



ISSN: 1646-9895

Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información

D e z e m b r o 2 4 • D e c e m b e r 2 4



©RISTI 2024 <http://www.risti.xyz>

Nº 56

Edição / Edición

Nº 56, 12/2024

Tiragem / Tirage: 1000

Preço por número / Precio por número: 17,5€

Subscrição anual / Suscripción anual: 30€ (2 números)

ISSN: 1646-9895

Depósito legal:

Indexação / Indexación

Academic Journals Database, CiteFactor, Dialnet, DOAJ, DOI, EBSCO, GALE, IndexCopernicus, Index of Information Systems Journals, ISI Web of Knowledge, Latindex, ProQuest, QUALIS, SciELO, SCImago, Scopus, SIS, Ulrich's.

Publicação / Publicación

RISTI – Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação

Pc. 9 de Abril, 26, 4200-422 Porto, Portugal

E-mail: aistic@gmail.com

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

Director

Álvaro Rocha, ISEG, Universidade de Lisboa, PT

Coordenadores da Edição / Coordinadores de la Edición

Maria José Sousa, ISCTE-IUL - Instituto Universitário de Lisboa, PT

Conselho Editorial / Consejo Editorial

Abel Méndez, Instituto Tecnológico de Costa Rica, CR

Alejandro Peña, Universidad EAFIT, CO

Alma Gómez-Rodríguez, Universidade de Vigo, ES

Ana Rita Calvão, ESTGA, Universidad de Aveiro, PT

Ania Cravero, Universidad de La Frontera, CL

António Abreu Silva, ISCAP, Instituto Politécnico do Porto, PT

Antonio Garcia, Universidad de Santiago de Compostela, ES

António Godinho, ISEC, Instituto Politécnico de Coimbra, PT

Antonio Jiménez-Martín, Universidad Politécnica de Madrid, ES

Arturo J. Méndez, Universidad de Vigo, ES

August Climent, Ramon LLull University, ES

Beatriz Rodríguez, Universidad de la Republica, UY

Borja Bordel, Universidad Politécnica de Madrid, ES

Brenda L. Flores-Rios, Universidad Autónoma de Baja California, MX

Bruno Miguel Ferreira Gonçalves, Instituto Politécnico de Bragança, PT

Carlos Alexandre Silva, Instituto Federal de Minas Gerais, BR

Carlos Carreto, Instituto Politécnico da Guarda, PT

Carlos Morais, Instituto Politécnico de Bragança, PT

Carlos Rompante Cunha, UNIAG & CeDRI & Instituto Politécnico Bragança, PT

Carlos Vaz de Carvalho, Instituto Politécnico do Porto, PT

Célio Marques, Instituto Politécnico de Tomar, PT

Ciro Martins, Universidade do Algarve, PT

Concepción Damián-Hernández, Instituto Tecnológico Superior de Misantla, MX

Cristina Caridade, Instituto Politécnico de Coimbra, PT

Daniel Polónia, Universidade de Aveiro, PT

Dante Carrizo, Universidad de Atacama, CL

Edwin Cedeño Herrera, Universidad de Panamá, PA
Fábio Marques, ESTGA, Universidade de Aveiro, PT
Felipe Vasquez, Universidad de La Frontera, CL
Fernando Moreira, REMIT, IJP, Universidade Portucalense & IEETA, Universidade de Aveiro, PT
Fernando Paulo Belfo, Coimbra Business School – ISCAC, Polytechnic Institute of Coimbra, PT
Fernando Ribeiro, Instituto Politécnico de Castelo Branco, PT
Fernando Bandeira, PT
Filipe Cardoso, Instituto Politécnico de Viseu, PT
Flor Gomes de María Sánchez Aguirre, Universidad César Vallejo, PE
Francisco Javier Lena-Acebo, Universidad de Cantabria, ES
Gabriel Guerrero-Contreras, Universidad de Cádiz, ES
Gerardo González Filgueira, Universidade da Coruña, ES
Gloria Valencia, Universidad de las Fuerzas Armadas, EC
Guilllhermo Davila, Universidad de Lima, PE
Hélder Gomes, Universidade de Aveiro, PT
Helder Zagalo, Universidade de Aveiro, PT
Hélia Guerra, Universidade dos Açores, PT
Henrique Gil, Instituto Politécnico de Castelo Branco, PT
Henrique S. Mamede, Universidade Aberta, Portugal
Inês Domingues, ISEC, Instituto Politécnico de Coimbra, PT
Isaias Bianchi, Universidade Federal de Santa Catarina, BR
Ismael Etxeberria-Agiriano, Universidad del País Vasco, ES
Ivan Garcia, Universidad Tecnológica de la Mixteca, MX
Jeimy Cano, Universidad de los Andes, CO
João Emílio Almeida, ISTECS - Porto, PT
João Paulo Ferreira, Instituto Politécnico de Coimbra, PT
Joao Roberto de Toledo Quadros, CEFET/RJ, BR
Joao Tavares, Universidade do Porto, PT
Joaquim Reis, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, PT
Jorge Eduardo Ibarra Esque, Universidad Autónoma de Baja California, MX
Jorge Hochstetter, Universidad de La Frontera, CL

José Álvarez-García, Universidad de Extremadura, ES
Jose Felipe Cocon Juarez, Universidad Autónoma del Carmen, MX
José Lousado, Instituto Politécnico de Viseu, PT
José Luis Pastrana Brincones, Universidad de Málaga, ES
Jose M. Molina, Universidad Carlos III de Madrid, ES
José Ribeiro, Politécnico de Leiria, PT
Jose Silvestre Silva, Academia Militar, PT
Juan Angel Contreras Vas, Universidad de Extremadura, ES
Juan M. Santos-Gago, Universidad de Vigo, ES
Juan Pablo DAmato, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires,
AR
Leila Weitzel, Universidade Federal Fluminense, BR
Leonardo Bermón Angarita, Universidad Nacional de Colombia, CO
Lilia Muñoz, Universidad Tecnológica de Panamá, PA
Lucila Romero, Universidad Nacional del Litoral, AR
Luis Álvarez Sabucedo, Universidad de Vigo, ES
Luis Enrique Sánchez Crespo, Universidad de Castilla-la Mancha, ES
Luisa María Romero-Moreno, Universidad Sevilla, ES
Luz María Hernández Cruz, Universidad Autónoma de Campeche, MX
Luz Sussy Bayona Oré, Universidad Nacional Mayor de San Carlos, PE
Marcelo Marciszack, Universidad Tecnológica Nacional, AR
Marcelo Zambrano Vizueté, Universidad Tecnica Del Norte
Marco Painho, NOVA IMS, PT
Margarita Ramirez Ramirez, Universidad Autónoma de Baja California, MX
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
Maria do Rosário Bernardo, Universidade Aberta, PT
Maria Hallo, Escuela Politécnica Nacional, EC
Maria João Ferreira, Universidade Portucalense, PT
Maria João Gomes, Universidade do Minho, PT
Maria Sousa, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, PT
Marisol B. Correia, ESGHT - Universidade do Algarve & CiTUR, PT

Maristela Holanda, Universidade de Brasília, BR
Martin Llamas Nistal, Universidad de Vigo, ES
Miguel Casquilho, Universidade de Lisboa, PT
Miguel Ramón González Castro, Centro Tecnológico Aimen, ES
Mirna Ariadna Muñoz Mata, CIMAT, MX
Nelson Rocha, Universidade de Aveiro, PT
Nuno Melão, Instituto Politécnico de Viseu, PT
Nuno Ribeiro, Universidade Fernando Pessoa, Portugal
Patricia Dias, Universidade do Estado de Minas Gerais, BR
Paula Prata, Universidade da Beira Interior, PT
Paulo Martins, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, PT
Paulo Pinto, Universidade Nova de Lisboa, PT
Paulo Rurato, Universidade Fernando Pessoa, Portugal
Pedro Araújo, Universidade da Beira Interior, PT
Pedro R. Palos- Sanchez, Universidad de Sevilla, ES
Pedro Sanz-Angulo, Universidad de Valladolid, ES
Pedro Sobral, Universidade Fernando Pessoa, Portugal
Pedro Sousa, Universidade do Minho, Portugal
René Faruk Garzozi-Pincay, Universidad Estatal Península de Santa Elena, EC
Ruben Pereira, ISCTE – Instituto Universitário de Lisboa, PT
Rui Pedro Marques, Universidade de Aveiro, PT
Rui Silva Moreira, Universidade Fernando Pessoa, PT
Samuel Sepúlveda, Universidad de La Frontera, CL
Sandro Carvalho, Politécnico do Cávado e do Ave, PT
Santiago Raul Gonzales Sanches, Universidad Cesar Vallejo, PE
Sara Balderas-Díaz, Universidad de Cádiz, ES
Sergio Araya Guzmán, Universidad del Bío-Bío, CL
Sergio F. Lopes, Universidade do Minho, PT
Solange N Alves-Souza, Universidade de São Paulo, BR
Telmo Silva, DigiMedia, Universidade de Aveiro, PT
Thiago Dias, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, BR
Verónica Vasconcelos, Polytechnic Institute of Coimbra, PT
Vítor Carvalho, Instituto Politécnico do Cávado e do Ave, PT

Vitor Santos, Universidade Nova de Lisboa - NOVA IMS, PT

Wagner Tanaka Botelho, Universidade Federal do ABC, BR

Yamid Hernández Julio, Universidad del Sinú, CO

Índice / Index

EDITORIAL

- Conhecimento Emergente sobre Educação, Liderança e Cibersegurança 1
Maria José Sousa

ARTIGOS / ARTICULOS / ARTICLES

- El *engagement* como resultado del apoyo organizacional
y su impacto en la calidad de vida de los colaboradores5
*Valeria Quezada-Avendaño, Karina Azucena López-Inda, José Ramón
López-Arellano, Salvador Abraham Romero-Rubio*

- Inclusión de estudiantes con altas capacidades en la escuela:
centrándose en el aprendizaje de la matemática, la docencia universitaria
y el trabajo colaborativo tanto en entornos presenciales como virtuales 21
Emilio Sagredo-Lillo, Jorge Zapata, Ignacio Salamanca-Garay

- Atividades Literárias com Café: jogo-não-digital para
apoiar a aprendizagem de Diagrama de Atividades segundo a UML35
Giliane Bernardi, Andre Zanki Cordenonsi

- Transferência em treinamentos de líderes e gerentes:
revisão da literatura entre 2020 a 2022 50
Klauren Godoi Araújo Camargo, Allan Ferreira¹, Gisângela Faria de Paula

- 3SW: Um Conjunto de Medidas de Segurança para
Mitigar Vulnerabilidades em Servidores Web 66
Silva, Tássio, Mendes, Fabiana

- ARProsthesis: Uma ferramenta de treinamento para a reabilitação
de amputados de membros superiores utilizando realidade aumentada 82
*Diogo Lima, Edgard Lamounier, Alcimar Soares, Gabriel Cyrino,
Alexandre Carvalho, Alexandre Cardoso*

- El discurso de las estudiantes de ingeniería
ante las normas sociales de género 98
Carmen Rodríguez, M^a de las Mercedes Inda Caro, Lindsay Martínez García

Conhecimento Emergente sobre Educação, Liderança e Cibersegurança

Emerging Knowledge on Education, Leadership, and Cybersecurity

Maria José Sousa¹

maria.jose.sousa@iscte-iul.pt

¹ Departamento de Ciência Política e Políticas Públicas, ISCTE-Instituto Universitário de Lisboa, Lisboa, Avenida das Forças Armadas. 1649-026, Lisboa, Portugal.

DOI: 10.17013/risti.56.1-4

1. Introdução

A necessidade de estratégias inovadoras na educação, liderança e cibersegurança nunca foi tão crítica. À medida que os métodos educacionais evoluem, estratégias eficazes são vitais para liderar equipas de forma eficaz, enquanto a cibersegurança desempenha um papel crucial na proteção do ambiente digital que sustenta tanto as atividades de aprendizagem quanto de liderança organizacional (Leszczyna, 2021). Este número da RISTI explora a crescente importância de práticas educacionais personalizadas, a liderança estratégica e medidas robustas de cibersegurança para enfrentar os desafios contemporâneos.

A mudança para práticas educacionais mais personalizadas e inclusivas, particularmente no campo das STEM, tem ganhado força como resposta aos métodos tradicionais que frequentemente negligenciam as necessidades únicas dos indivíduos (Mulholland & O'Connor, 2016). Estudos demonstraram que reconhecer as experiências pessoais e profissionais dos estudantes, como as mulheres que seguem engenharia, pode promover um ambiente de aprendizagem mais acolhedor e envolvente. Ao incorporar metodologias como aprendizagem baseada em narrativas e abordagens colaborativas, a educação torna-se um processo dinâmico que não apenas transmite conhecimento, mas também incentiva a persistência e a adaptabilidade, levando a uma força de trabalho mais preparada e inclusiva (Udeozor et al., 2023).

Também o papel da liderança nas organizações evoluiu para priorizar o envolvimento, a inteligência emocional e uma compreensão profunda dos desafios específicos enfrentados pelos colaboradores. Pesquisas recentes destacam a ligação crucial entre o apoio organizacional e o envolvimento dos colaboradores, especialmente para funções de liderança e gestão (Xie, Yang, & Zhang, 2023). A liderança eficaz não se resume apenas à tomada de decisões e estratégias; envolve também criar um ambiente que favoreça o crescimento, a colaboração e a confiança. Formar líderes para reconhecer e agir sobre as necessidades únicas das suas equipas garante um ambiente de trabalho positivo, resultando em maior motivação, melhor desempenho e maior retenção de talento. Essas qualidades, por sua vez, contribuem significativamente para o sucesso a longo prazo da organização.

Enquanto a liderança e a educação são essenciais para construir equipas resilientes e motivadas, a cibersegurança oferece a proteção necessária para que esses sistemas prosperem na era digital. O aumento das tecnologias digitais e a crescente integração de ambientes de trabalho remotos e híbridos tornaram a cibersegurança uma prioridade, promovendo uma cultura de conscientização sobre segurança, que é fundamental para proteger tanto as ferramentas educacionais quanto as operações empresariais (Yaqub, Singh, & Dutta, 2021).

Neste contexto foram selecionados sete artigos para publicação nesta edição da RISTI, depois de terem sido alvo de um exigente processo de avaliação pelos membros do comité científico. Foram submetidos pelos autores um total de 96 artigos, sob a temática dos sistemas e tecnologias de informação, o que corresponde a uma exigentíssima taxa de aceitação de 7,3%.

2. Estrutura

O primeiro artigo, com o título “El engagement como resultado del apoyo organizacional y su impacto en la calidad de vida de los colaboradores” analisa a relação entre o apoio organizacional percebido e o engagement no trabalho. Foi utilizado um enfoque misto, correlacional e não experimental, com diversos instrumentos de medição. Os resultados mostram uma correlação positiva elevada ($RHO = .724$) e indicam que 47,7% do engagement depende do apoio organizacional. Os autores do estudo recomendam reforçar esta perceção através de formação e de um ambiente de trabalho positivo, com o objetivo de melhorar o bem-estar, a motivação e a retenção de talento.

