesario restringir el punto en movimiento a los instantes obtenidos en la selección de unidades sobre la etiqueta en movimiento, obteniendo así la caracterización completa del recorrido.

Aunque el sistema extensible de bases de datos Segundo tiene un sólido conjunto de álgebras bien desarrolladas, así como literatura sobre las trayectorias simbólicas. Aún no ha sido planteado un conjunto de métodos estructurados que permitan la adición semántica de un punto en movimiento con información relacionada con el contexto de la trayectoria, es por ello que la metodología planteada se ocupó de construir, consultar y modificar las trayectorias representadas, a partir de los datos recolectados en el movimiento de un bus del servicio público de transporte en la ciudad de Bogotá.

## Referencias

- Bogorny, V., Renso, C., Aquino, A. R. de, Siqueira, F. de L., & Alvares, L. (2014). CONSTAnT - A Conceptual Data Model for Semantic Trajectories of Moving Objects. Trans. GIS. <https://doi.org/10.1111/tgis.12011>

- Damiani, M. L., Issa, H., Güting, R. H., & Valdes, F. (2015). Symbolic trajectories and application challenges. *SIGSPATIAL Special*, 7(1), 51-58. <https://doi.org/10.1145/2782759.2782768>
- Damiani, M. L., Issa, H., Güting, R., & Valdés, F. (2014). Hybrid Queries over Symbolic and Spatial Trajectories: A Usage Scenario. *Proceedings - IEEE International Conference on Mobile Data Management*, 1, 341-344. <https://doi.org/10.1109/MDM.2014.49>
- Guting, R. H., Almeida, V., Ansoerge, D., Behr, T., Ding, Z., Hose, T., Hoffmann, F., Spiekermann, M., & Telle, U. (2005). SECONDO: An extensible DBMS platform for research prototyping and teaching. *21st International Conference on Data Engineering (ICDE'05)*, 1115-1116. <https://doi.org/10.1109/ICDE.2005.129>
- Güting, R. H., Böhlen, M. H., Erwig, M., Jensen, C. S., Lorentzos, N. A., Schneider, M., & Vazirgiannis, M. (2000). A foundation for representing and querying moving objects. *ACM Transactions on Database Systems*, 25(1), 1-42. <https://doi.org/10.1145/352958.352963>
- Güting, R., & Valdés, F. (2015). Symbolic Trajectories. *ACM Transactions on Spatial Algorithms and Systems*, 1, 1-51. <https://doi.org/10.1145/2786756>
- Kwakye, M. M. (2020). Conceptual Model and Design of Semantic Trajectory Data Warehouse. *International Journal of Data Warehousing and Mining (IJDWM)*, 16(3), 108-131.
- Miao, Y., Tang, X., & Wang, Z. (2020). An Automatic Semantic Map Generation Method Using Trajectory Data. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLIII-B4-2020, 63-67. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B4-2020-63-2020>
- Parent, C., Spaccapietra, S., Renso, C., Andrienko, G., Andrienko, N., Bogorny, V., Damiani, M. L., Gkoulalas-Divanis, A., Macedo, J., Pelekis, N., Theodoridis, Y., & Yan, Z. (2013). Semantic trajectories modeling and analysis. *ACM Computing Surveys*, 45(4), 42:1-42:32. <https://doi.org/10.1145/2501654.2501656>
- Spaccapietra, S., Parent, C., Damiani, M., Macêdo, J., Porto, F., & Vangenot, C. (2008). A conceptual view on trajectories. *Data Knowl. Eng.* <https://doi.org/10.1016/j.datak.2007.10.008>
- Statista, (2021). *Number of mobile devices worldwide 2020-2025*. <https://www.statista.com/statistics/245501/multiple-mobile-device-ownership-worldwide/>
- Valdés, F., & Güting, R. (2013). Symbolic Trajectories in SECONDO: Pattern Matching and Rewriting. 7826, 450-453. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-37450-0\\_34](https://doi.org/10.1007/978-3-642-37450-0_34)
- Yan, Z., Chakraborty, D., Parent, C., Spaccapietra, S., & Aberer, K. (2013). Semantic trajectories: Mobility data computation and annotation. *ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology*, 4(3), 49:1-49:38. <https://doi.org/10.1145/2483669.2483682>

# Formato audiovisual para la intervención ciudadana en los medios de comunicación

Abel Suing, Juan Carlos Maldonado, Juan Pablo Arrobo-Agila

arsuing@utpl.edu.ec; jcmaldonado2@utpl.edu.ec; jparrobo1@utpl.edu.ec

Universidad Técnica Particular de Loja, Departamento de Ciencias de la Comunicación, Grupo de Investigación "Comunicación y Cultura Audiovisual", Calle M. Champagnat, 11-01-608, Loja, Ecuador.

Pages: 703-719

**Resumen:** La necesidad de acrecentar la participación de los ciudadanos en los medios de comunicación para lograr diversidad y pluralidad motivó un proyecto educativo en la Universidad Técnica Particular de Loja para identificar las manifestaciones de ciudadanía y diseñar un formato audiovisual para informativos que involucre a las personas. Las preguntas de investigación son: 1) ¿Qué temas incluyen los medios de comunicación relacionados con la ciudadanía? 2) ¿Qué formato sugieren los ciudadanos?; y, 3) ¿Qué piensan los jóvenes sobre el ensayo audiovisual resultante de la aplicación de la metodología de investigación-acción que guía esta intervención? Los resultados demuestran que se apoya la formación de competencias y la innovación. Las manifestaciones de ciudadanía en la televisión del Ecuador son tradicionales en relación a los Derechos Humanos. La cobertura informativa de la televisión no avanza al ritmo de las demandas sociales. Queda un esquema a ser replicado en otros contextos y un aporte para la participación de la comunidad.

**Palabras-clave:** Ciudadanía comunicativa; democracia audiovisual; formatos audiovisuales; libertad de expresión; medios de comunicación.