O segundo artigo, com o título “Inclusión de estudiantes con altas capacidades en la escuela: centrándose en el aprendizaje de la matemática, la docencia universitaria y el trabajo colaborativo tanto en entornos presenciales como virtuales” estuda a inclusão de estudantes com elevadas capacidades e dupla exceção no sistema educativo chileno, evidenciando a falta de atenção às suas necessidades devido a abordagens tradicionais centradas no défice. O estudo destaca a importância de um ensino inclusivo, com foco na matemática e no trabalho colaborativo, presencial e virtual, para estimular as capacidades cognitivas dos alunos. A investigação baseou-se numa análise documental de fontes teóricas, empíricas e normativas. Os resultados mostram que o trabalho colaborativo é essencial para a aprendizagem, sendo eficaz tanto em sala de aula como

em ambientes virtuais e levam a concluir que a colaboração entre docentes e o uso de tecnologias digitais são fundamentais para promover a inclusão e o desenvolvimento cognitivo destes alunos.

O terceiro artigo, com o título “Atividades Literárias com Café: jogo-não-digital para apoiar a aprendizagem de Diagrama de Atividades segundo a UML” apresenta o desenvolvimento e avaliação de um jogo não digital para apoiar a aprendizagem de Diagramas de Atividades segundo a UML, uma linguagem de modelação de software. O jogo foi criado com base no processo ENgAGED e avaliado por estudantes de Engenharia de Software através do modelo MEEGA+. Os resultados indicam que o jogo atingiu os objetivos de forma positiva, especialmente em Usabilidade e Experiência do Jogador, além de contribuir para a aprendizagem. Os estudantes relataram uma percepção positiva sobre o seu impacto educativo.

O quarto artigo, com o título “Transferência em treinamentos de líderes e gerentes: revisão da literatura entre 2020 a 2022” atualiza a produção científica até 2022, propondo uma nova agenda de investigação sobre transferência de conhecimento na formação dedicada a líderes e gestores. A revisão de literatura seguiu o protocolo de Cronin et al. (2008) e analisou artigos das bases CAPES e Web of Science entre 2020 e 2022. Os resultados mostram a predominância de estudos quantitativos e destacam a influência de fatores individuais, organizacionais e de liderança na transferência de conhecimento.

O quinto artigo, com o título “3SW: Um Conjunto de Medidas de Segurança para Mitigar Vulnerabilidades em Servidores Web” propõe o modelo 3SW, que auxilia na mitigação de vulnerabilidades em servidores web. Foram selecionadas medidas de segurança do CIS Controls, considerando sua relevância e viabilidade de implementação. O 3SW contém 93 medidas (61% do CIS Controls v8.1) e cobre 86% do MITRE ATT&CK, destacando auditoria de registos, defesa contra malware e recuperação de dados.

O sexto artigo, com o título “ARProsthesis: Uma ferramenta de treinamento para a reabilitação de amputados de membros superiores utilizando realidade aumentada” apresenta uma aplicação de Realidade Aumentada para treino e reabilitação de amputados de membros superiores que utilizarão próteses mioelétricas, sem necessidade de marcadores fiduciais. A ausência de marcadores melhora o rastreamento dos movimentos, ampliando a liberdade e tornando o treino mais intuitivo e eficaz e contribuindo para a sensação de incorporação da prótese virtual. Os resultados do estudo indicam uma experiência envolvente e uma adaptação mais rápida à manipulação da prótese.

Finalmente, o último artigo, com o título “El discurso de las estudiantes de ingeniería ante las normas sociales de género” tem como objetivo analisar a influência das normas sociais de género no desenvolvimento vocacional em disciplinas STEM, através de uma metodologia qualitativa baseada em relatos de vida de mulheres estudantes de engenharia. Também foram realizados três grupos de discussão para explorar as suas expectativas profissionais. Os resultados mostram que as normas de género influenciam as dinâmicas vividas desde a infância até à universidade. As participantes demonstram resistência ao conformismo social, o que as ajudou a persistir na sua escolha profissional.

O estudo alerta para a necessidade de combater estereótipos de gênero através de uma intervenção multicausal focada nos modelos.

3. Agradecimentos

Esta introdução termina agradecendo a todos os autores e membros do conselho científico que participaram no processo de revisão dos artigos que compõem esta edição, desejando que este número de RISTI seja um elemento de avanço do conhecimento e um importante contributo para o campo dos sistemas e tecnologias de informação que estão a redesenhar a sociedade, o ensino e as relações laborais.

Um agradecimento especial à AISTI, detentora da RISTI, assim como às Bases de Dados de Revistas Académicas como CiteFactor, Dialnet, DOAJ, DOI, EBSCO, GALE, IndexCopernicus, Index of Information Systems Journals, ISI Web of Knowledge, Latindex, ProQuest, QUALIS, SciELO, SCImago y Scopus, entidades que contribuem para que a RISTI seja uma revista científica de referência

Referências

- Leszczyna, R. (2021). Review of cybersecurity assessment methods: Applicability perspective. *Computers & Security*, 108, 102376. <https://doi.org/10.1016/j.cose.2021.102376>
- Mulholland, M., & O'Connor, U. (2016). Collaborative classroom practice for inclusion: Perspectives of classroom teachers and learning support/resource teachers. *International Journal of Inclusive Education*, 20(10), 1070-1083. <https://doi.org/10.1080/13603116.2016.1145260>
- Udeozor, C., Toyoda, R., Russo Abegão, F., & Glassey, J. (2023). Digital games in engineering education: Systematic review and future trends. *European Journal of Engineering Education*, 48(2), 321–339. <https://doi.org/10.1080/03043797.2022.2068762>
- Xie, J., Yang, X., & Zhang, Z. (2023). The role of organizational support in employee engagement and job performance. *Journal of Applied Psychology*, 108(1), 79-95. <https://doi.org/10.1037/apl0000914>
- Yaqub, Y., Singh, A. K., & Dutta, T. (2021). An empirical study of factors influencing training transfer in the management training intervention. *Journal of Workplace Learning*, 33(5), 361-374. <https://doi.org/10.1108/JWL-03-2021-0074>

El *engagement* como resultado del apoyo organizacional y su impacto en la calidad de vida de los colaboradores

Valeria Quezada-Avenidaño¹, Karina Azucena López-Inda¹, José Ramón López-Arellano, Salvador Abraham Romero-Rubio¹

Valeria.quezada@fca.uas.edu.mx; klopezinda@uas.edu.mx; ramonlo@uas.edu.mx;
Salvador.fca@uas.edu.mx

¹ Universidad Autónoma de Sinaloa, 80013, Sinaloa, México.

DOI: 10.17013/risti.56.5-20

Resumen: Este estudio investiga la relación entre el apoyo organizacional percibido y el *engagement* de los colaboradores. Se trabajó sobre un estudio de caso, bajo un enfoque mixto de alcance correlacional y con diseño no experimental, transaccional. Se utilizaron como instrumentos la Escala de Apoyo Organizacional Percibido, el cuestionario de Utrecht Work Engagement Scale, ficha de observación, fotografías y la entrevista semiestructurada. Los resultados evidencian una correlación alta, positiva y directa entre el apoyo organizacional percibido y *engagement* cuyo indicador es $RHO = .724$. Asimismo, a través del modelo de regresión se concluye que el 47.7% del *engagement* es explicado por el apoyo organizacional percibido. Los hallazgos sugieren que las organizaciones deben implementar estrategias específicas para fortalecer la percepción de apoyo. Entre las recomendaciones se incluyen el desarrollo de programas de capacitación y el fomento de un ambiente laboral positivo, para mejorar su bienestar, motivación y rendimiento, incrementando la funcionalidad administrativa y retención del talento.

Palabras-clave: Recursos humanos; apoyo organizacional percibido; *engagement*; employee well-being; workplace productivity.

Engagement as a result of organizational support and its impact on the quality of life of the collaborators

Abstract: This study investigates the relationship between perceived organizational support and employee *engagement*. A case study was conducted using a mixed approach of correlational scope and a non-experimental, transactional design. The instruments used were the Perceived Organizational Support Scale, the Utrecht Work Engagement Scale questionnaire, an observation form, photographs, and a semi-structured interview. The results show a high, positive, and direct correlation between perceived organizational support and *engagement*, whose indicator is $RHO = .724$. Likewise, through the regression model, it is concluded that 47.7% of *engagement* is explained by perceived organizational support. The findings suggest that organizations should implement specific strategies to strengthen the perception of support. Recommendations include the development of training programs and

the promotion of a positive work environment to improve well-being, motivation, and performance, increasing administrative functionality and talent retention.

Keywords: Human resources; perceived organizational support; engagement; motivation; job performance.

1. Introducción

Actualmente, para poder sobrevivir y prosperar en un contexto de cambio continuo, se necesita tener empleados completamente comprometidos, motivados y psicológicamente sanos dentro de las organizaciones, lo cierto es que todavía muchos sectores no han visto la relevancia de estas cuestiones y continúan practicando una gestión que no tiene en cuenta el factor humano, el cual representa una fuente de riqueza para las naciones (López, 2017). Cierto es que, existe la necesidad de tener empresas saludables y en ellas personas que se encuentren involucradas y conectadas con su trabajo, siendo esto un aspecto diferenciador de éxito, pero aún se deja de lado el bienestar físico, psicológico y emocional de los miembros de la organización. A propósito, Cárdenas y Jaik (2014) mencionan que, el engagement se traduce al español como compromiso o fidelidad y es usada en el mundo organizacional para hacer referencia al nivel de compromiso e implicación que tiene un trabajador con su empresa. Por su parte, la variable apoyo organizacional percibido aparece como una estructura incrustada en la comunicación social, con especial énfasis al principio de reciprocidad (Eisenberger et al., 1986; Armeli et al., 1998; Eisenberger et al., 2001; Eder y Eisenberger, 2008).

El apoyo organizacional percibido ha sido ampliamente reconocido como un factor clave en la promoción del *engagement* laboral. En este sentido, diversos estudios han evidenciado que cuando los empleados perciben que la organización los respalda, ya sea en términos de recursos, reconocimiento o bienestar, se incrementan significativamente sus niveles de compromiso y dedicación hacia la empresa (Rhoades & Eisenberger, 2002). De acuerdo con Xie et al. (2023), el apoyo organizacional no solo favorece la dedicación y el vigor en el trabajo, sino también la absorción de los empleados en sus tareas. Los resultados obtenidos en investigaciones recientes sugieren que las organizaciones que fomentan un ambiente de apoyo, ya sea a través de políticas inclusivas, programas de desarrollo o reconocimiento constante, pueden aumentar el nivel de *engagement* entre sus colaboradores (Maslach et al., 2022). El apoyo organizacional tiene una incidencia directa en la productividad y desempeño de los trabajadores. Investigaciones recientes revelan que los empleados que sienten que reciben apoyo organizacional percibido, muestran una mayor disposición para alcanzar las metas organizacionales y contribuyen a un mejor desempeño general (Kahn, 1990). Este fenómeno puede explicarse, en parte, por el sentido de seguridad que genera el apoyo organizacional, lo cual fomenta una mayor confianza en los procesos laborales y facilita la resolución de desafíos (Eisenberger et al., 2001). Además, el *engagement* laboral está estrechamente vinculado con la retención de talento. Según Smith y Collins (2021), los empleados comprometidos tienden a permanecer más tiempo en la organización, reduciendo así los costos asociados con la rotación y la capacitación de nuevos trabajadores. Esto se debe a que el apoyo organizacional crea un entorno donde los empleados se sienten valorados, lo que incrementa su lealtad y satisfacción a largo plazo. En conclusión, la relación entre el apoyo organizacional y el *engagement* laboral es fundamental tanto para el bienestar de

los empleados como para el éxito de la organización. El apoyo organizacional percibido no solo mejora los niveles de *engagement* y productividad de los trabajadores, sino que también contribuye a una cultura organizacional positiva y sostenible. Estos factores, a su vez, se reflejan en una mayor satisfacción, lealtad y retención del talento, beneficiando a largo plazo a todas las partes involucradas.

Son escasos los estudios que explican el papel que juegan los apoyos dados por la empresa en el compromiso de los colaboradores. Por ejemplo; Flores y Gómez (2018) concluyen que efectivamente el apoyo organizacional percibido y el compromiso organizacional presentan una relación positiva y directa lo cual ayuda a que los trabajadores trabajen mejor y sientan satisfacción con su calidad de vida. Lo que respecta a la calidad de vida, Salazar (2018) en su estudio correlacional observo una alta asociación positiva entre el apoyo organizacional percibido con la satisfacción con su trabajo ($r = 0.84$), conforme a lo esperado, el apoyo organizacional percibido y la calidad de vida relacionada con el trabajo, están asociadas con el bienestar subjetivo del trabajador. Por su parte, Parapar (2019), en su trabajo menciona de igual manera la alta relación entre estas variables, sugiriendo a las empresas brindar apoyos que aludan a un sano capital psicológico. Por último, en el estudio reciente y el único aplicado en el ámbito organizacional mexicano de Ortiz y García (2020) concluyen que, a través del análisis de regresión la correlación de Spearman mostró correlaciones significativas pero débiles solo entre una dimensión del apoyo organizacional percibido (satisfacción de las necesidades socio-afectivas) y dos dimensiones del compromiso laboral: vigor ($\rho = 0.33, p < 0.01$) y dedicación ($\rho = 0.28, p < 0.01$), y hacen énfasis en que la debilidad es más que nada en las necesidades socio-afectivas del trabajador, aquellas que están bajo control del mismo, lo cual afecta directamente en su percepción y por ende en su compromiso hacia la empresa.

De lo anterior, resulta la necesidad de ahondar más en este tema y verificar si efectivamente dichas necesidades son importantes y de relevancia para lograr empleados completamente comprometidos y leales a su labor. Teniendo en cuenta los estudios previos sobre las variables, con el presente trabajo se pretende dar un avance en cuanto al estudio del *engagement* el cual surge de la psicología positiva y que toma relevancia al considerar las cualidades de las personas para potenciar sus habilidades y destrezas dentro de la organización, y esto desde los apoyos internos o externos que la empresa pone a disposición. Por consiguiente, el objetivo general del presente trabajo de investigación consiste en establecer de qué manera se relaciona el apoyo organizacional percibido de los empleados con el *engagement* que desarrollan hacia la empresa. A partir de la evidencia previa, se plantea la siguiente hipótesis: (H1) Existe relación positiva entre el apoyo organizacional percibido y el *engagement* presente en los colaboradores.

2. Metodología

Se utilizó un enfoque de métodos mixtos, recolectando datos cualitativos a través de entrevistas, observación directa, observación participante, así como la observación de instalaciones u objetos físicos en la unidad de análisis. Además, se recolectaron datos cuantitativos a través de la administración de cuestionarios para calcular indicadores en ambas variables. A través de este enfoque, se buscó determinar la relación entre las variables y analizar la correlación (causa-efecto), a través de una estructura inferencial compuesta por un modelo de regresión lineal y la validación de hipótesis, así como

también un análisis cualitativo, el cual se obtuvo por medio de una red semántica y un conteo frecuencial de palabras resultantes de los instrumentos antes mencionados.

2.1. Descripción de la unidad de análisis

Para la realización del trabajo empírico se seleccionó un taller mecánico como unidad de análisis, en donde diariamente los empleados desempeñan esfuerzos tanto físicos como mentales. La razón principal de esta elección se debe a que tanto la relación como los efectos de las variables *engagement* y apoyo organizacional pueden ser mejor observables y claras en contextos donde las empresas exigen mayor esfuerzo; principalmente el físico a sus colaboradores y en donde ellos esperan ya sea un incentivo o reconocimiento por ello. La organización presta servicios profesionales de afinación, alineación y balanceo, cambio de aceite, llantas, frenos, luces, entre otros, clasificada dentro de las micro y pequeñas empresas, ubicada en Culiacán, Sinaloa. Otra razón que justifica su elección es que el sector automotriz está convertido en una de las industrias más importantes de la era moderna; su importancia radica en el efecto social, económico, así como la generación de los empleos que impulsa

2.2. Selección de la muestra

Para la selección de la muestra se optó por el tipo de muestreo no probabilístico por conveniencia, el cual consistió en seleccionar a los empleados que colaboran en la empresa y que se desempeñan en los diferentes departamentos y a quienes se les aplicó una entrevista para conocer lo que es importante y significativo para los informantes, en este caso los colaboradores, y descubrir acontecimientos y dimensiones subjetivas tales como compromiso, apoyos, recompensas, motivación, autorrealización y satisfacción laboral. En la Tabla 1 se muestra una tabla referenciando datos relevantes para este trabajo.

Puesto	#	Sexo	Edad	Antigüedad
Gerente	2	H	26/39	7 meses / 2 años
Recepcionista	1	M	24	8 meses
Técnico de cofre	2	H	36/42	8 años / 2 años
Técnico de lubricación	3	H	35/21/25	2.5 años / 1 mes/ 4 meses
Técnico de cortesía	2	M	23/24	8 meses/ 6 meses
Compras	2	H	29/31	2 años/ 3 meses
Técnico fuel injection	3	H	42/41/34	15 años / 4 meses / 9 meses

Fuente. Elaboración propia

Tabla 1 – Información de los colaboradores de la empresa

2.3. Diseño de los cuestionarios

Se aplicó un cuestionario por cada variable de estudio. Para la variable apoyo organizacional percibido se utilizó el cuestionario AOP (Apoyo Organizacional Percibido) elaborado por Eisenberger et al. (1986). Este instrumento es la traducción y adaptación del original “Survey of Perceived Organizational Support”, de origen estadounidense, fue creado con el objetivo de evaluar las creencias de los trabajadores acerca del apoyo que les brinda

las empresas en donde desarrollan sus actividades laborales (Varas, 2019). Consta de 17 ítems y tiene un Alfa de Cronbach de 0,93 (Ortega, 2003). Las preguntas se realizaron con escala tipo Likert de siete puntos: Totalmente desacuerdo (1), moderadamente en desacuerdo (2), débilmente en desacuerdo (3), ni de acuerdo ni en desacuerdo (4), débilmente de acuerdo (5), moderadamente de acuerdo (6), y totalmente de acuerdo (7). El instrumento utilizado es la versión abreviada. Para puntuar el instrumento y poder determinar el grado en que se encuentra la variable de apoyo organizacional, en primera instancia se sumaron los ítems de la percepción positiva y se invirtieron los ítems de la percepción negativa los cuales fueron formulados de manera contraria y luego el puntaje obtenido se clasificó en percentiles mostrados en la siguiente tabla (Tabla 2).

Puntos	Nivel
0 a 25	Bajo
26 a 50	Medio
51 a 75	Alto
76 a 100	Muy alto

Fuente: Elaboración propia con información de Morales, 2014.

Tabla 2 – Ponderación de niveles del apoyo organizacional percibido

Para el caso del Engagement se utilizó el cuestionario llamado “UWES” (Utrecht Work Engagement Survey), que permite medir las tres dimensiones: vigor, dedicación y absorción (Schaufeli et al, 2002). El cuestionario consta de 17 ítems. El Vigor se evaluó con 6 ítems que hacen referencia a altos niveles de energía y resistencia mental mientras se trabaja. La Dedicación se estimó con 5 ítems que se refieren al nivel de significado que tiene el trabajo para la persona y la Absorción se midió con 6 ítems que se refieren a sentimientos de felicidad cuando se está concentrado en el trabajo (Schaufeli et al., 2002). El instrumento muestra un alto grado de confiabilidad al presentar un alfa de Cronbach de 0.93 (Schaufeli y Bakker, 2011). Y la escala utilizada fue de tipo Likert, teniendo 7 alternativas de respuesta: Nunca (1), Casi Nunca (2), Algunas Veces (3), Regularmente (4), Bastante Veces (5), Casi Siempre (6) y Siempre (7). Para puntuar el instrumento, cada ítem estuvo valuado del 1 al 7 y para determinar la suma de cada factor (vigor, absorción y dedicación) se sumaron los ítems, por ejemplo, las puntuaciones obtenidas de los ítems del factor dedicación fueron sumaron. Por lo tanto, el mismo procedimiento se realizó para adquirir las puntuaciones de cada factor. Para finalizar con la calificación del cuestionario se sumaron los tres factores obteniendo el total del nivel de engagement. Al conseguir el resultado total de la sumatoria de los factores, se obtuvo el nivel de engagement al que pertenece (Tabla 3):

Puntos	Nivel
17 a 34	Bajo
35 a 52	Medio
53 a 119	Alto

Fuente: Elaboración propia con información de Córdoba reyes, 2015

Tabla 3 – Ponderación de niveles de *engagement*

2.4. Hipótesis de investigación

Se utilizaron los modelos de regresión lineal para determinar la existencia de causalidad entre la variable dependiente y las explicativas para corroborar la hipótesis planteada en la presente investigación, la cual es:

“La percepción que tienen los colaboradores en función del apoyo organizacional brindado por la organización incide de manera positiva en el logro del *engagement*”.

Así, el modelo sugerido contempla como variable independiente, que es el apoyo organizacional percibido y una variable dependiente, que es el *engagement*. Cuya expresión lógica matemática es la que se expone a continuación:

$$\hat{Y} = \beta_0 + \beta_1 X + \dots + \beta_2 X \dots \tag{1}$$

Cuyas variables del modelo lineal se definen en la tabla siguiente (Tabla 4)

Variable dependiente	Variable independiente
$\hat{Y}(\text{ENGT}) =$	$\beta_0 + \beta_1 (\text{AOPTOTAL})$

Tabla 4 – Definición de las variables del modelo general de regresión

Ahora se presenta la definición de variables de los modelos en su manera individual (Tabla 5):

Variable dependiente	Variable independiente
$\hat{Y}(\text{ENGTVIG}) =$	$\beta_0 + \beta_1 (\text{AOPTOTAL})$
$\hat{Y}(\text{ENGTD}) =$	$\beta_0 + \beta_1 (\text{AOPTOTAL})$
$\hat{Y}(\text{ENGTABS}) =$	$\beta_0 + \beta_1 (\text{AOPTOTAL})$

Fuente: Elaboración propia con ayuda del programa SPSS.

Tabla 5 – Definición de las variables del modelo individual de regresión

2.5. Análisis inferencial de los resultados

En este apartado se estudian los resultados obtenidos del análisis bivariado entre las variables de estudio de la presente investigación que son, apoyo organizacional como variable independiente y el *engagement* como variable dependiente, esto con la finalidad de determinar por una parte, el grado de asociación entre ellas en condiciones de dependencia y, en segundo lugar, utilizando el coeficiente de correlación de Spearman como método estadístico no paramétrico de tipo ordinal, para validar la hipótesis que propone la investigación la cual es: La percepción que tienen los colaboradores en función del apoyo organizacional brindado por la organización incide de manera positiva en el logro del *engagement*.

De igual manera los resultados expuestos en este apartado contribuyen para cumplir con el tercer objetivo que se enuncia de la manera siguiente: Determinar el nivel de correlación existente entre los factores del apoyo organizacional percibido y el compromiso organizacional que desarrollan los colaboradores hacia la empresa. En la tabla 6 se enlistan los resultados del análisis de correlación bivariado por el coeficiente de rangos de jerarquías aplicado.

Variables de estudio			Engagement	Apoyo organizacional percibido
Rho de Spearman	Engagement	Coefficiente de correlación	1	.724
		Sig. (bilateral)		.002
	Apoyo organizacional percibido	Coefficiente de correlación	0.724	1
		Sig. (bilateral)	.002	

Tabla 6 – Coeficiente de correlación bivariado de Spearman. Apoyo organizacional percibido VS Engagement

Los resultados de los índices expuestos en la tabla anterior afirman con un nivel de confianza del 95% que existe una asociación positiva alta entre el *engagement* y el apoyo organización percibido por los empleados de unidad de análisis, lo cual se observa por medio del valor del coeficiente de correlación (RHO) de .724. Cuya conclusión se elabora por medio de la regla de interpretación de dicho coeficiente mostrada en la tabla 7.

Signo	Rho	Grado de relación
±	0	Relación nula
±	0 a 0.19	Relación muy baja
±	0.2 a 0.39	Relación baja
±	0.4 a 0.59	Relación moderada
±	0.6 a 0.79	Relación alta
±	0.8 a 0.99	Relación muy alta
±	1	Relación perfecta

Fuente: Elaboración propia utilizando el programa SPSS, 2022

Tabla 7 – Regla de interpretación del coeficiente de correlación. Escala de decisión

Para el proceso de prueba de la hipótesis, se utilizó el coeficiente de correlación como método estadístico no paramétrico de tipo ordinal para determinar la intensidad de asociación entre las variables, en otras palabras, se tomaron los resultados de la tabla 5 y se encontró por medio del índice de significancia de (p)= 0.002 que se acepta la hipótesis planteada puesto que dicho índice es menor a 0.05.

Asimismo, dicha asociación de magnitud alta y positiva se puede observar de manera más clara en la figura de dispersión siguiente (Figura 1), donde se visualiza este patrón de tendencia positiva.

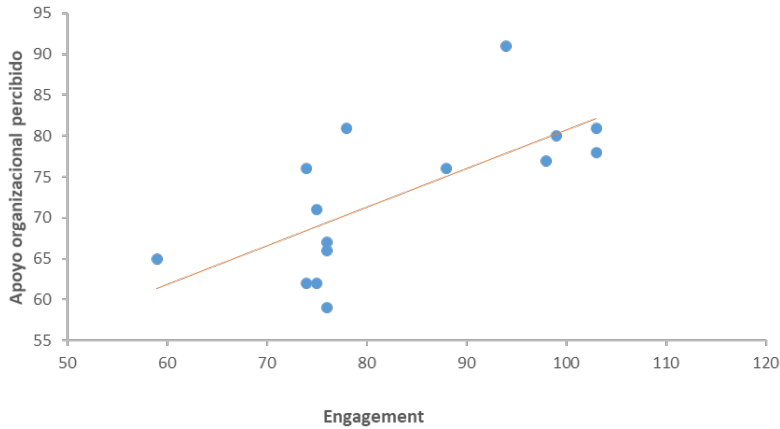


Figura 1 – Grafico de dispersión. Apoyo organización percibido VS *Engagement* de la empresa Grease Monkey. Fuente: Elaboración propia utilizando el programa SPSS.

En la figura 1 se puede apreciar claramente el patrón con tendencia positiva y que la variabilidad de las medias expresa en qué grado ambas variables tienen el mismo orden.

Ahora bien, con la finalidad de comprobar el grado de ajuste existente entre las variables del presente estudio, es decir, evaluar si el apoyo organizacional percibido predice el *engagement*, se realizó un análisis de regresión lineal, presentándose en la tabla 8 los resultados de la aplicación cuya expresión matemática es la siguiente:

$$ENG_{TOT} = \beta_0 + \beta_1 AOPTOTAL + \mu \dots\dots\dots (1) \text{ Modelo general}$$

Los resultados obtenidos de la estimación del modelo se muestran en la tabla 7 donde se aprecia en primer lugar, a través del valor de significancia valores de coeficientes aceptables por encima del 5% de probabilidad, es decir, que la predicción posee un nivel de confianza de estimación del 95% debido a que dichos valores están por debajo del 0.005, $\beta_0 = 0.001$ y $\beta_1 = 0.004$.

Coefficientes	Valor del coeficiente	Error estándar	R ²	Sig.
β_0	10.189	.539	.477	0.001
β_1	1.011	.294		0.004

Variable dependiente: *Engagement*. Fuente: Elaboración propia utilizando el programa SPSS.

Tabla 8 – Coeficientes del modelo de regresión lineal general

De esta manera el modelo general de regresión se expresa lógica matemática de la manera siguiente:

$$ENGT=10.189+1.011AOPTOTAL+ \mu \dots (1.1)$$

En segundo lugar, los valores de los coeficientes en el modelo 1.1 indican que si el apoyo organizacional percibido desarrollado por los empleados fuera evaluado nulo, en la escala de percepción marcada en este proceso de investigación, aun así, existiría un nivel de engagement general de 10.189 lo cual, de acuerdo a la tabla 2 de ponderación de niveles de apoyo organizacional en el capítulo metodología ésta es baja. Por su parte, el nivel engagement variará en 1.011 a medida que incremente los niveles de evaluación del apoyo organizacional percibido. En tercer lugar, el coeficiente de correlación $R^2 = .477$ no indica que el 47.7% del *engagement* desarrollado por los colaboradores de empresa depende de lo niveles de percepción de apoyo organizacional que manifiesten.

Ahora bien, si la estimación del modelo general se analiza segregando los componentes del engagement, los cuales son vigor, dedicación y absorción y se verifica el efecto que estos causan de manera individual al apoyo organizacional percibido, los resultados son los que se presentan en las tablas 9. De esta manera los modelos individuales y los resultados son los siguientes:

$$ENGVIG=\beta_0+\beta_1 AOPTOTAL+ \mu \dots (modelo 2)$$

$$ENGABS=\beta_0+\beta_1 OPTOTAL+ \mu \dots (modelo 3)$$

$$ENGDED=\beta_0+\beta_1 ENGVIG+ \mu \dots (modelo 4)$$

Modelos	Coeficientes	Coeficientes no estandarizados		R ²	t	Sig.
		B	Error estándar			
2	β_0	-496	11.092	.384	4.595	.965
	ENGVIGOR	.892	.313		2.848	.014
3	β_0	52.589	7.963	.345	6.605	.000
	ENGDED	.861	.329		2.619	.021
4	β_0	54.238	14.469	.115	3.749	.002
	ENGABS	.643	.495		1.299	.216

Tabla 9 – Coeficientes de los modelos de regresión lineal individuales

En la tabla anterior, se observa que si se trata de manera desagregada cada una de las categorías de que componen el *engagement* se obtiene primeramente que el apoyo organizacional percibido sólo explica el 38.4% de variabilidad del apoyo en *engagement* generador por los componentes de la dimensión vigor, mientras que la dedicación es

causada en un 34.5% por los efectos en los niveles de apoyo organizacional y la absorción sólo el 11.5% siendo esta la más baja. Sin embargo, si se buscara hacer el análisis con estos datos, esto no procedería para el nivel de confianza del 95% permitido, pues de acuerdo a los resultados de la columna de significación estos están por arriba del 0.005.