## *Audiovisual format for citizen intervention in the media*

**Abstract:** The need to increase citizens' participation in the media in order to achieve diversity and plurality motivated an educational project at the Universidad Técnica Particular de Loja to identify the manifestations of citizenship and design an audiovisual format for news programs that involves people. The research questions are: 1) What topics do the media include related to citizenship? 2) What format do citizens suggest? and, 3) What do young people think about the audiovisual essay resulting from the application of the action-research methodology that guides this intervention? The results show that it supports the formation of competencies and innovation. The manifestations of citizenship in Ecuadorian television are traditional in relation to Human Rights. Television news coverage does not keep pace with social demands. It remains a scheme to be replicated in other contexts and a contribution to community participation.

**Keywords:** Communicative citizenship; audiovisual democracy; audiovisual formats; freedom of expression; media.

## 1. Introducción

Una de las condiciones para lograr pluralidad en los medios de comunicación es la participación de los ciudadanos, es decir, escuchar opiniones, establecer diálogos, abrir los micrófonos y los sets a las personas, comunidades y colectivos, y así abonar a la democratización de la palabra, e implícitamente a sociedades justas e inclusivas (Burch et al., 2004).

La participación en los medios de comunicación es una dimensión de la libertad de expresión, que comprende tres niveles (Berrigan, 1979; Guzmán, 2013; Rossi, 2012): la intervención de la población en la producción de los mensajes, en la toma de decisiones; y, en la formulación de planes y políticas de comunicación masiva (Unesco, 1977).

Las formas frecuentes de participación son los envíos de artículos, cartas, intervenciones en programas de radio o televisión para opinar o hacer denuncias públicas (García-Martín, 2020; González-Pedraz & Pérez-Rodríguez, 2019), y “los programas que permiten respuestas del público” (Unesco, 2008, p. 42).

Pese a su importancia, la participación no ocurre de forma frecuente, hay temas relevantes para las audiencias rezagados en las agendas mediáticas, las manifestaciones de la ciudadanía son mínimas al no contar con espacios para debatir frente a actores corporativos, surgen entonces desafíos para ampliar los procesos deliberativos (Contreras & Montecinos, 2019; Thompson, 1998).

Por otro lado, el fenómeno de la comunicación digital y las redes sociales exigen acompañar a la ciudadanía de competencias mediáticas. En este contexto las versiones en línea de los medios de comunicación ofrecen posibilidades para ampliar la participación y fomentar la ciudadanía comunicacional a través de una mediación creativa (Mutirão de comunicação, 2010) que anima al ciudadano a tener un papel activo en la vida política (Uganda, 2015).

Del conjunto de géneros y formatos de comunicación, los informativos se prestan para la participación, pero son “menos atractivos para los menores de 30 años. Hay una razón de fondo: gracias al consumo en las redes sociales y la información continua, muchos ya conocen las noticias” (García-Avilés, 2020), por ello la televisión debe innovar, experimentar hasta ubicar la alternativa que se ajuste a nuevas formas de consumo.

Los jóvenes prefieren las redes sociales para informarse debido a que los medios tradicionales no reconocen sus narraciones ni sus modos de vivir (Dada, 2018), “los noticiarios no cuentan las cosas como les gusta a los jóvenes ni les ofrecen un producto mínimamente atractivo” (García-Avilés et al., 2019, p. 195).

En el contexto referido, emergen oportunidades para revisar los formatos informativos audiovisuales y determinar cómo volverlos atractivos para la participación de los ciudadanos, particularmente de los jóvenes.

En búsqueda de un formato que responda a las preferencias de los jóvenes, se difunda a través de redes sociales e invite a la participación se ensaya con “el video corto [...] vía Twitter en los programas de la televisión tradicional” (Larrondo-Ureta et al., 2020, p. 1446), el video “forma parte del ecosistema digital de los medios de comunicación, de las redes sociales y de los universos virtuales de creación y consumo de contenidos a través

de dispositivos tecnológicos” (Rajas et al., 2018, p. 313), a ello se “incorporan muchos más indicadores y elementos gráficos” (Zomeño & Blay-Arráez, 2017, p. 1190).

Con formatos cercanos a las audiencias los medios “pueden aprovechar las aportaciones realizadas por los usuarios [...] para dar voz a aquellos sectores o colectivos que tienen menos representación en la sociedad” (Suárez-Villegas et al., 2020, p. 3), y así concienciar y movilizar a los actores sociales para incidir en asuntos públicos (Cabañes & Jaimen, 2020; Garcés & Acosta, 2019), en otras palabras, “hacer visibles y audibles una pluralidad de expresiones y de subjetividades contemporáneas que permita actualizar la democracia” (Venier, 2019, p. 138).

A partir de lo señalado, el propósito de la investigación es identificar los contenidos informativos relacionados con las manifestaciones de ciudadanía para diseñar un formato audiovisual que involucre a las personas y motive la participación en el tratamiento de sus derechos. Las preguntas de investigación son: 1) ¿qué temas relacionados con la ciudadanía incluyen los medios de comunicación social del Ecuador? 2) ¿qué formato audiovisual sugieren los ciudadanos para intervenir en los espacios informativos?; y, 3) ¿qué opiniones tienen los jóvenes sobre el ensayo informativo audiovisual resultante de esta intervención?

## 2. Metodología

La investigación es de tipo descriptivo y relacional (Hernández et al., 2000), se emplean metodologías de investigación-acción, cuantitativas y cualitativas. Participan 180 estudiantes de la carrera de comunicación, modalidad a distancia, de la Universidad Técnica Particular de Loja, en Ecuador, entre octubre de 2020 y febrero de 2021 en el marco de una iniciativa de buena práctica docente denominada “Ciudadanía comunicacional”.

El proyecto se sustenta en el paradigma de la investigación-acción (Efron & Ravid, 2019; Kemmis et al., 2013; Morales, 2016) que articula las metodologías cuantitativa y cualitativa con sus respectivos instrumentos. La investigación-acción tiene dos características, a) en cuanto a investigación, se trata de un procedimiento reflexivo, sistemático, supervisado y crítico, su meta es el análisis de un problema de la realidad; b) que el propósito sea la acción (Sigalat et al. 2019, p. 54). La investigación-acción tiende a depender de métodos cualitativos, aunque también se pueden utilizar métodos cuantitativos (Crothers, 2021), se realiza fundamentalmente en cuatro etapas (Ferrance, 2000; Mills, 2000): decidir sobre un área o pregunta de enfoque, recopilación de datos, interpretación de los datos; y, elaboración de un plan de acción.

Instrumentos empleados en este trabajo son:

1. Análisis de contenidos cuantitativo que considera las piezas informativas publicadas en los sitios Web de 82 medios de comunicación de coberturas local y nacional del Ecuador, entre el 16 de noviembre de 2020 y el 14 de enero de 2021, que incluyeron palabras clave vinculadas al concepto de ciudadanía. La selección de medios se realiza de forma intencionada, se ubicaron 180 notas. Las palabras clave (tradicionales y nuevas) relacionadas al concepto de ciudadanía provienen del estudio de Mendoza et al. (2019). Las piezas informativas se clasifican de

- acuerdo al tratamiento que reciben. Luego, los hallazgos se contrastan con las opiniones de 30 entrevistados, entre el 1 y el 30 de enero de 2021. Los perfiles de los consultados son (EM = entrevistada mujer; EH = entrevistado hombre) 14 mujeres y 16 hombres, residentes en Loja, Cuenca, Quito, Guayaquil, Riobamba, Ambato, que laboran como abogados, docentes, periodistas, en libre ejercicio profesional y estudiantes de comunicación y ciencias políticas.
2. Una encuesta sobre formatos audiovisuales aplicada a los estudiantes participantes del proyecto de buena práctica docente. Las variables de la encuesta se toman de tres investigaciones: “Nuevos formatos televisivos” (Riofrío, 2015), los formatos de televisión en el mundo (Saló, 2018), y “Calidad televisiva” (Ferrer, 2016). Se obtienen 91 respuestas entre el 18 y el 26 de enero de 2021.
  3. Un foro virtual de discusión sustentado en la propuesta de Arriazu (2007) para la investigación social on-line. El foro de discusión constituye un elemento para el aprendizaje reflexivo (Moreno & Gallo, 2016), define una metodología pedagógica para profundizar en aspectos que en otras circunstancias no sería posible (López, 2010). El foro se realizó entre el 8 y el 10 de marzo de 2021, participaron ocho personas: tres mujeres y cinco hombres, de 30 años de edad en promedio, residentes en Cuenca, Guayaquil, Loja, Machala y Zamora, profesionales en relaciones públicas, educación, comunicación, telecomunicaciones, derecho, diseño gráfico e informática.
  4. Una encuesta dirigida a conocer las apreciaciones sobre los formatos elaborados a partir de las reflexiones y opiniones recabadas en las etapas previas. La encuesta se aplicó entre el 28 de abril y el 4 de mayo de 2021, se obtuvieron 164 respuestas. Las encuestas corresponden a diseños no probabilísticos por conveniencia en razón de la disponibilidad de los participantes. Una muestra por conveniencia optimiza el tiempo y brinda información “de acuerdo con las circunstancias concretas que rodean tanto al investigador como a los sujetos o grupos investigados” (Sandoval, 2002, p. 124).

### 3. Resultados

La ejecución de la metodología implicó rastrear informaciones donde aparece por lo menos una de las palabras clave. Ubicadas las piezas informativas se asociaron los derechos que abordan, para este propósito se empleó el Tesoro de la Unesco.

En la tabla 1 está la relación entre las manifestaciones de ciudadanía con los derechos aludidos. Los datos muestran un patrón entre las expresiones (tradicionales y nuevas) de ciudadanía y los derechos civiles.

Para conocer el grado de asociación se realizó la prueba de Chi-cuadrado de Pearson, se determina un p-valor menor al 5%, por lo tanto, se prueba una asociación entre los temas de derechos civiles con las manifestaciones tradicionales de la ciudadanía. En la tabla 2 está el tratamiento periodístico sobre ciudadanía.

Manifestaciones	Temas y derechos											
	Diversidad biológica	Libertad de expresión	Política de salud	Identidad cultural	Problema social	Democracia	Deporte	Derechos civiles	Economía de mercado	Participación de la mujer	Vivienda	Totales
Tradicionales	4	7	11	8	11	13	2	61	10	2	3	132
Nuevas	1	2	0	4	1	3	7	15	3	10	2	48
Totales	5	9	11	12	12	16	9	76	13	12	5	180

Tabla 1 – Manifestaciones de ciudadanía y derechos vinculados

Manifestaciones	Recursos				Fuentes		Ubicación palabras clave				Género					
	Texto	Texto, fotos	Texto, fotos, enlace red social	Texto, fotos, enlace red social, multimedia	Local	Nacional	Internacional	Título / subtítulo	Cuerpo de noticia	Título / subtítulo, cuerpo	Noticia	Reportaje	Opinión	Entrevista	Crónica	Total
Tradicionales	7	65	49	11	70	54	8	17	98	17	109	10	8	1	4	132
Nuevas	4	20	15	9	15	25	8	10	24	14	27	10	5	6	0	48
Totales	11	85	64	20	85	79	16	27	122	31	136	20	13	7	4	180

Tabla 2 – Tratamiento periodístico

La información publicada en relación a ciudadanía está asociada con manifestaciones clásicas o tradicionales de los derechos humanos, muy poco con derechos emergentes como integridad personal, ambiente, diversidad, paz, protección de datos personales, representación paritaria, información y comunicación, entre otros, para interpretar estos datos se realizan entrevistas respecto a cómo deberían cambiar los enfoques periodísticos para dar cabida a nuevas manifestaciones de ciudadanía.