2.6. Análisis cualitativo

En lo que toca al análisis cualitativo, primero se organizaron los datos para luego ser analizados con la finalidad de identificar y determinar los vínculos y matices existentes. Una de las herramientas utilizadas para determinar dichos vínculos en los procesos cualitativos fue la red semántica. A continuación, se muestra el modelo cognitivo resultante del proceso de la información recabada en la unidad de análisis (Figura 2).

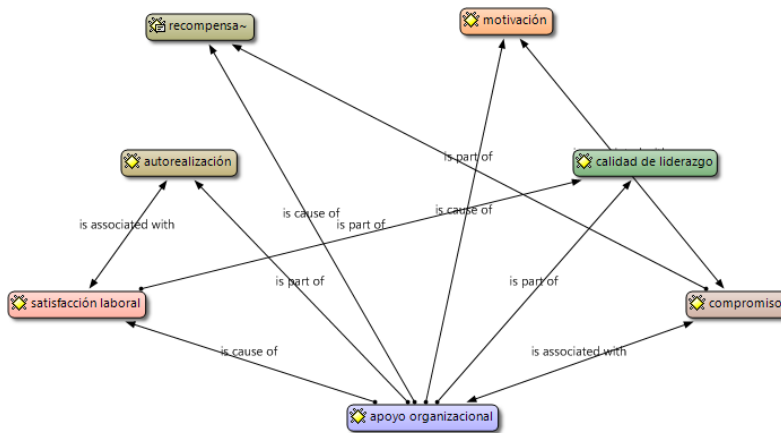


Figura 2 – Red semántica de las dimensiones del apoyo organizacional utilizando el software ATLAS.ti.

En la figura 2, se muestran las interacciones existentes entre la variable de apoyo organizacional y los factores que la componen. Así, esquemáticamente se aprecian, por una parte y de los resultados del análisis de las entrevistas aplicadas, la existencia de una relación paralela entre el compromiso y el apoyo organizacional, es decir, más que una relación lineal existe una asociación entre ellas. Ahora, por otra parte, se aprecia como la percepción que les generan los apoyos brindados por parte de la gerencia es la causa por la cual se hace presente la satisfacción laboral en los empleados misma que se asocia directamente con la autorrealización, a la que Maslow menciona que se logra cuando eres capaz de alcanzar tu máximo potencial, es decir, que sientes que has logrado tu mejor versión o estás en un camino hacia ello, por eso la importancia de generar ese bienestar por medio del apoyo en cada persona que labora para la organización.

Del mismo modo, también se aprecia la interacción que se desarrolla entre estas dimensiones, pero ya no partiendo directamente de la médula central del apoyo organizacional, por ejemplo, si se observa el compromiso, este está directamente

relacionado con la motivación, razón por la cual la teoría marca una dependencia del *engagement* generalizado.

Otra forma de hacer este mismo análisis es por medio del conteo de palabras claves donde se desenvuelve el léxico de los colaboradores de la unidad de investigación, para ello se muestra a continuación la tabla 10 con los resultados obtenidos.

Etiquetas de fila-	-Suma de Frecuencia por grupo
<i>Ambiente laboral</i>	4.99%
<i>Apoyo</i>	6.24%
<i>Autorrealización</i>	6.70%
<i>Beneficios</i>	10.21%
<i>Bono</i>	1.33%
<i>Capacitación</i>	14.89%
<i>Compañeros</i>	2.65%
<i>Compromiso</i>	0.80%
<i>Concentrado</i>	0.88%
<i>Engagement</i>	0.80%
<i>Gerencia</i>	9.28%
<i>Lugar de trabajo</i>	0.62%
<i>Motivación</i>	7.87%
<i>Otros</i>	5.92%
<i>Recompensas</i>	5.14%
<i>Trabajo</i>	20.89%
<i>Vinculación</i>	0.88%
<i>Total general</i>	100.00%

Fuente: Elaboración propia utilizando el programa Atlas. Ti, 2022.

Tabla 10 – Análisis cuantitativo de conteo semántico de las dimensiones del apoyo organizacional

La tabla 10, muestra por medio del análisis de conteo relativo las palabras más utilizadas por las personas entrevistadas y que el primer lugar lo ocupa la palabra trabajo con un 20.89% de incidencia, dicho concepto orientado hacia las condiciones laborales cuyos elementos más repetitivos son la palabra diferencia, descanso y responsabilidad, lo cual, confirma los elementos ideológico conductuales que componen a la variable de estudio apoyo organizacional en su dimensión condiciones favorables de trabajo, con lo cual se alinea la idea teórica con la práctica de la dependencia de esta variable para el *engagement*.

3. Conclusiones

La presente investigación tuvo como objetivo principal establecer de qué manera se relaciona el apoyo organizacional percibido de los colaboradores con el *engagement* que

estos desarrollan, concluyendo a continuación en función de los resultados. Cualquier recurso que la empresa ponga a disposición del colaborador repercute en la percepción que este tenga en función de los apoyos e influirá en el compromiso que muestre o desarrolle con sus actividades, y que, alineados al modelo de Demandas y recursos laborales de Bekker y Demerouti esto consiste en que los trabajadores hagan uso de cualquier recurso laboral ya sea, físico, psicológicas u organizacional y hagan frente a las demandas de la organización en la cual trabajan.

En respuesta al objetivo uno, se obtuvo un alto nivel de *engagement* en los colaboradores de la empresa, mismos que mantienen una actitud positiva, de mucha dedicación y pasión frente a su trabajo. Los hallazgos confirman que el apoyo organizacional no solo mejora el compromiso y la satisfacción laboral, sino que también influye en la autorrealización de los empleados. El análisis cuantitativo respalda esta relación, demostrando que un mayor apoyo percibido incrementa el *engagement*. Por lo tanto, es fundamental que las organizaciones implementen estrategias que fortalezcan la percepción de apoyo entre los empleados, lo que contribuirá al bienestar, la motivación y el rendimiento laboral.

Ambos enfoques ponen en evidencia que, aunque el apoyo organizacional desempeña un papel clave en el *engagement* de los colaboradores, su impacto está mediado por la forma en que los empleados lo perciben y por el grado de satisfacción y autorrealización que experimentan dentro de la organización. Lo anterior, puede atribuirse a que la empresa demuestra su interés por sus colaboradores llevando a cabo cursos de capacitación y actualización semestrales enfocados a la mejora de sus habilidades y conocimientos.

Los resultados indican que, los directivos de dicha franquicia sí se preocupan por el bienestar y desarrollo de sus colaboradores y de acuerdo a diferentes investigadores, tiene una repercusión positiva en los niveles de *engagement*. Sin embargo, la investigación empírica demuestra bajo interés por parte de los empleados a dichos apoyos, y estos demuestran solo la necesidad de apoyos económicos y manifiestan el bajo interés y rechazo con acciones que abonen a la parte intrínseca. Cabe destacar que, según la teoría de los apoyos de Rhoades y Eisenberger no todas las personas perciben el apoyo que les brinda su organización de la misma manera, y eso dependerá de sus metas y objetivos que tengan primeramente como personas y después como trabajadores.

Congruente con los resultados de *engagement* y haciendo referencia al objetivo dos de esta investigación, el proceso de la información arrojó un nivel de apoyo organizacional percibido alto en los empleados, dicho resultado es atribuido a que, los empleados están agradecidos al contar con un sostén cuando les han sido necesarios, o que cuando ocupan un favor especial se les concede, o qué decir de la idea que comparten al sentir que su organización se preocupa por su bienestar y, además, valora las contribuciones que realizan para la organización (Eisenberger, 1986).

Asimismo, se llega a la conclusión de que sin duda la empresa puede obtener el nivel de muy alto en cuanto a la percepción que tienen sus colaboradores, y esto desde la teoría del intercambio social de Homans y Blau donde se señala que el incremento de los niveles de apoyo organizacional percibido puede ser explicado desde factores intangibles, satisfaciendo mayormente las necesidades intrínsecas donde se encuentra la estima y el reconocimiento. Por ejemplo, los colaboradores comentan que sienten que

sus propósitos, deseos y/o objetivos no son tomados en cuenta, es ahí entonces donde los individuos no se sienten obligados a retribuir de la mejor manera a la organización.

De igual manera, se contrasta el modelo Job Demands- resources propuesto por Bekker y Leiter el cual hace referencia a la satisfacción de las necesidades socio-afectivas aunadas a las socio-emocionales, las cuales son recursos ausentes en Grease Monkey y afectan las condiciones de funcionalidad administrativa de la empresa. Llegando a la comprensión de que, para alcanzar aún mejor respuesta del colaborador, se debe apostar a tratar de satisfacer o al menos considerar de alguna manera dichas necesidades, lo cual vendrá a repercutir en su compromiso y lealtad.

En cuanto a los resultados de correlación y estimación y contestando al objetivo tres, existe una asociación positiva alta entre el apoyo organizacional percibido y el *engagement* de los empleados en la unidad de análisis, lo cual se observa por medio del valor del coeficiente de correlación (RHO) de .724. La relación entre estas variables puede significar que, en tanto los empleados perciban mayor apoyo organizacional, mayores serán sus niveles de *engagement*. Dicho de otro modo, mientras los empleados se sientan valorados, apoyados y reconocidos, mayor será su vigor, dedicación y absorción.

Además de que estos resultados sirven para dar respuesta a la pregunta central de esta investigación: ¿De qué manera se relaciona el apoyo organizacional percibido de los empleados con el *engagement* que desarrollan hacia la empresa? afirmando que las variables se relacionan de una manera alta-directa y positiva.

Por su parte, la estimación del modelo de regresión, nos permite determinar haciendo referencia a la teoría de Eisenberger y Rhoades, quienes proponen como componentes del apoyo organizacional al reconocimiento por parte de los supervisores, la satisfacción de las necesidades socio afectivas, las recompensas o premios organizacionales y condiciones favorables de trabajo e imparcialidad en la distribución de los recursos; y que para esta unidad de análisis sólo representan el 47.7% del *engagement* desarrollado por los colaboradores, teniendo así que, el 53.3% restante es explicado por otros factores, entre los que se resalta como resultado de las entrevistas, todo aquello que se traduzca en dinero así como a la edad y los propósitos del colaborador.

Ahora bien, en cuanto al análisis del impacto individual que tiene el *engagement* en el apoyo organizacional de los colaboradores de Grease Monkey, se determina que, si la percepción fuera nula, es decir, si la empresa no brindara ningún tipo de apoyo o reconocimiento al empleado, aun así, estos muestran un nivel de 10.189 de *engagement* en sus actividades diarias que de acuerdo a la categorización de Córdoba (2014), es considerado fuera de los niveles de medición de percepción de *engagement* pero existente, lo cual nos indica la existencia de un vínculo con la autorrealización, o en palabras de los mismos trabajadores, “amor al oficio”, factor que incide en el mantenimiento del compromiso del empleado con su empresa, y en consecuencia, en la calidad de su desempeño. A lo anterior se añade que, el mismo modelo de regresión, evaluado en la escala de percepción máxima, se obtiene de acuerdo a la categorización de Córdoba (2014), un nivel de 116.344, indicando la presencia de alto grado de *engagement*.

Corroborando así que, a mayor percepción de apoyo organizacional mayor *engagement*. Tal como lo afirma John Stacey Adams en su teoría de equidad en la cual argumenta que el apoyo que perciben los empleados juega un papel importante que impacta en el bienestar y compromiso del mismo e influye en la relación que pueda surgir entre empresa-colaborador. De esta manera, y con base en los resultados obtenidos, se comprueba la hipótesis propuesta en esta investigación la cual dice que la percepción que tienen los colaboradores en función del apoyo organizacional brindado por la organización incide de manera positiva en el logro del *engagement*.

Y finalmente, como futuras líneas de investigación se proponen las siguientes: (a) se aconseja investigar cómo la escolaridad de los colaboradores influye para percibir los apoyos por parte de la empresa, y si eso también repercute en su compromiso, ya que solo existen estudios en el sector público e industrial (b) se recomienda elaborar un estudio multi-caso y así contar con un análisis generalizado del sector automotriz ya que dichas variables no han sido estudiadas en su conjunto, ni de manera masiva en dicho sector, pudiendo tener con ello el comportamiento universalizado de las variables. (c) Y, por último, se sugiere la utilización del modelo AREA de Cárdenas y Jaik (2014), para investigar cómo se relacionan entre sí los diferentes factores que ahí proponen (emociones positivas en el trabajo, el autoconcepto laboral positivo, apoyo social percibido en el trabajo y resiliencia en el trabajo) y que integran al *engagement*.

Referencias

- Armeli, S., Eisenberger, R., Fasolo, P., & Lynch, P. (1998). El apoyo organizacional percibido y el desempeño policial: la influencia moderadora de las necesidades socioemocionales. *Journal of Applied Psychology*, 83(2), 288-297. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.83.2.288>
- Cárdenas Aguilar, T. D. J., & Jaik Dipp, A. (2014). Inventario para la medición del engagement (Ilusión por el trabajo). Un estudio instrumental. *Psicogente*, 17(32), 294-306. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=497551995005>
- Córdoba, N. (2015). Niveles de engagement en los colaboradores de una industria de detergentes ubicada en Escuintla.. Recuperado de <http://recursosbiblio2.url.edu.gt/tesisjcem/2015/05/43/Cordoba-Nely.pdf>
- Eder, P., & Eisenberger, R. (2008). Soporte organizacional percibido: reduciendo la influencia negativa del comportamiento de retirada de compañeros de trabajo. *Journal of Management*, 34(1), 55-68. <https://doi.org/10.1177/0149206307309259>
- Eisenberger, R., Huntington, R., Hutchison, S., & Sowa, D. (1986). Apoyo organizacional percibido. *Journal of Applied Psychology*, 71(3), 500-507. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.71.3.500>
- Eisenberger, R., Armeli, S., Rexwinkel, B., Lynch, P. D., & Rhoades, L. (2001). Reciprocidad del apoyo organizacional percibido. *Journal of Applied Psychology*, 86(1), 42-51. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.86.1.42>

- Flores, J., & Gómez, I. (2018). El apoyo organizacional percibido y el compromiso organizacional en una empresa privada en Lima, Perú. *Ajayu Órgano de DiFusión Científica del departamento de Psicología Ucbsp*, 16(1), 1-30. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-21612018000100001&lng=es&tlng=.
- López, F. F. (2017). Apoyo administrativo a la gestión de recursos humanos. UF0345. Tutor Formación. http://descargas.pntic.mec.es/mentor/visitas/apoyo_administrativo_gestion_recursos_humanos.pdf
- Maslach, C., Schaufeli, W. B., & Leiter, M. P. (2022). Job burnout. *Annual Review of Psychology*, 52(1), 397-422. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.52.1.397>
- Morales Vásquez, F. A., Zenteno Villar, P. A., & Jiménez Figueroa, A. (2014). Compromiso Organizacional y Apoyo Organizacional Percibido en relación con Políticas Familiarmente Responsables en empresas de la región del Maule. [Tesis de doctorado, Universidad de Talca Chile, Facultad de Psicología]. <http://dspace.otalca.cl/handle/1950/9822>
- Ortega, V., & Martín-Quirós, M. (2003). Adaptación Al Castellano de la Versión Revisada de Lass Scales de Meyer de Meyer, Allen y Smith (1993). *Encuentros en Psicología Social*, 1(1), 7-11. https://www.researchgate.net/publication/277715343_adaptacion_al_castellano_de_la_version_revisada_de_las_commitment_scales_de_meyer_allen_y_smith_1993
- Ortiz-Isabeles, C. J. & García-Avitia, C. A. (2021). Relación entre el apoyo organizacional percibido y el engagement en los trabajadores mexicanos. *Psicogente*, 24(45), 59-76. <https://doi.org/10.17081/psico.24.45.4084>
- Parapar, C. C. P. (2019). Apoyo organizacional percibido y engagement en una empresa de construcción [Tesis de doctorado, Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Psicología. Mención: Psicología Social]. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/14454>
- Salazar Cueva, P. M. (2018). Relación entre satisfacción laboral y compromiso organizacional: un estudio en una entidad pública ecuatoriana [Tesis de maestría, Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador]. Repositorio Institucional del Organismo de la Comunidad Andina, CAN. <http://hdl.handle.net/10644/6348>
- Schaufeli, W. B., Salanova, M., González-Romá, V., & Bakker, A. B. (2002). La medición del compromiso y el agotamiento: un enfoque analítico factor confirmatorio de dos muestras. *Journal of Happiness Studies*, 3, 71-92. <https://doi.org/10.1023/a:1015630930326>
- Schaufeli, W. Y, & Bakker, A. (2011). Escala Utrecht de compromiso en el Trabajo. [Traducción Al Español de Utrecht. Escala de compromiso laboral. Manual preliminar]. Utrecht, Países Bajos: Unidad de Psicología de la Salud Ocupacional. Universidad Utrecht. <https://doi.org/10.22235/cp.v13i2.1888>
- Smith, T. R., & Collins, P. (2021). Employee engagement and organizational outcomes: A systematic review. *Human Resource Management Review*, 31(2), 100-113. <https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2020.100775>

- Varas Constanzo, I. (2019). Apoyo Organizacional Percibido y Satisfacción Laboral en Teletrabajadores. [Tesis de maestría, Universitat de Barcelona]. Dipòsit Digital de la Universitat de Barcelona. <http://hdl.handle.net/2445/145639>
- Xie, J., Yang, X., & Zhang, Z. (2023). The role of organizational support in employee engagement and job performance. *Journal of Applied Psychology*, 108(1), 79-95. <https://doi.org/10.1037/apl0000964>

Inclusión de estudiantes con altas capacidades en la escuela: centrándose en el aprendizaje de la matemática, la docencia universitaria y el trabajo colaborativo tanto en entornos presenciales como virtuales

Emilio Sagredo-Lillo¹, Jorge Zapata², Ignacio Salamanca-Garay³

emilio.sagredo@uss.cl; ignacio.salamanca@ubo.cl/ignacio.salamanca@uniacc.cl;
jorge.zapata@uss.cl

¹ (Autor correspondiente) Universidad San Sebastián, Facultad de Educación, Fondecyt 11220432/2022, 4080871, Concepción, Chile

² Facultad de Educación, Universidad San Sebastián, Programa de Formación Pedagógica en Educación Media, 4080871, Concepción, Chile

³ Universidad Bernardo O' Higgins, Universidad UNIACC 8370993, Santiago, Chile

DOI: [10.17013/risti.56.21-34](https://doi.org/10.17013/risti.56.21-34)

Resumen: El presente estudio aborda la inclusión de estudiantes con altas capacidades y doble excepcionalidad en el sistema educativo chileno, destacando la insuficiente atención a sus necesidades debido a enfoques tradicionales centrados en el déficit. La investigación enfatiza la importancia de un enfoque inclusivo que reconozca sus particularidades, con un enfoque en la enseñanza de la matemática y el uso de trabajo colaborativo, tanto presencial como virtual, para estimular sus capacidades cognitivas. Se llevó a cabo un análisis documental basado en fuentes teóricas, empíricas y normativas. Los resultados subrayan la importancia del trabajo colaborativo en la educación de estudiantes con altas capacidades, destacando su efectividad tanto en aulas físicas como en entornos virtuales. Además, la implementación del Diseño Universal de Aprendizaje (DUA) surge como una estrategia crucial para promover la inclusión de estos estudiantes. El estudio concluye que la colaboración entre docentes y el uso de tecnologías digitales son fundamentales para mejorar el desarrollo cognitivo y la inclusión educativa de los estudiantes con altas capacidades.

Palabras-clave: Inclusión; Altas capacidades; Enseñanza de la matemática; Docencia universitaria.

Inclusion of Gifted Students in School: Focusing on Mathematics Learning, University Teaching, and Collaborative Work in Both In-Person and Virtual Settings

Abstract: This study addresses the inclusion of students with high abilities and double exceptionality in the Chilean education system and shows that their needs

are not adequately addressed due to traditional deficit-oriented approaches. The research highlights the importance of an inclusive approach that recognizes their specificities, focusing on mathematics education and the use of collaboration, both face-to-face and virtual, to promote their cognitive abilities. A document analysis was conducted based on theoretical, empirical and normative sources. The results highlight the importance of collaborative work in the education of high ability students, emphasizing its effectiveness in both physical classes and virtual environments. Furthermore, the implementation of Universal Learning Design (DUA) appears as a crucial strategy to promote inclusion of these students. The study concludes that collaboration between teachers and the use of digital technologies are fundamental for improving the cognitive development and school inclusion of high-ability students.

Keywords: Inclusion; Gifted students; Mathematics learning; University teaching.

1. Introducción

1.1. Implementación de un proceso de inclusión en la escuela y en la docencia universitaria

La inclusión en aulas regulares de estudiantes neurodivergentes se ha promovido durante las últimas décadas a nivel internacional (UNESCO, 2000, 2007, 2015). El Estado chileno, por su parte, se ha adscrito a estos acuerdos internacionales y ha comenzado a cumplirlos desde la década del 90 con la implementación de los Programas de Integración Escolar, que de todos modos segregaba considerando que las necesidades de apoyo no eran atendidas en un espacio común. Luego, con la implementación del decreto 170 el año 2009 (MINEDUC, 2009), se avanza hacia la integración educacional mediante una estrategia que buscaba transitar con este paso previo a la inclusión. Para avanzar hacia el logro de la inclusión educativa, la estrategia más utilizada ha sido el desarrollo del Trabajo Colaborativo Docente (TCD), en particular, la co-enseñanza educativa entre docentes de educación regular de diversas asignaturas y docentes de educación diferencial (Graden y Bauer, 1999; Harrison, 2011; Weiss et al., 2016). En estudios realizados en Chile y el extranjero (Durán-Gisbert y Climent, 2017; López et al., 2010; Sagredo et al., 2020; Thomazet y Mérini, 2015), se ha encontrado que la inclusión educativa se percibe como un medio para alcanzar la equidad, fomentando la heterogeneidad y el acceso universal a la educación, no obstante, lo que principalmente se desarrolla en contextos educativos es una estrategia relacionada con integración educativa (Ainscow, 2001; Ainscow et al., 2006; Sánchez et al., 2017; Stainback y Satainback, 1999) la integración es un paso previo a la inclusión, pero no es inclusión en sí.

En diversos estudios, se ha visualizado a la matemática como una de las disciplina más complejas en el proceso de inclusión, en el marco del Trabajo Colaborativo Docente (TCD) presencial y virtual como principal estrategia para la inclusión educativa, la enseñanza de la matemática ha demostrado ser particularmente desafiante, a pesar de ser la disciplina comúnmente seleccionada para la inclusión de estudiantes integrados por las denominadas Necesidades Educativas Especiales (NEE) en establecimientos educacionales con Programas de Integración Escolar (PIE) (Frangieh et al., 2014). Este hecho puede reforzar la idea planteada por Tenorio (2011) de que los docentes de disciplinas específicas en general muestran resistencia a la co-enseñanza con profesores

de educación diferencial, esto también aparece significado en otros estudios (Muccio et al., 2014). Es preciso clarificar que a pesar de que el decreto 170 (MINEDUC, 2009) aún se refiere a NEE, en la actualidad la comunidad científica habla de necesidades de apoyo y neurodiversidad (Hansen, 2019; Sagredo et al., 2020) en rigor si las necesidades educativas especiales existen como tal, todos las tendríamos considerando que la neurodiversidad considera que cada uno es diferente. En un estudio realizado en Francia por Frangieh et al. (2014), se resalta la importancia de los profesores especialistas en educación inclusiva para el desarrollo del TCD presencial y virtual en aulas regulares (Sagredo et al., 2023), particularmente especialistas en matemática, hallazgos similares se encuentran en la investigación de Guirimand y Mazereau (2016), donde se menciona que los docentes de matemática no adaptan su enseñanza para atender a la neurodiversidad. Hansen (2019) enfatiza en la necesidad de una vinculación entre la educación general y la educación especial en el contexto educativo actual, no solo para los estudiantes con Necesidades Educativas Especiales (NEE), sino para atender a todos los estudiantes según sus capacidades individuales.

En cuanto a la formación de docentes de educación regular y disciplinar para la inclusión educativa, existen investigaciones que muestran que los docentes perciben esta formación como una necesidad. Garnique-Castro y Gutiérrez-Vidrio (2012) encontraron que los profesores de educación básica consideran que requieren una mayor capacitación para enfrentar los nuevos contextos inclusivos en la educación regular entre estos desafíos, frecuentemente aparece la asignatura de matemática en este aspecto. Sagredo et al. (2025) se refiere a la necesidad de formación para la inclusión desde la docencia universitaria, los mismo respecto al trabajo colaborativo, se enseña principalmente a docentes de educación diferencial a trabajar colaborativamente en espacios presencial y virtuales, pero evidentemente ellos deben colaborar con alguien, el tema es que en las otras pedagogías no es algo que se considere. En otra investigación se expone que, si bien se trabajan temáticas de trabajo colaborativo para la inclusión en las escuelas de pedagogía, no hay espacios para colaborar entre carreras (Sagredo, 2021; Sagredo et al., 2025) y esto no solo debe analizarse desde la educación, también es algo clave desde otras profesiones que están presentes en la escuela desde su rol de profesionales asistentes de la educación, resulta necesario que en la formación universitaria se intenciones el trabajo colaborativo inclusivo (Sagredo y Salamanca, 2023), más aún cuando estas mismas casas de estudios forman a todos estos profesionales, docentes, psicólogos, fonoaudiólogos, etc.

1.2. Inclusión desde la comprensión de la neurodiversidad

En un estudio muy relacionado con el objeto-sujeto de estudio del presente trabajo (Hansen et al., 2020), se han publicado hallazgos que muestran que la comprensión del desarrollo de la inclusión educativa se relaciona con acciones y estrategias destinadas a compensar y tratar las necesidades de los estudiantes, pero que muy rara vez se focalizan en cambiar la práctica docente, incluida las estrategias de gestión y colaboración. Algo similar se encuentra en una meta-revisión de investigaciones internacionales respecto del tema, desarrollada por Molbæk et al. (2018), ellos también concluyen que la inclusión educativa se reduce a las necesidades educativas especiales y a la construcción de un estudiante ideal. De lo expuesto hasta ahora, se puede dilucidar que en general, tanto las políticas públicas como la teoría y empírea relacionada con esta temática, asocian

directamente la inclusión educativa con las NEE en aulas regulares (Sagredo et al., 2020). Lo anterior es el principal error con el que se comienza a afrontar la inclusión puesto que, la inclusión es un proceso mucho más complejo, que no se agota con las necesidades especiales en aulas regulares (Duk, 2014; Duk y Murillo, 2018; Durán y Giné, 2011). De forma más específica Molbæk et al. (2019) encuentran que la colaboración entre docentes de educación regular o diferencial no ha sido útil hasta ahora, por cuando se enfocan principalmente en problemas puntuales de los estudiantes, más que en cambiar la práctica docente para incluir a todos, procurando evitar que, la estrategia continúe replicando el antiguo modelo de exclusión, sin que las políticas educativas lo adviertan. La última parte del párrafo anterior es fundamental, como ya se precisó, la inclusión educacional es mucho más que limitarse exclusivamente a la atención de estudiantes con NEE (Sagredo et al., 2020). En la investigación desarrollada por Carrington (2017) se continúa con la tendencia de encontrar que la inclusión educativa se limita en general al trabajo con estudiantes con NEE, y aún más, expone que esto es un error por cuanto la verdadera inclusión es un movimiento social más complejo vinculado con la exclusión de estudiantes marginados en general, distintos grupos, minorías y de rendimiento cognitivo alto (García-Barrera, 2017). Para una verdadera inclusión educativa, es preciso evitar la mirada reduccionista circunscrita exclusivamente a las NEE desde el déficit (Lozano et al., 2015; Moliner, 2008; Mulholland et al., 2016; Muñoz et al., 2015).

La meta revisión documental de literatura internacional desarrollada por Hansen et al. (2020), concluye en que, para avanzar realmente hacia una educación inclusiva, es necesario un proceso de transformación profundo de la educación regular y especial, con un foco particular en la educación inclusiva, con cambios en los contenidos, método, enfoques, estructura, y estrategias. La resistencia al cambio es una de las principales barreras de las escuelas (Fuentelba y Imbarack, 2014; Fullan, 2002; Hargreaves y Fullan, 2014; Lemos, 2017). En las sociedades actuales, la inclusión no debiera ser una opción, es un derecho de los estudiantes (Echeita y Ainscow, 2011; MINEDUC, 2015) y una obligación para las políticas públicas (Hansen y Bjørnsrud, 2018). Para que la inclusión educativa sea realmente inclusiva, requiere de una comprensión compleja, no solo desde los docentes, se necesita la convicción de la comunidad educativa (Infante, 2010; Kraska y Boyle, 2014; Liesa et al., 2012) y desde la docencia universidad es quien forma a los profesionales docentes y no docentes que se desempeñarán en contextos educativos.