Los testimonios se centran en que “hay que cambiar la cultura nacional, porque en nuestro país tenemos una cultura de amarillismo” (EM-01), “los enfoques periodísticos deberían ser más globalizados, que busquen educar y no lucrar” (EH-01), “dar apertura a temas y derechos” (EH-03), “si la agenda mediática se mantiene centrándose en la corrupción política no se abrirán espacios ciudadanos” (EH-04).

Se expresó que “se necesitan crear nuevos espacios de comunicación con enfoque ciudadano, donde se promuevan sus derechos” (EH-07), para que ocurra “hay dos ejes, el primero la visión ética del comunicador, y la práctica periodística” (EH-03).

“Los medios de comunicación no solo deben informar sino investigar” (EH-11), implica que los periodistas “propongan y luchen por sacar a luz las noticias sobre los derechos humanos” (EM-13). “Se debe devolver el carácter público a la comunicación, entendiendo lo público como la esfera simbólica donde se construyen los sentidos sociales” (EH-05).

Es urgente actualizar “los enfoques centrales de la información [...] analizando los nuevos derechos comunicacionales” (EM-10), “ser más humanitarios, tener siempre respeto por los otros” (EM-11).

Se manifestó que “es fundamental que los medios permitan espacios para que los ciudadanos den a conocer las diferentes problemáticas” (EM-02), “deberían enfocar la atención a la comunidad, involucrase con la gente” (EM-06), “se necesita más espacio para que la comunidad pueda expresar sus quejas públicamente” (EM-09).

La proximidad es importante para que “los lectores participen y conversen con los periodistas proponiéndoles temas de investigación. Esta cercanía entre el periodista y la audiencia, hace que estén más enterados de lo que sucede y suplan sus necesidades de información” (EM-02), así mismo, “se debería dar mayor apertura a los corresponsales que se encuentran en territorio y tienen mayor cercanía con los ciudadanos” (EM-07).

Respecto a los formatos, “deberían elaborarse nuevas estructuras llamativas, que la base para estas creaciones sea respetar los derechos de las personas” (EM-12), además “la tecnología de la actualidad permite ser escuchados mediante las redes sociales, aunque es difícil distinguir la información verdadera de la falsa” (EH-09).

Los recursos multimedia tienen un rol preponderante en las sugerencias de los entrevistados, “hace falta un periodismo inversivo, es necesario pensar en diversidad de pantallas y en convergencia de medios. La radio y la televisión deben aunar esfuerzos para destacarse en el mundo digital. Existen formas como gamificación, periodismo inmersivo, narrativa transmedia” (EM-03), “hay muchas herramientas que ayudarían a cambiar esta realidad dentro de la comunicación” (EH12).

Otras opciones son “foros, debates, conversatorios, historias de vida, que generen la orientación a nuevas audiencias, de esta forma colocar en la agenda pública los derechos humanos desde enfoques actuales” (EH-14).

La televisión debe “buscar la manera de crear contenidos de inclusión [...] que sean formas de comunicación ayudándose en lo digital y lo multimedia” (EH-11), sin olvidar que los medios privados mantienen equilibrios en sus modelos de negocio, “por ello deben tener un formato tan interactivo que también se puedan vender” (EM-14).

Para algunas personas el formato “no es el problema de fondo, es su ejecución, producir otro tipo de formatos es más caro” (EM-03), “lamentablemente el espacio en los medios es muy costoso. Hay radios que dan apertura a la participación, pero en las cadenas grandes el factor económico es importante” (EM-08). “Antes de pedir nuevas dimensiones hay que pedir revisar puertas adentro, cuál es la naturaleza y el fin. A veces perennizan patrones [...] cuestionables porque venden” (EM-06).

Los entrevistados optan por “formatos entretenidos y documentales, puesto que son llamativos, lograrían enganchar al televidente, causando curiosidad y aprendizaje” (EM-12). “Reportajes, documentales o secciones de radio para la opinión ciudadana son los más adecuados para difundir información sobre la ciudadanía [...] deberían ser cortos” (EM-13).

Hay coincidencias en “un formato informativo, en donde se planteen los problemas y situaciones que se suscitan en la población” (EM-07), se deben fomentar espacios de opinión plurales ya que regularmente “se da cabida a autoridades, pero nunca a un líder barrial” (EH-04).

En la construcción de las noticias “debe aplicarse el principio de la plurivocidad. Es decir, incluirse todas las voces implicadas en los hechos” (EH-10), dar “apertura a la comunicación alternativa y a la diversidad. El comunicador tiene la responsabilidad de eliminar las distancias sociales realizando programas educativos” (EH-05).

Al finalizar las entrevistas se consultó a los estudiantes las características y sugerencias respecto a formatos que incrementen la participación de los ciudadanos (tablas 3 y 4). Los participantes manifestaron que los informativos de la televisión ecuatoriana están en crisis, no se han adaptado a las tecnologías. La inmediatez de la información y las redes sociales provocan que las personas dejen los medios tradicionales. Las audiencias están migrando hacia Internet.

Según los estudiantes, la crisis de los informativos también está ligada al débil profesionalismo de los periodistas que deriva en deficiente capacidad de análisis y baja credibilidad.

Los estudiantes coinciden con los entrevistados respecto a que el video en Internet gana acogida, también coinciden en que uno de los formatos populares en el info entretenimiento.