1.3. Inclusión de altas capacidades

Se señaló que en general la inclusión educacional es mucho más que centrarse específicamente en las NEE de los estudiantes (Gómez-León, 2019; Hansen et al., 2020; MINEDUC, 2015), pero ya se expuso que se observa una histórica focalización de los establecimientos educacionales y docentes de distintos países en la NEE desde el déficit (Hansen et al., 2020), enmarcado en esto mismo, se evidencia que hay una necesidad de apoyo poco significativa y que tiene pocas o nulas consideraciones para los procesos de inclusión escolar. Dicha necesidad educativa especial se refiere a estudiantes con altas capacidades cognitivas, puesto que, debido a sus características e identidad personal, dichas personas pueden desempeñarse cognitivamente mejor o aprender con menor esfuerzo que sus pares (Barrera et al., 2021; Gómez-León, 2019, 2020; Ríos, 2019), obviamente no es necesario que este rendimiento excepcional, sea en

todas las funciones ejecutivas, pero si se destacan en una o más, manteniendo quizás un rendimiento promedio en las demás, por supuesto hay también quienes tienen un alto rendimiento cognitivo en todas las áreas (Gómez et al., 2016; Gómez-León, 2019, 2020; Ríos, 2019; Romero, 2019), respecto a aquello, comúnmente se expone que el área en que más buenos resultados se advierten es en razonamiento lógico matemático, pero no hay suficiente evidencia para sustentarlo (Gómez et al., 2016). Hay países en los que se están poco a poco considerando las altas capacidades de los estudiantes, aunque en la mayoría de los casos esto es insipiente (Romero, 2019; Sastre y Castelló, 2017) frente a lo cual Chile no es la excepción. El sistema educativo chileno prácticamente no considera las altas capacidades de los estudiantes en sus procesos formales de inclusión escolar o en educación regular (Rodríguez y Ossa, 2014; Sagredo et al., 2020).

Hablar de altas capacidades hasta hace poco tiempo era prácticamente un tabú, debido a que se pensaba que se estaba discriminando a estudiantes que no las poseían (Gómez et al., 2016; Gómez-León, 2019, 2020). Existieron masivamente en el mundo los llamados establecimientos educacionales de superdotados, pero eso no era distinto a la exclusión que se realiza con estudiantes que tienen alguna de la llamada necesidad educativa permanente tradicional (Sastre y Castelló, 2017). Lo anterior, también atenta contra el desarrollo normal de los niños (Piaget, 1952), por cuanto dichos estudiantes llegaban, por ejemplo, a la Universidad a una edad que terminaba siendo contraproducente para él o ella, aun cuando tuviera la capacidad para cursar estudios superiores sin problemas. La incorporación de niños a universidades es una práctica que aún se puede observar en algunos países del mundo (Sastre y Castelló, 2017). Lo realmente necesario para aportar al desarrollo cognitivo de estos estudiantes es incluirlos efectivamente en aulas regulares, atendiendo sus NEE y comprendiendo que tienen tantas necesidades como cualquier otro estudiante asociado a una necesidad desde la tradicional comprensión del déficit (Hansen et al., 2020; Molbæk et al., 2018, 2019).

Trabajar con estudiantes con rendimiento cognitivo alto no es fácil, pero es necesario, los sistemas educativos deben hacerse cargo de ello, dichos estudiantes requieren de motivación constante y desafíos acordes a sus capacidades, muchas veces pueden ser confundidas dichas capacidades con déficit. Producto de que no se están atendiendo efectivamente sus requerimientos cognitivos (Barrenetxea-Mínguez y Martínez-Izaguirre, 2020; Villegas et al., 2014). Para trabajar educativamente con estudiantes con altas capacidades cognitivas se requiere formar docentes especialistas que consideren estas diferencias, para ello las instituciones educativas superiores de formación de profesores deben hacer cargo de aquello (Barrenetxea-Mínguez y Martínez-Izaguirre, 2020). Se dice que el alto rendimiento cognitivo se puede estimular en individuos que tienen un rendimiento promedio y que inclusive muchas personas con rendimientos aparentemente promedio tienen en realidad altas capacidades, pero nadie se ha dado cuenta de ello (Sastre y Castelló, 2017). Al respecto, se requiere que las escuelas adapten su paradigma educativo debido a que su estructura y visión organizacional son determinantes para el desarrollo o no, de altas capacidades en sus estudiantes (Barrera et al., 2021). Hay autores que dicen que los estudiantes con un alto funcionamiento cognitivo necesitan ser atendidos no solo para lograr cosas y mayores aprendizajes, sino también porque es necesario para su salud física, mental, bienestar social y personal. El desarrollo de altas capacidades es incluso contagioso, por lo que es otro motivo más para incorporar actividades efectivas en las escuelas, para que desarrollen este rendimiento

cognitivo alto en sus estudiantes, desde que son muy pequeños (Barrera et al., 2021; Gómez-León, 2019, 2020; Ríos., 2019; Sastre y Castelló, 2017). Cuando se estimula a los estudiantes de forma sistemática y mediante un proceso de gestión educacional bien planificado, todos obtienen ganancias, incluso los estudiantes con NEE tradicionales que, si bien quizás no logran un rendimiento cognitivo alto, la evidencia indica que al menos será más alto que el que hubieran logrado sin esa estimulación (Gómez-León., 2020; Sastre y Castelló, 2017). En específico, cualquier niño adquiere un segundo idioma cuando está en un contexto bilingüe e interactúa con ese estímulo, sin importar si, por ejemplo, tiene una necesidad educativa especial tradicional. Las funciones ejecutivas son potencialmente desarrollables mediante el entrenamiento cognitivo (Bertollo y Yerys., 2019; Morris y Maisto, 2009; Tirapu, 2011; Uribe et al., 2010). Respecto de las necesidades de apoyo tradicionales, hay un tema de especial relevancia a tratar en cuanto a las altas capacidades, y es que existen en la literatura los llamados estudiantes con doble excepcionalidad (Conejeros-Solar et al., 2018; Gómez et al., 2016; Gómez-Pérez, 2016; Van Eylen et al., 2015). Estos son estudiantes con algún diagnóstico de NEE que además poseen altas capacidades cognitivas no identificadas, entre las necesidades más comunes en las que se encuentran estudiantes con doble excepcionalidad están: Trastorno del Espectro Autista (TEA) (Conejeros-Solar et al., 2018; Leung et al., 2015; Pérez-Pichardo et al., 2018). Trastorno de Déficit Atencional con Hiperactividad (TDAH) (Conejeros-Solar et al., 2018; Gómez et al., 2016; Gómez-Pérez, 2016; Tabares et al., 2019). También se encuentran casos de niños mal diagnosticados y que solamente tienen altas capacidades cognitivas y sin ser detectadas (Barrera et al., 2021).

Los potenciales casos de doble excepcionalidad a veces son detectados por los docentes de un establecimiento o un miembro del equipo multidisciplinar (Barrera et al., 2021). Los profesionales de la educación se dan cuenta de que estos niños desarrollan con facilidad las distintas actividades, pero rara vez les atienden específicamente entregando más actividades o asignándoles alguna tarea que promueva su rendimiento cognitivo (Escámez y Sánchez, 2017). Pero en la mayoría de los casos no son advertidas estas dobles excepciones, lo anterior por muchas razones; entre las más comunes están: los estudiantes que son TEA tienen precisamente limitantes comunicacionales y al sentirse frustrados o poco estimulados simplemente pueden no desarrollar una actividad, incluso cuando podrían fácilmente, o quizás tienen dificultades de comunicar los resultados del proceso de la actividad y, a su vez, los docentes tampoco tienen estrategias para decodificar esta intención comunicacional (Conejeros-Solar et al., 2018; Leung et al., 2015; Pérez-Pichardo et al., 2018); en el caso de estudiantes con TDAH con el factor inatento su desconcentración es fácil frente a estímulos no atractivos, pueden comenzar una actividad, pero quizás no la terminan debido a que se distraen con otras cosas o se ensimisman, para los docentes pueden ser los típicos malos alumnos distraídos, conversadores o que dibujan mientras los demás realizan sus actividades (Conejeros-Solar et al., 2018; Gómez et al., 2016; Gómez-Pérez, 2016); los estudiantes con TDAH comúnmente son muy activos y, además, se distraen con facilidad, estos estudiantes si no están motivados, se pararán de sus puestos para conversar con alguien, intentarán botar cosas en el basurero, pedirán permiso frecuente para ir al baño y, simplemente, jugarán porque ya terminaron su actividad y están aburridos (Conejeros-Solar et al., 2018; Gómez et al., 2016; Gómez-Pérez, 2016; Tabares et al., 2019); hay otro grupo de estudiantes que si bien quizás no están con diagnóstico, se consideran estudiantes con

problemas conductuales y comportamentales, porque hacen frecuentemente desorden, deambulan en la sala e inclusive desafían a la autoridad, simplemente porque sus altas capacidades cognitivas no están siendo atendidas adecuadamente; en ocasiones, ni ellos mismos son capaces de advertir sus altas capacidades porque probablemente han llevado por mucho tiempo el estereotipo de estudiante problema (Sagredo et al., 2023). Hay también estudiantes que no poseen ningún diagnóstico y que en apariencia son el alumno promedio, pero también poseen una alta capacidad (Ríos, 2019). Es común que los estudiantes con altas capacidades y doble excepcionalidad no siempre sean los mejores del curso, no siempre esto tiene que ver con rendimiento, el buen rendimiento es más común en individuos disciplinados o motivados tanto intrínseca como extrínsecamente.

Los establecimientos educacionales y los equipos de gestión necesitan hacerse cargo de las altas capacidades de los estudiantes Gómez-León (2020). El alto rendimiento cognitivo es tan común como cualquier otra necesidad educativa de apoyo y la probabilidad de que existan estudiantes con altas capacidades en las escuelas es alta (Gómez et al., 2016; Gómez-Pérez, 2016). Si en los colegios no se encuentra una cultura y clima organizacional orientada a reconocer esta realidad, es muy difícil que puedan encargarse adecuadamente de ella, entregando soporte educativo y psicoeducativo adecuado, con un proceso de gestión eficiente y eficaz, que promueva la motivación y desarrollo de estrategias para la atención escolar inclusiva de NEE, de manera universal (Escámez y Sánchez, 2017; Gómez-Arizaga, 2019; Marques et al., 2018). El Diseño Universal de Aprendizaje (DUA) exigido por el decreto 83 (MINEDUC, 2015) exige atender toda la heterogeneidad educativa, incorporando actividades para estudiantes de rendimiento alto y bajo, mediante estrategias que incorporen los distintos canales de comunicación y trabajo colaborativo (Berzal Herrera, 2019), entre otras cosas. Pero ¿cómo se puede trabajar con los estudiantes con alto rendimiento cognitivo si ni los establecimientos educacionales ni las políticas públicas entregan relevancia o lo exigen explícitamente? Además, es difícil trabajar con supuestos, cuando dichos estudiantes ni siquiera son diagnosticados. Para potenciar el cambio educativo (Fullan, 2002) es más simple cuando se cuenta con el respaldo de las políticas públicas, pero si las políticas públicas no cambian, es necesario comenzar a gestionar el cambio desde la interna de las organizaciones educativas, porque de lo contrario, podemos afectar una generación de niños que no logran obtener las herramientas necesarias para desarrollarse activamente como adultos y miembros de la sociedad (Sagredo y Castelló, 2019; Sagredo-Lillo et al., 2024). Para identificar el alto rendimiento cognitivo, existen distintos tipos de test, pero uno de los más prestigiosos y validados para niños a nivel internacional y nacional, es la Escala Wechsler de Inteligencia o más conocido como WISC que ya está en su versión V validado en Chile por el CEDETI-UC (Rosas y Pizarro, 2018a, 2018b), este instrumento tiene sus detractores a nivel mundial, pero por supuesto de igual modo es uno de los más prestigiados. De la misma manera, es relevante mencionar que ha sido complejo encontrar personas con altas capacidades, sin que sean doblemente excepcionales (Sagredo et al., 2024).

1.4. Importancia de la matemática en contextos inclusivos y para el desarrollo de altas capacidades

Como ya se ha mencionado en párrafos anteriores, el presente estudio se ha referido a la importancia de la matemática y desarrollo de razonamiento lógico, como un área clave,

donde la inclusión educativa ha tenido mayores resistencias, desde los docentes en ejercicio y la formación inicial de profesionales en la universidad. Es relevante comprender en que forma es atendida la habilidad matemática de estudiantes con altas capacidades y doble excepcionalidad y así mismo, en que, medida esas habilidades son atendidas por la escuela, si a lo anterior le agregamos que quizás ni siquiera están siendo adecuadamente consideradas las diferencias y neurodiversidad, probablemente nos encontraremos con importantes falencias al respecto, más aún posiblemente se evidenciaran muchas necesidades desde la docencia Universitaria. Son escasos los estudios relacionados con el ámbito curricular de matemática de estudiantes con rendimiento cognitivo alto, en un estudio realizado en Portugal se encuentra que los estudiantes superdotados tienen mejor potencialidad de representaciones más complejas y razonamientos más elevados, pero no es algo distinto a lo que presentan los estudiantes con buen rendimiento académico, y, además, no hay una diferenciación específica en las estrategias y didácticas docentes (Rocha et al., 2021). La necesidad de desarrollo del razonamiento lógico matemático debe comenzar desde la primera infancia, evitando de ese modo que el estudiante estigmatice la disciplina aún cuando podría tener aptitudes evidentes para ella (Cueli et al., 2020). La enseñanza de la matemática se puede volver muy compleja cuando está no está adecuadamente planificada y no escapa de la educación tradicional (Fontalvo y Moncayo, 2019). Según lo anterior, los establecimientos y sus docentes probablemente focalizarán su enseñanza orientada al rendimiento académico y direccionado hacia estudiantes neurotípicos. Si bien los estudiantes con buen rendimiento podrían tener adecuados niveles de habilidad matemática, las y los estudiantes con altas capacidades quizás tienen una habilidad potencial no atendida y su rendimiento académico no será el mejor. Las y los docentes de matemática en ejercicio y formación probablemente representarán que es muy complejo trabajar para la diversidad y que efectivamente atienden adecuadamente las necesidades de estudiantes con alto rendimiento cognitivo y/o doble excepcionalidad. Todas estas últimas interrogante se pretenden analizar en un estudio posterior.

2. Diseño Metodológico

Se llevó a cabo una meta-revisión mediante un análisis documental desde fuentes teóricas, empíricas y normativas (Valles, 1999). La técnica utilizada fue el análisis de contenido temático presente en los documentos seleccionados, lo cual permitió el desarrollo de categorías de significados de los discursos expresados en los documentos y textos escogidos por su relevancia y pertinencia con la temática estudiada (Cáceres, 2003; Valles, 1999), dichas categorías se dividieron en cuatro categorías que forman los subtítulos de la introducción. Los documentos fueron seleccionados utilizando criterios lógicos (Patton, 2002), directamente relacionados con el cumplimiento de ciertas particularidades que conectan los datos con las necesidades de la investigación y que aporten específicamente a las temáticas de estudios.

3. Conclusiones analíticas

El análisis de los procesos de inclusión educativa en el contexto educativo chileno desde la comprensión de la neurodiversidad y particularmente de estudiantes con altas capacidades cognitivas, revela una serie de desafíos y oportunidades contextuales que

aún no han sido completamente atendidos por los sistemas educativos de formación inicial y superior, incluyendo el chileno. A pesar de los avances en la comprensión de la necesidad de implementación de un sistema que considere la inclusión educativa como un proceso que debe atender a la diversidad de necesidades, existe una fuerte tendencia a centrarse en las necesidades desde el déficit, dejando de lado la neurodiversidad y particularmente a los estudiantes con altas capacidades sin un apoyo adecuado. Es evidente que estos estudiantes, debido a sus características, requieren enfoques pedagógicos adaptados a sus necesidades cognitivas, más allá de un tratamiento especial si no que más bien considerar sus diferencias y evitar que las altas capacidades se transformen en una suerte de discapacidad que les impide el desarrollo adaptativo. Además, tal y como señala la literatura, la falta de reconocimiento y diagnóstico de sus capacidades, así como la ausencia de políticas públicas específicas, han dificultado su integración efectiva en los sistemas educativos regulares. En muchos casos según la revisión documental efectuada, la confusión entre altas capacidades y problemas conductuales o déficit de atención puede llevar a diagnósticos erróneos o a una falta de estimulación cognitiva adecuada y pertinente (Conejeros-Solar et al., 2018). Además, el concepto de doble excepcionalidad resalta un grupo de estudiantes que enfrentan desafíos particulares: aquellos que, además de poseer altas capacidades cognitivas, presentan una neurodivergencia, entre los más comunes el TEA o el TDAH (Conejeros-Solar et al., 2018; Sagredo et al., 2024). Estos estudiantes a menudo no son reconocidos adecuadamente ni se benefician de estrategias educativas adaptadas a sus necesidades únicas, lo que puede impactar negativamente tanto en su rendimiento académico como en su bienestar emocional y social. Según las investigaciones de Sagredo et al. (2024) resulta que al parecer podría suceder que solamente existe la doble excepcionalidad cuando hablamos de altas capacidades, debido a que cada vez que los autores han encontrado un caso de rendimiento cognitivo alto, resulta ser una doble excepcionalidad.

Según lo analizado, la enseñanza de la matemática en contextos inclusivos se convierte en una de las áreas más relevantes en procesos inclusivos y para estudiantes con altas capacidades. Aunque el razonamiento lógico-matemático es un área clave donde muchos de estos estudiantes sobresalen, la evidencia muestra que las estrategias pedagógicas no siempre están diseñadas para maximizar su potencial. Las habilidades matemáticas deben ser estimuladas desde la infancia, evitando que los estudiantes desarrollen aversión hacia esta disciplina, la cual puede ser malinterpretada debido a la falta de atención adecuada por parte de docentes y escuelas. La enseñanza de la matemática busca desarrollar habilidades que requieren planificación y métodos que integren las necesidades tanto de estudiantes con altas capacidades como de aquellos con rendimientos promedio o bajos, utilizando el DUA como una herramienta clave (Berzal Herrera, 2019). El trabajo colaborativo, tanto presencial como virtual, juega un papel crucial en la inclusión de estudiantes con altas capacidades. Este tipo de trabajo permite que los estudiantes no solo se beneficien del intercambio de ideas y la resolución conjunta de problemas, sino que también impulsa su desarrollo social y emocional. En entornos presenciales, el trabajo colaborativo fomenta el aprendizaje a través de la interacción directa, mientras que, en contextos virtuales, las tecnologías digitales facilitan el acceso a recursos y a compañeros con los que, de otro modo, no tendrían contacto, además ayuda a solventar la falta de tiempo para la inclusión educativa (Sagredo et al., 2020). En ambos formatos, la colaboración estimula las capacidades cognitivas de los estudiantes de manera dinámica y les ofrece desafíos acordes a sus habilidades (Gómez-León,

2020). Además, en los entornos virtuales, la adaptabilidad de los estudiantes con altas capacidades para participar en comunidades de aprendizaje en línea es particularmente útil, ya que les permite interactuar y aprender con otros estudiantes en un entorno que puede estar mejor adaptado a su ritmo y estilo de aprendizaje.

La formación inicial docente surge como un factor clave. Los profesores no siempre están preparados, el trabajo colaborativo presencial y virtual o para identificar y trabajar desde la inclusión y con estudiantes de altas capacidades, especialmente aquellos con doble excepcionalidad. Es necesario que las universidades y los programas de formación pedagógica incorporen contenidos que aborden estas necesidades, así como que los establecimientos educativos desarrollen una cultura y un clima organizacional orientados a reconocer y atender la diversidad cognitiva. Se debe considerar también que las políticas públicas deben evolucionar para incluir explícitamente el reconocimiento y atención de las altas capacidades dentro del marco de la inclusión educativa. Esto permitiría no solo mejorar el rendimiento académico de estos estudiantes, sino también contribuir a su desarrollo integral y bienestar personal, físico y social, además de impactar positivamente en el aprendizaje de sus compañeros (Gómez-León, 2020). Cuando se gestionan adecuadamente estos procesos, los estudiantes con altas capacidades pueden contribuir al ambiente educativo en su totalidad, promoviendo un intercambio intelectual enriquecedor que beneficia a todos los involucrados, demostrando que el alto rendimiento cognitivo es tan importante de abordar como cualquier otra necesidad de apoyo.

Como proyección a este tema relevante, se está desarrollando en el proyecto Fondecyt 11220432 un estudio más grande en el que prontamente se reportarán hallazgos en este aspecto. Además, se quiere postular un nuevo proyecto que permita ampliar la muestra identificando estudiantes con altas capacidades en educación inicial como superior, con la finalidad de realizar análisis correlacionales y modelos de regresión que permitan generalizar y comprender el tema.

Referencias

- Ainscow, M. (2001). *Desarrollo de escuelas inclusivas. Ideas, propuestas y experiencias para mejorar las instituciones escolares*. Narcea.
- Ainscow, M., Booth, T., & Dyson, A. (2006). *Mejorando las escuelas, desarrollando inclusión*. Routledge.
- Cáceres, P. (2003). Análisis cualitativo de contenido: una alternativa metodológica alcanzable. *Psicoperspectivas*, 2, 53-82.
- Carrington, S. (2017). Inclusive education: Two steps forward and one step back. In V. Plows & B. Whitburn (Eds.), *Inclusive education: Making sense of everyday practice* (pp. 233– 248). Sense Publishers.
- Cueli, M., Areces, D., García, T., Alves, R. A., & González-Castro, P. (2020). Attention, inhibitory control and early mathematical skills in preschool students. *Psicothema*, 32(2), 237-244. <https://doi.org/10.7334/psicothema2019.225>

- Duk, C. (2014). La formación y el desarrollo profesional de los docentes para una educación inclusiva. En A. Marchesi, R. Blanco y L. Hernández (Coords.), *Avances y desafíos de la educación inclusiva en Iberoamérica*. OEI.
- Duk, C., & Murillo, F. J. (2018). El mensaje de la educación inclusiva es simple, pero su puesta en práctica es compleja. *Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva*, 12(1), 11-13. <https://doi.org/10.4067/S0718-73782018000100011>
- Durán, D., & Giné, C. (2011). La formación del profesorado para la educación inclusiva: Un proceso de desarrollo profesional y de mejora de los centros para atender la diversidad. *Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva*, 5(2), 153-170. <https://educrea.cl/wp-content/uploads/2017/07/DOC2- formacion-profesorado-educacion-inclusiva-1.pdf>
- Durán-Gisbert, D., & Climent, G. G. (2017). La formación del profesorado para la educación inclusiva: Un proceso de desarrollo profesional y de mejora de los centros para atender la diversidad. *Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva*, 153-170.
- Echeita, G., & Ainscow, M. (2011). La educación inclusiva como derecho. Marco de referencia y pautas de acción para el desarrollo de una revolución pendiente. *Tejuelo*, 12,2-46. https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/661330/educacion_echeita_TEJUELO_2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Fontalvo, C., & Moncayo, C. (2019). Enseñanza de las matemáticas a estudiantes con diagnóstico de discapacidad intelectual leve. *Poiésis*, (37), 86-103. <https://www.funlam.edu.co/revistas/index.php/poiesis/article/view/3331/2549>
- Frangieh, B., Mérini, C., & Thomazet, S. (2014). Comment les enseignants spécialisés envisagent-ils leur place dans l'école inclusive?. *Revue suisse de pédagogie spécialisée*, 4, 34-41.
- Fuentealba, R., & Imbarack, P. (2014). Compromiso docente, una interpelación al sentido de la profesionalidad en tiempos de cambio. *Estudios pedagógicos*, 257-273. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052014000200015>
- Fullan, M. (2002). *Los nuevos significados del cambio en educación*. Octaedro: Madrid.
- García-Barrera, A. (2017). Las necesidades educativas especiales: un lastre conceptual para la inclusión educativa en España. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, 25(96), 721-742.
- Garnique-Castro, F., & Gutiérrez-Vidrio, S. (2012). Educación Básica e Inclusión: Un Estudio de Representaciones Sociales. *Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 4(9), 577- 593.
- Graden, L. & Bauer, M. (1999). Enfoque colaborativo para apoyar al alumnado y profesorado de aulas inclusivas. En S. Stainback, W. Stainback (Eds.), *Aulas inclusivas* (pp. 103-117). Narcea.
- Guirimand, N., & Mazereau, P. (2016). Inclusion scolaire et professionnalités enseignantes entre attentes et contradictions. *Carrefours de l'éducation*, (2), 47-60.

- Hansen, J. H. (2019). *Co-teaching*. Aarhus Universitetsforlag.
- Hansen, J. H., & Bjørnsrud, H. (2018). Inclusion as a right and an obligation in a neoliberal society. In *Testing and inclusive schooling: international challenges and opportunities* (pp. 135-152). Routledge.
- Hansen, J. H., Carrington, S., Jensen, C. R., Molbæk, M., & Schmidt, M. C. S. (2020). The collaborative practice of inclusion and exclusion. *Nordic Journal of Studies in Educational Policy*, 6(1), 47-57.
- Hargreaves, A., & Fullan, M. (2014). *Capital profesional*. Morata.
- Harrison, F. (2011). *The Impact of Collaborative-Inclusion Education on the Academic Achievement of Students in General Education and Measured by the End of the Year Mathematics Assessment in Grade 2*. University Dissertations and Theses.
- Infante, M. (2010). Desafíos a la formación docente: inclusión educativa. *Estudios pedagógicos*, 36(1), 287-297. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052010000100016>
- Kraska, J., & Boyle, C. (2014). Attitudes of preschool and primary school pre-service teachers towards inclusive education. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 228-246.
- Lemos, M. (2017). Collaborative agency in educational management: a joint object for school and community transformation. *Revista de Administração de Empresas*, 57(6), 555-566. <https://dx.doi.org/10.1590/s0034-759020170604>
- Liesa, E., Castelló, M., Carretero, M.R., Cano, M., & Mayoral, P. (2012). La atención a la diversidad en la educación secundaria obligatoria: valoraciones de los protagonistas. *Profesorado*, 16(2), 451-468.
- López, M., Echeita, G., & Martín, E. (2010). Dilemas en los procesos de inclusión: explorando instrumentos para una comprensión de las concepciones educativas del profesorado. *Revista Latinoamericana de educación Inclusiva*, 155-176.
- Lozano, J., Cerezo, C., & Alcaraz, S. (2015). *Plan de Atención a la Diversidad*. Alianza Editorial.
- MINEDUC. (2009). Decreto Supremo 170 de 2009 que fija normas para determinar los alumnos con necesidades educativas especiales que serán beneficiados de las subvenciones para educación especial. Santiago de Chile.
- MINEDUC. (2015). Ley núm. 20.845. De inclusión escolar que regula la admisión de los y las estudiantes, elimina el financiamiento compartido y prohíbe el lucro en establecimientos educacionales que reciben aportes del estado. Santiago de Chile.
- Molbæk, M., Hansen, J. H., Jensen, C., & Schmidt, M. S. (2019). Samarbejde i den inkluderende skole – Innovation eller decoration [Collaboration in inclusive education – Innovation or decoration?]? *PPT*, 5/6, 56.

- Molbæk, M., Hansen, J. H., Lassen, M., Schmidt, M. C. S., & Jensen, C. R. (2018). Approaching Inclusion as Social Practice: Processes of Inclusion and Exclusion: Processes of Inclusion and Exclusion. *Journal of educational and social research*, 8(2), 9-19.
- Moliner, O. (2008). Condiciones, procesos y circunstancias que permiten avanzar hacia la inclusión educativa: Retomando las aportaciones de la experiencia canadiense. *Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva*, 2(1), 41-60.
- Muccio, L., Kidd, J., White, S., & Burns, S. (2014). Head start instructional professionals' inclusion perceptions and practices. *Topics in Early Childhood Special Education*, 40-48.
- Mulholland, M., & O'Connor, U. (2016). Collaborative classroom practice for inclusion: Perspectives of classroom teachers and learning support/resource teachers. *International journal of inclusive education*, 20(10), 1070-1083.
- Muñoz, M. L., López Cruz, M., & Assaél, J. (2015). Concepciones docentes para responder a la diversidad: ¿Barreras o recursos para la inclusión educativa?. *Psicoperspectivas*, 14(3), 68-79.
- Patton, M. (2002). *Qualitative research and evaluation methods*. 3a. Ed. Sage Publications
- Rocha, A., García-Perales, R., Viseu, F., & Almeida, L. S. (2021). Resolución de problemas matemáticos en alumnado con y sin superdotación intelectual. *Revista de Psicología (PUCP)*, 39(2), 1031-1066.
- Rodríguez, F., & Ossa, C. (2014). Valoración del trabajo colaborativo entre profesores de escuelas básicas de Tomé, Chile. *Estudios Pedagógicos*, 40(2), 303-319.
- Sagredo, E., Bizama, M., & Careaga, M. (2020). Gestión del tiempo, trabajo colaborativo docente e inclusión educativa. *Revista Colombiana De Educación*, 1(78). <https://doi.org/10.17227/rce.num78-9526>
- Sagredo-Lillo, E. (2021). *Trabajo colaborativo y co-enseñanza docente, para la inclusión de estudiantes con necesidades educativas especiales en aula regular* [Doctoral dissertation, Universidad Católica de la Santísima Concepción].
- Sagredo-Lillo, E., Salamanca-Garay, I., Espinoza, J., Raby, M. D., Sagredo-Concha, I., & Soto-Fuentes, A. (2023). Trabajo colaborativo para la inclusión educativa en tiempos de pandemia por Covid-19, mediante TIC. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E63), 120-133.
- Sagredo, E., & Salamanca, I. (2023). Managing the Inclusion of Students with High Cognitive Performance and/or Dual Exceptionality, from Virtual and Face-to-Face Collaborative Spaces. *Smart Innovation, Systems and Technologies*. Springer Nature.
- Sagredo, E., Salamanca-Garay, I., Sagredo-Concha, I., Espinoza, J., Soto-Fuentes, A. (2024). Collaborative Work and Co-teaching as 21st Century Skills for Educating from an Inclusive Perspective in Face-To-Face and Virtual Contexts. *Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 933. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-54256-5_31