Variables	Edades						Total
	18-22	23-27	28-32	33-37	43-47	48-52	
Opinión	9	6	4	1	0	0	20
Deporte	5	0	1	0	0	0	6
Entretenimiento	11	5	1	0	0	0	17
Formativo / educativo / cultural	18	10	3	3	1	1	36
Informativo	8	3	1	0	0	0	12

Variables	Edades						Total	
	18-22	23-27	28-32	33-37	43-47	48-52		
Dispositivos para consumir información	Celular	45	18	8	4	0	0	75
	Computador	1	2	2	0	0	1	6
	Radio	1	0	0	0	1	0	2
	Smart TV	1	0	0	0	0	0	1
	Televisión	3	4	0	0	0	0	7
Red social preferida para consumir noticias	Facebook	26	10	6	3	1	1	47
	Instagram	10	5	2	0	0	0	17
	Tik Tok	3	0	0	0	0	0	3
	Twitter	5	3	1	0	0	0	9
	What 's App	0	2	1	0	0	0	3
	YouTube	6	3	0	1	0	0	10
	Otras	1	1	0	0	0	0	2
Total	51	24	10	4	1	1	91	

Tabla 3 – Consumos

Variables	Preferencias de formatos informativos					Total	
	Debate	Documental	Entrevistas	Noticiero	Reportaje		
Preferencias ficción	Series	1	24	6	28	12	71
	Telenovelas	0	2	2	6	1	11
Preferencias entretenimiento	Comedias	1	11	1	14	6	33
	Deportivos	0	9	3	6	5	23
Opciones de innovación a fortalecer	Corresponsales ciudadanos	0	4	1	2	2	9
	Periodismo 360°	1	1	1	5	2	10
	Producir para YouTube / Facebook / Snapchat / Instagram	0	2	1	12	5	20
Opciones de calidad a fortalecer	Sencillez	0	4	2	11	1	18
	Credibilidad	0	6	1	10	1	18
	Responsabilidad	1	4	3	3	3	14

Tabla 4 – Preferencias de formato

Según la metodología de investigación-acción una vez cubiertas las primeras etapas corresponde ejecutar un plan de intervención, en esta investigación se diseñó un guion para informativos, así se capitalizan las sugerencias de estudiantes y entrevistados. El público al que se dirige la propuesta son jóvenes y adultos emergentes, entre 18 y 30 años de edad (Krauskopf, 2105).

El guion (tabla 5) considera tres bloques.

1. Se presenta una entrevista en audio a un responsable de la prestación de un servicio o cumplimiento de un derecho.
2. La opinión personal de los estudiantes en relación los temas identificados.
3. Una entrevista a expertos, corresponde a un archivo capturado a través de video conferencia.

El propósito del plan de acción es sugerir un modelo para la intervención de los ciudadanos. Se insertan las recomendaciones entregadas por los estudiantes:

- Apoyarse en videos de los usuarios sin infringir derechos de autor.
- Combinación de tomas, en lo posible de calidad profesional.
- Narración en off. Sin un presentador.
- Emplear música libre de derechos de autor.
- Textos rotulados para facilitar la lectura en las pantallas de móviles.
- Piezas audiovisuales que duren entre dos y ocho minutos.
- Información agregada: datos, enlaces, imágenes de archivo.
- Uso de equipo de producción ligero (teléfonos celulares).
- Testimonios de personas.
- Solicitar cesión de derechos de material publicado en la Web.

El resultado de la intervención está en dos publicaciones colocadas en YouTube <https://bit.ly/3btFh3e> <https://bit.ly/3bvVGUL> tituladas “El ejercicio de la libertad de expresión” y “Economía en pandemia”, la imagen 1 muestra algunos de los componentes.

Segmento / bloques	Locación	Tiempo	Indicación técnica	Imagen / video	Guion / sonido
Inicio	Animación	10 – 15 segundos	Franja en blanco	Letras nombres del programa “Ciudadanía comunicacional”	Música de fondo sin copyright
Entrada. Primer Bloque	Imágenes, videos y mix de publicaciones en redes sociales sin copyright	1 minuto	Plano: general + medio Angulo y movimiento: normal	Imágenes referentes a temas a tratar, tomas en diferentes planos, además fotografías de entrevistados que intervienen	Se toma voz en off de entrevistas desarrolladas por los estudiantes
Transición		1 segundo	Transición rápida		
Participación ciudadana. Segundo bloque	Locaciones, aportes ciudadanos	2 minutos	Plano: general + entero + medio Angulo: normal Movimiento: normal.	Aportes de ciudadanos, a través de videos grabados en celulares, diferentes locaciones que permiten situar al espectador	

Segmento / bloques	Locación	Tiempo	Indicación técnica	Imagen / video	Guion / sonido
Estadísticas, datos, indicadores	Imágenes, videos y mix de publicaciones en redes sociales sin copyright	10 a 30 segundos	Plano: General + Entero + medio Angulo: normal Movimiento: normal	Se presentan gráficas y rótulos grandes que muestran estadísticas, datos e indicadores	Música de fondo sin copyright
Intervención de expertos. Tercer bloque	Locaciones varias, aportes ciudadanos	3 minutos	Plano: Medio + detalle Angulo: normal Movimiento: normal	El experto presenta visión sobre el tema, aporta con investigaciones, estudios e información relevante. A través de video conferencias	Existe dialogo entre estudiantes y expertos
Transición		1 segundo			
Créditos	Animación	10 a 15 segundos	Animación	Animación de créditos	Música de fondo sin copyright

Tabla 5 – Guion

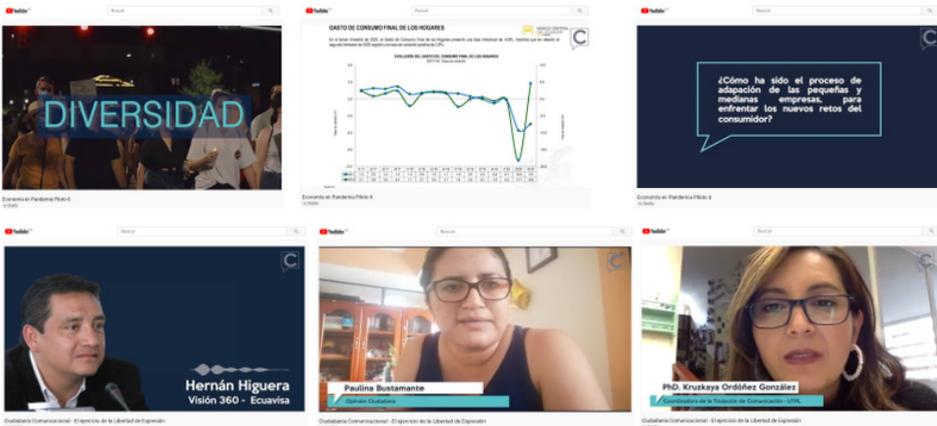


Figura 1 – Capturas de pantalla del formato propuesto

El capítulo piloto se sujetó a un foro para consultar sugerencias y establecer mejoras. Los participantes señalaron que “hay que cuidar el uso de la cámara, luz adecuada y que el entrevistado esté estéticamente correcto” (L. Pinta, comunicación personal, 8 de marzo de 2021), “sería importante que se maneje un manual en cuanto a la vestimenta, luz y uso correcto de la cámara o móvil” (P. Calva, comunicación personal, 8 de marzo de 2021), y que en la infografía “se use una tipografía más clara y con un mayor tiempo de

duración” (M. Salinas, comunicación personal, 9 de marzo de 2021), en lo posible “hacer el programa con más infografía y que se juegue con voz en off” (P. Calva, comunicación personal, 8 de marzo de 2021).

En los aspectos de fondo se indicó que “apunta hacia una participación ciudadana más global abarcando a más personas del entorno” (J. Quichimbo, comunicación personal, 9 de marzo de 2021). “Es un programa donde se incluye la participación del ciudadano [...] como lo primordial” (J. Pauta, comunicación personal, 10 de marzo de 2021), se “aborda temas relevantes para la audiencia, muestra al ciudadano, cuáles son sus derechos y deberes, es un formato bueno” (D. Pinta, comunicación personal, 10 de marzo de 2021), otro participante señala que

como funcionario público me parece un programa interesante, lo que me llamó la atención es la forma en cómo se muestra la información, considero que se llega con mayor facilidad a la audiencia, los objetivos de un programa de televisión son que el público capte y que esté sintonizado con la información. (A. Valarezo, comunicación personal, 8 de marzo de 2021).

También se aludió a las redes sociales. “Es un formato atractivo para consumirlo mediante el celular o computador” (P. Calva, comunicación personal, 8 de marzo de 2021), “me parece atractivo para redes sociales ya que los jóvenes y adultos se informan a través de la Web” (M. Salinas, comunicación personal, 9 de marzo de 2021). Un elemento no se logró incluir es el “enfoque de humor para captar la atención de los jóvenes” (J. Carchi, comunicación personal 9 de marzo de 2021).

En la tabla 6 están los resultados de la evaluación del formato. El instrumento mostró una consistencia interna de 0.685 para dos elementos a través del análisis de Alfa de Cronbach (Frías-Navarro, 2020; Chaves-Barboza & Rodríguez-Miranda, 2018), el resultado implica aceptable, pero débil confianza (Hernández et al., 2000), a pesar de ello los datos muestran un grado satisfacción alta con la forma y fondo de la propuesta.

Variables	Edades							Total	
	17-22	23-27	28-32	33-37	38-42	43-47	53 y más		
¿Mensaje comprensible?	Mucho	17	13	9	5	2	4	5	55
	Bastante	49	20	13	8	0	4	0	94
	Medianamente	4	4	1	2	1	0	2	14
	Poco	1	0	0	0	0	0	0	1
¿Duración adecuada?	Sí	44	19	15	6	0	7	4	95
	En parte	22	12	4	5	0	1	3	47
	No	5	6	4	4	3	0	0	22
Satisfacción del formato	Mucho	14	8	6	1	1	2	2	34
	Bastante	48	17	13	10	0	5	3	96
	Medianamente	8	11	4	3	2	1	2	31
	Poco	0	0	0	1	0	0	0	1
	Nada	1	1	0	0	0	0	0	2

Variables		Edades							Total
		17-22	23-27	28-32	33-37	38-42	43-47	53 y más	
¿Adecuado para redes sociales?	Si	57	22	19	10	1	7	5	121
	No	14	15	4	5	2	1	2	43
Total		71	37	23	15	3	8	7	164

Tabla 6 – Apreciaciones de la propuesta

#### 4. Conclusiones

El diseño de investigación-acción apoya la formación de competencias de los estudiantes y genera cambios en la concepción de formatos informativos audiovisuales (Fernández & Johnson, 2015; Ferrance, 2000).

Las manifestaciones de la ciudadanía en la televisión del Ecuador se expresan en formas tradicionales en relación a la Carta de los Derechos Humanos. Las palabras clave vinculan en menor proporción los derechos emergentes. La cobertura informativa de la televisión no avanza al mismo ritmo que las demandas sociales, existe el riesgo de no aportar a la democracia.

Los informativos de televisión insertan las nuevas emancipaciones que busca la comunidad, pero no las desarrollan, quedan como apuntes. Una visión conservadora impide que el dinamismo social se refleje en los medios de comunicación.

Se comprobó la asociación entre los temas de derechos civiles con las manifestaciones tradicionales de la ciudadanía, es relevante señalar que las nuevas manifestaciones de la ciudadanía están presentes de forma significativa en las piezas informativas que tratan sobre la participación de la mujer (tabla 1).

A partir de la información de la tabla 2 se concluye que las nuevas manifestaciones de ciudadanía están, proporcionalmente, más presentes en las versiones Web de los diarios que en los medios audiovisuales. Los sitios Web de los medios de comunicación del Ecuador tienden a acompañar al texto de fotos, enlaces a redes sociales y recursos multimedia. Las fuentes de la información proceden del ámbito local (47%), lo que es coherente en razón de la muestra analizada, que son medios de proximidad. Las palabras clave relacionadas con las manifestaciones tradicionales y nuevas de ciudadanía están ubicadas en el cuerpo de la noticia (68%), hay mínima visibilidad de los intereses y problemas de las personas, e implica un alejamiento de sus reivindicaciones.

El género periodístico más utilizado es la noticia (75%). Las piezas informativas son de corta extensión, de coyuntura, no hay lecturas medianamente profundas como las que proporcionan los reportajes, entrevistas, crónicas o artículos de opinión. Los derechos relacionados con la ciudadanía se presentan en las secciones informativas. Es evidente la mínima proyección de la ciudadanía desde los espacios educativos, formativos o culturales. No se aprecia una valoración del potencial pedagógico de los medios para mejorar la participación de la ciudadanía.

Los cambios en los enfoques periodísticos para dar cabida a nuevas manifestaciones de ciudadanía deben partir de la cultura, buscar la calidad como premisa de un periodismo humanista enfocado a la diversidad y la participación.

La tabla 3 muestran que una proporción importante de jóvenes estiman que hay ausencia de contenidos formativos, educativos y culturales, el dispositivo que más emplean es el teléfono celular y su red social preferida es Facebook. Mientras que las cifras de la tabla 4 señalan que un nuevo formato debe combinar ficción (series) y entretenimiento.

El formato propuesto en este trabajo es de corta duración y está pensado para circular en redes sociales, así el ensayo audiovisual tiene una audiencia potencial cautiva.

La tabla 4 muestra las principales opciones de innovación y calidad que a juicio de los estudiantes agregan valor al formato, éstas están en línea con reflexiones teóricas que postulan producir contenidos para redes sociales con mensajes claros (Zomeño & Blay-Arráez, 2017).

Queda a los ciudadanos bregar para intervenir en los informativos de televisión, continuar con procesos de concienciación para que las múltiples identidades estén en la emisión de mensajes (Suing et al., 2021).

Futuras líneas de investigación son el análisis cuantitativo de los conceptos de ciudadanía en los medios informativos, triangulaciones metodológicas para monitorizar la evolución de los derechos humanos emergentes en la opinión pública.

Es necesario avanzar en ensayos audiovisuales que al amparo de centros de investigación permitan modelos de participación, mejoramiento de la calidad periodística y aprovechen las plataformas digitales con propuestas de calidad que ayuden en la alfabetización informacional.

## Referencias

- Arriazu, R. (2007). ¿Nuevos medios o nuevas formas de indagación?: Una propuesta metodológica para la investigación social on-line a través del foro de discusión. *Forum: Qualitative Social Research*, 8(3), 1.
- Berrigan, F. (1979). *Community Communications the role of community media in development*. UNESCO.
- Burch, S., León, O., & Tamayo, E. (2004). *Se cayó el sistema: Enredos de la Sociedad de la Información*. ALAI.
- Cabañes, E., & Jaimen, N. (2020). Videojuegos para la participación ciudadana. *Cuadernos del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación*, 23(98), 151–161.
- Chaves-Barboza, E., & Rodríguez-Miranda, L. (2018). Análisis de confiabilidad y validez de un cuestionario sobre entornos personales de aprendizaje (PLE). *Revista Ensayos Pedagógicos*, 13(1), 71 – 106. <http://dx.doi.org/10.15359/rep.13-1.4>
- Contreras, P., & Montecinos, E. (2019). Democracia y participación ciudadana: Tipología y mecanismos para la implementación. *Revista de Ciencias Sociales*, 2, 178-191.
- Crothers, K. (2021). *Action Research*. Salem Press Encyclopedia.

- Dada, F. (2018). Foro de chicos y chicas por el derecho a la comunicación. Adolescentes de Salta ante las narrativas mediáticas. *Revista Argentina de Estudios de Juventud*, 12, 1-7
- Efron, E., & Ravid, R. (2019). *Action research in education: A practical guide*. Guilford Publications
- Fernández, B., & Johnson, M. (2015). Investigación-acción en formación de profesores: Desarrollo histórico, supuestos epistemológicos y diversidad metodológica. *Psicoperspectivas Individuo y Sociedad*, 14(3), 93-105. <https://doi.org/10.5027/Psicoperspectivas-vol14-issue3-fulltext-626>
- Ferrance, E. (2000). *Action research: Themes in education*. Brown University, Education Alliance.
- Ferrer, R. (2016). *Calidad televisiva y “mala televisión”. Los programas contenedores en los programas de televisión españoles* [Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona]. <https://bit.ly/3xpCbGt>
- Frías-Navarro, D. (2020). *Apuntes de consistencia interna de las puntuaciones de un instrumento de medida*. Universidad de Valencia. España.
- Garcés, A., & Acosta, G. (2019). Periodismo comunitario: apropiación, mediación y transferencia de medios. Diálogo de saberes entre Academia y colectivos de comunicación. *Estudios sobre el Mensaje Periodístico*, 25(2), 819-832. <https://doi.org/10.5209/esmp.64810>
- García-Avilés, J. (2020, abril 13). *Formatos informativos audiovisuales que buscan innovar: claves para conectar con los jóvenes*. Blog. Noticias y pistas del Máster en Innovación en Periodismo <https://bit.ly/3htvkGB>
- García-Avilés, J., González, I., García A., & Valero-Pastor, J. (Eds.). (2019). *La crisis del informativo televisivo. Cómo innovar en los formatos audiovisuales*. ßCompobell, S.L.
- García-Martín, D. (2020). Del zine al podcast. Repensar la cultura de la participación desde un análisis comparativo de los medios alternativos. *doxa.comunicación*, 30, 107-125. <https://doi.org/10.31921/doxacom.n30a5>
- González-Pedraz, C., & Pérez-Rodríguez, A. (2019). Participación y perfil de los usuarios que comentan noticias de ciencia y salud online: estudio de caso. *Perspectivas de la Comunicación*, 12 (1), 101-115.
- Guzmán, V. (2013). Políticas de comunicación y democratización. Pistas de una historia hacia la sanción de la ley de servicios de comunicación audiovisual en Argentina. *Anagramas*, 11 (22), 19-36.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista M. (2000). *Metodología de la Investigación*, Quinta edición. McGraw-Hill / Interamericana Editores.
- Kemmis, S., McTaggart, R. & Nixon, R. (2013). *The action research planner: Doing critical participatory action research*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-4560-67-2>

- Krauskopf, D. (2015). Los marcadores de juventud: La complejidad de las edades. *Última década*, 23(42), 115-128. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-22362015000100006>
- Larrondo-Ureta, A., Peña-Fernández, S., & Agirreazkuenaga-Onaindia, I. (2020). Hacia una mayor participación de la audiencia: experiencias transmedia para jóvenes. *Estudios Sobre El Mensaje Periodístico*, 26(4), 1445-1454. <https://doi.org/10.5209/esmp.71375>
- López, I. (2010). El grupo de discusión como estrategia metodológica de investigación: aplicación a un caso”. *Edetania* 38, 147-156.
- Mendoza, M., Viaña, B., & Espinoza, A. (2019). El concepto de “ciudadanía” en los cybermedios peruanos. Las perspectivas de los medios, los usuarios y los periodistas. *Revista de Comunicación*, 18(2), 201–223. <https://doi.org/10.26441/RC18.2-2019-A10>
- Mills, E. (2000). *Action research: A guide for the teacher researcher*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Morales, P. (2016). Participatory action research (par) cum action research (ar) in teacher professional development: A literature review. *International Journal of Research in Education and Science*, 2(1), 156-165. <https://doi.org/10.21890/ijres.01395>
- Moreno, C., & Gallo, C. (2016). Aprendizaje reflexivo mediante foros de discusión virtual. *Revista Hojas y Hablas*, 13, 141–153.
- Mutirão de comunicação. (2010). Carta de Porto Alegre. <https://bit.ly/3hlm1IA>
- Rajas, M., Puebla-Martínez, B., & Baños, M. (2018). Formatos Audiovisuales Emergentes Para Moocs: Diseño informativo, educativo y publicitario. *El Profesional de la Información*, 27(2), 312–321. <https://doi.org/10.3145/epi.2018.mar.09>
- Riofrío, F. (2015). “Nuevos formatos televisivos “De Peloteo” un formato de entretenimiento para la televisión” [Trabajo de grado. Universidad San Francisco de Quito]. <https://bit.ly/3hJNAKx>
- Rossi, D. (2012). *Acceso y participación: políticas activas, condicionamientos de los licenciarios dominantes y el desafío digital*. CECESO: UBA.
- Saló, G. (2018). Los formatos de televisión en el mundo. de la globalización a la adaptación local. Análisis de formatos nórdicos, [Tesisdoctoral, Universidad Complutense de Madrid]. <https://bit.ly/2ViqPWA>
- Sandoval, C. (2002). *Investigación Cualitativa. Programa de especialización en teoría, métodos y técnicas de investigación social*. Arfo Editores
- Sigalat, E., Calvo, R., Roig, B., & Buitrago, M. (2019). La investigación acción participativa (IAP) en el sector empresarial. Interviniendo desde lo local. *EMPIRIA: Revista de Metodología de Ciencias Sociales*, 44, 47–78.
- Suárez-Villegas, J., Rodríguez-Martínez, R., & Ramón-Vegas, X. (2020). Pluralismo informativo en la era de la deliberación digital: percepciones de periodistas y ciudadanos. *Profesional de la información*, 29(5), e290525. <https://doi.org/10.3145/epi.2020.sep.25>

- Suing, A., Ortiz-León, C. & Yaguana, H. (2021). Participación de los ciudadanos en los medios de comunicación social durante Covid-19. Caso del Ecuador. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação RISTI*, 40, 40-50.
- Thompson, J. (1998). *Los media y la modernidad*. Paidós.
- Uganda, W. (2015) Comunicación para el diálogo político e intercultural. Derecho a la comunicación y ciudadanía comunicacional. *Campos*, 3(1), 51-78
- Unesco. (1977). “*Final report*” *Meeting on self-management, acces and participacion in communication*. Belgrade, Yugoslavia.
- Unesco. (2008). *Indicadores de Desarrollo Mediático: Marco para evaluar el desarrollo de los medios de comunicación social*). UNESCO
- Venier, E. (2019). “Ciudadanías comunicacionales y políticas públicas de medios audiovisuales en Argentina”, *RAEIC, Revista de la Asociación Española de Investigación de la Comunicación*, 6 (11), 119-140. DOI: <https://doi.org/10.24137/raeic.6.11.8>
- Zomeño, D., & Blay-Arráez, R. (2017). Diseño de formatos informativos en las redes sociales dirigidos al público millennial. El caso del videonews de Playground. *El Profesional de La Información*, 26(6), 1184–1191. <https://doi.org/10.3145/eipi.2017.nov.17>



## Critérios Editoriais

A RISTI (Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação) é um periódico científico, que foca a investigação e a aplicação prática inovadora no domínio dos sistemas e tecnologias de informação.

O Conselho Editorial da RISTI incentiva potenciais autores a submeterem artigos originais e inovadores para avaliação pelo Conselho Científico.

A submissão de artigos para publicação na RISTI deve realizar-se de acordo com as chamadas de artigos e as instruções e normas disponibilizadas no sítio Web da revista (<http://www.risti.xyz>).

Todos os artigos submetidos são avaliados por um conjunto de membros do Conselho Científico, não inferior a três elementos.

Em cada número da revista são publicados entre cinco a oito dos melhores artigos submetidos.

## Criterios Editoriales

La RISTI (Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de la Información) es un periódico científico, centrado en la investigación y en la aplicación práctica innovadora en el dominio de los sistemas y tecnologías de la información.

El Consejo Editorial de la RISTI incentiva autores potenciales a enviar sus artículos originales e innovadores para evaluación por el Consejo Científico.

Lo envío de artículos para publicación en la RISTI debe hacerse de conformidad con las llamadas de los artículos y las instrucciones y normas establecidas en el sitio Web de la revista (<http://www.risti.xyz>).

Todos los trabajos enviados son evaluados por un número de miembros del Consejo Científico de no menos de tres elementos.

En cada número de la revista se publican cinco a ocho de los mejores artículos enviados.



Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação  
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

©RISTI 2021 <http://www.risti.xyz>