- Sagredo-Lillo, E., Salamanca-Garay, I., Castro-Cáceres, R., & Soto-Fuentes, A. (2024). Una propuesta de gestión del clima organizacional en el ámbito educativo, basado en la colaboración tanto en entornos presenciales como virtuales. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, (E66), 436-448.
- Sagredo-Lillo, E., Zapata, J. L., Parra-Urrea, Y., & Llanos-Lagos, E. (2025). Organizational Climate Management in the Context of Initial Mathematics Teacher Education. *Emerging Science Journal*, 8, 311-320.
- Sánchez, P. A., Frutos, A. E., & García, C. M. C. (2017). El impacto del contexto escolar en la inclusión educativa. *Revista de Educación inclusiva*, 10(2), 195-210.
- Tenorio, S. (2011). Formación inicial docente y necesidades educativas especiales. *Estudios pedagógicos*, 37(2), 249-265.
- Thomazet, S., & Mérini, C. (2015). L'école inclusive comme objet frontière. *La nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation*, (2), 137-148.
- UNESCO. (2000). Foro Mundial sobre la Educación que. Educación para Todos. Dakar: UNESCO.
- UNESCO. (2005). Guidelines for inclusion: Ensuring Access to Education for All. París: UNESCO.
- UNESCO. (2007). Consulta a países de Latinoamérica sobre información asociada a las necesidades educativas especiales: sistematización de resultados. Santiago de Chile: Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe. OREALC/ Unesco.
- UNESCO. (2015). Informe de resultados TERCE Tercer Estudio Regional Comparativo y Explicativo. Factores asociados. Santiago de Chile: UNESCO/OREALC.
- Valles, M. (1999). Técnicas cualitativas de investigación social. Reflexión metodológica e investigación social. Editorial Síntesis.
- Villegas, M., Simón, C. & Echeita, G. (2014). La inclusión educativa desde la voz de madres de estudiantes con trastornos del espectro autista en una muestra chilena. *Revista Española de Discapacidad*, 2(2), 63-82. <http://hdl.handle.net/11181/4423>
- Weiss, M., Pellegrino, A., & Brigham, F. (2016). Practicing Collaboration in Teacher Preparation: Effects of Learning by Doing Together. *Teacher education and special education*, 40(01), 65-76. <https://doi.org/10.1177/0888406416655457>

Atividades Literárias com Café: jogo-não-digital para apoiar a aprendizagem de Diagrama de Atividades segundo a UML

Giliane Bernardi¹, Andre Zanki Cordenonsi²

giliane.bernardi@ufsm.br; andre.cordenonsi@ufsm.br

¹ Departamento de Computação Aplicada, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima n. 1000, 97105-900, Santa Maria, Brasil

² Departamento de Arquivologia, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima n. 1000, 97105-900, Santa Maria, Brasil

DOI: [10.17013/risti.56.35-49](https://doi.org/10.17013/risti.56.35-49)

Resumo: Esse artigo apresenta o desenvolvimento e avaliação de um jogo não-digital voltado para o apoio à aprendizagem de Diagrama de Atividades segundo a UML, uma linguagem amplamente utilizada para modelagem de software. O jogo foi desenvolvido a partir do processo ENgAGED e foi avaliado com estudantes de uma disciplina de Engenharia de Software utilizando o modelo MEEGA+. Ao ser avaliado, os estudantes afirmaram que o jogo atingiu os objetivos de maneira bastante positiva no que se refere aos critérios de qualidade Usabilidade e Experiência do Jogador e que julgaram estar aprendendo a partir do jogo. Como trabalhos futuros, destaca-se a adaptação do jogo, já que ele foi pensado para ser replicável para outros cenários e contextos educacionais.

Palavras-chave: Diagrama de Atividades, Jogo Não-Digital, UML, Engenharia de Software.

Literary Activities with Coffee: A Non-Digital Game to Support Learning Activity Modeling According to UML

Abstract: This paper presents the development and evaluation of a non-digital game aimed at supporting the learning of Activity Diagram according to UML, a language widely used for software modeling. The game was developed following the ENgAGED process and was evaluated with students from a Software Engineering course using the MEEGA+ model. In the evaluation, the students reported that the game achieved its objectives in a very positive manner regarding the quality criteria of Usability and Player Experience, and they believed they were learning from the game. Future work includes adapting the game, as it was designed to be replicable for other scenarios and educational contexts.

Keywords: Activity diagram, Non-digital game, UML, Software engineering.

1. Introdução

Entre os conteúdos abordados em disciplinas de Engenharia de Software (ES), encontra-se a Engenharia de Requisitos, que busca compreender as necessidades para um determinado sistema, trazendo estratégias para documentar e descrever tais requisitos. Nessa perspectiva de formalização dos requisitos, parte do conteúdo envolve explorar modelagem de software, uma vez que representar um sistema por meio de modelos permite compreender suas funcionalidades e comportamento antes da implementação.

Atualmente, a UML (*Unified Language Modelling*) tem sido uma das linguagens de modelagem mais comumente trabalhada em sala de aula e pela indústria, destacando-se por ser uma linguagem amplamente conhecida e utilizada na área de Engenharia de Software e desenvolvimento de sistemas, permitindo a modelagem de aspectos de um sistema em diferentes graus de abstração por meio de um conjunto amplo de diagramas. No entanto, para Silva *et al.* (2020), a aprendizagem de modelagem de software com a UML é considerada difícil, devido à complexidade de seus conceitos, o que torna necessário pensar em estratégias que mitiguem as dificuldades dos estudantes neste processo.

No que concerne ao espaço de sala de aula, a abordagem mais utilizada para trabalhar os diagramas da UML é a formada por um momento inicial teórico, no qual os conceitos acerca dos diagramas são apresentados aos estudantes, explorando objetivos, semântica e sintaxe de construção dos mesmos, seguido por um momento de realização de exercícios, no qual são criadas situações-problema, que envolvem um conjunto de requisitos estabelecidos para um determinado cenário, e o estudante deve resolver os mesmos desenvolvendo o diagrama correspondente. Apesar de ser considerada uma estratégia interessante por envolver um elemento adicional ao conteúdo teórico, a realização de exercícios, requisitando do estudante sua participação no que é considerada uma tarefa cognitiva de nível mais alto, ainda assim encontra-se no campo de abordagens frequentemente utilizadas em sala de aula, que acabam por desmotivar os estudantes, que não visualizam na resolução de exercícios uma abordagem prática do conhecimento.

Von Wangenheim e Von Wangenheim (2012) afirmam que, para que o estudante possa aprender de forma mais “profunda”, são necessárias estratégias que o “levem a exercitar a aplicação do conhecimento”, “simulando a aplicação do conhecimento”. No que concerne ao foco deste artigo, Feichas e Seabra (2022) discutem que é necessário encontrar estratégias pedagógicas diversas para minimizar a complexidade envolvida no ensino de UML, bem como aumentar o interesse dos estudantes no processo de aprendizagem. Nesse sentido, a utilização de jogos, já consolidada no contexto educacional, tem passado a se destacar também no ensino e aprendizagem na área de Engenharia de Software, sendo que pesquisas indicam que os estudantes têm uma visão positiva do uso de jogos para a aprendizagem (Udeozor *et al.*, 2023). Para Muñoz e Gasca-Hurtado (2023) trazer elementos de jogos pode se constituir como uma estratégia eficaz para aumentar as habilidades dos futuros profissionais.

Finalmente, destaca-se também o estudo apresentado por Souza e França (2016), onde os autores argumentam que jogos para o ensino de Engenharia de Software tem se apresentado como uma estratégia instrucional de bastante sucesso, mas que é necessário que os mesmos promovam satisfação e motivação, para além de simplesmente atenderem aos objetivos educacionais.

Considerando o exposto, este artigo apresenta o desenvolvimento de um jogo não-digital, criado para apoiar o ensino e aprendizagem de UML, especificamente para trabalhar um dos seus diagramas, o Diagrama de Atividades (DA), que, segundo Wazlawick (2016), pode ajudar na compreensão de quais são as atividades e os atores envolvidos nos principais processos de negócio de uma organização. O jogo foi planejado de forma a aliar os objetivos educacionais de ensinar aos estudantes como elicitar requisitos para a construção de um diagrama de atividades, bem como para trabalhar a sintaxe e regras para construção do mesmo, com questões de ludicidade e diversão, consideradas essenciais para engajar o estudante no processo de ensino e aprendizagem.

2. Jogos e o Ensino de UML

Os trabalhos correlatos apresentados nessa seção foram escolhidos por apresentarem características que foram buscadas para o desenvolvimento do jogo apresentado neste artigo. Gomes *et al.* (2023) apresentam um jogo para trabalhar os conceitos teóricos associados a UML e Engenharia de Software, por meio de um quiz imerso em um mundo virtual 3D, no qual o estudante é um engenheiro de software que precisa salvar uma cidade que está prestes a ser destruída por uma bomba instalada por um ex-membro da sua equipe que resolveu se vingar. A bomba é desarmada por meio de um código que, para ser desvendado, exige os conhecimentos de ES do jogador. Como contribuições, os alunos que avaliaram o jogo destacaram sentir um maior engajamento por poderem explorar um ambiente enquanto jogavam, potencializando o senso de presença e imersão, que também foi destacado por conta do enredo envolvente.

Em Almeida *et al.* (2023), os autores apresentam um jogo voltado para apoiar o ensino e aprendizagem de Diagrama de Classes, um dos modelos mais importantes da UML, por meio de um jogo de tabuleiro competitivo, que também trabalha com a mecânica de perguntas e respostas, onde os jogadores precisam se deslocar em um tabuleiro para coletar recursos educacionais que lhes permitam resolver um desafio. Como contribuições, após a realização de sessões de testes, os autores destacam, em especial, a possibilidade de adaptar o jogo para trabalhar outros temas, pois as regras são independentes de conteúdo, bem como a diversão gerada pela adição de recursos lúdicos, como coleta de tesouros, batalhas e sabotagens aos adversários.

Com o foco em modelagem de atividades, em Costa *et al.* (2019) é apresentado o jogo *Activities in Space*, desenvolvido para plataforma web e que apresenta três partes principais: a história, que apresenta o personagem principal e seu objetivo no jogo; a seleção da missão, onde o jogador escolhe a missão que irá jogar, dentro de um total de 6 missões existentes; e a missão propriamente dita, onde o jogador monta um diagrama de atividades para especificar passos que o personagem deve seguir para recuperar partes da sua nave e/ou estrela. Na tela das missões são apresentados os elementos de um DA, os quais são utilizados pelo estudante para montar o diagrama, arrastando os mesmos para uma parte central destinada a essa formação. Ao terminar de montar o diagrama, o estudante clica em um botão para executar o diagrama, que faz com que o personagem realize as atividades em uma animação que é exibida na tela, de forma a verificar se a missão foi concluída com sucesso.

Já Silva *et al.* (2017) apresentam o jogo analógico baseado em cartas ActGame (*Activity Diagram Game*), que tem como objetivo auxiliar estudantes na identificação

dos elementos de um DA, bem como na construção de um diagrama a partir de uma descrição textual. A ideia é que o jogador ou grupo discutam o problema e, após, realizem a modelagem do diagrama seguindo etapas, para as quais existem cartas que apresentam passos para a modelagem, perguntas-guia, dicas e exemplo. Após avaliação com estudantes, os autores concluíram que o jogo teve um efeito positivo no que diz respeito ao seu design, a interação social proporcionada e a utilidade para aprendizagem de diagrama de atividades. No entanto, foram observados pontos de melhoria, em especial no que se refere ao fator diversão e imersão.

Os artigos apresentados demonstram que a utilização de jogos no ensino de UML e Engenharia de Software é uma estratégia eficaz para facilitar a compreensão de diversos modelos de UML, além de contribuir significativamente para o engajamento e aprendizado dos alunos. Esses estudos sugerem que a abordagem lúdica não apenas melhora a assimilação dos conceitos, mas também torna o processo de ensino mais dinâmico e interativo. Dessa forma, o uso de jogos foi adotado nesse presente trabalho como uma forma de diversificar as estratégias de ensino em relação à Engenharia de Requisitos e o Diagrama de Atividades.

3. Aspectos Metodológicos

O jogo apresentado foi desenvolvido tomando como referência o processo de desenvolvimento de jogos para o ensino de computação ENgAGED (Battistella, 2016), que contempla cinco fases, sendo duas relacionadas à análise e projeto do ponto de vista do design educacional, tomando como princípios o design instrucional (Filtro e Cairo, 2015); uma voltada para o desenvolvimento do jogo; e as duas finais para execução e avaliação dos resultados.

Para a avaliação do jogo foi utilizado o modelo MEEGA+ (*Model for the Evaluation of Educational Games*), que sistematiza a percepção dos estudantes com relação à qualidade do jogo no que concerne aos fatores experiência do jogador e usabilidade (Petri *et al.*, 2019). Cada fator apresenta um conjunto de dimensões, sendo que para esta avaliação foram utilizadas as dimensões Estética, Aprendizibilidade e Operabilidade para o fator Usabilidade; e as dimensões Confiança, Desafio, Satisfação, Interação Social, Diversão, Atenção Focada, Relevância e Aprendizagem Percebida, para o fator Experiência do jogador, totalizando 30 questões, respondidas por meio de uma escala Likert de 5 pontos, indo de discordo totalmente a concordo totalmente, além de duas questões para traçar o perfil dos estudantes.

O jogo foi aplicado em sala de aula com uma turma da disciplina de Engenharia de Software, do curso de Engenharia da Computação da Universidade Federal de Santa Maria, uma universidade pública do Brasil. Na ocasião da aplicação, os estudantes estavam trabalhando os conteúdos associados a UML, e tinham tido acesso prévio aos conteúdos sobre o tema.

Participaram da atividade 19 alunos, que, inicialmente, se organizaram em equipes. Foram disponibilizados 4 kits impressos do jogo, permitindo que 8 equipes fossem formadas, duas por tabuleiro. Após, a professora explicou a dinâmica e trouxe as informações essenciais sobre o funcionamento do jogo. Além disso, todos receberam um livro de regras, para que pudessem consultar sempre que necessário. O jogo foi aplicado

no decorrer de dois períodos de aula, totalizando 100 minutos. O tempo foi considerado suficiente, tendo sido usado para contextualizar a atividade, apresentar o jogo, organizar as equipes, preparar o ambiente do jogo, executar todo o jogo e finalizar a atividade, ao término da aula, com algumas considerações finais feitas pela professora.

Ao término, os estudantes responderam ao questionário que buscou avaliar a qualidade do jogo quanto à sua usabilidade e a experiência dos estudantes com o jogo, sendo que, dos 19 participantes, 13 responderam ao questionário, disponibilizado via Google Forms, após a execução. O fato de o questionário ter sido aplicado após a atividade e não em sala de aula pode ter ocasionado a não totalidade de respostas.

4. Apresentação do Jogo Atividades Literárias com Café

O desenvolvimento do jogo, denominado Atividades Literárias com Café, iniciou com a definição dos objetivos educacionais, seguindo as etapas propostas pelo ENgAGED. Conforme descrito na seção anterior, o jogo foi idealizado por uma professora da área de Engenharia de Software, que participou de todas as etapas de planejamento, desenvolvimento e avaliação do mesmo. É um jogo não-digital, pensado para ser jogado de forma competitiva-colaborativa, no qual equipes competem para atingir o objetivo e ganhar o jogo. Desta forma, buscou-se trazer o aspecto da colaboração entre os participantes de uma equipe pela resolução do desafio, ao mesmo tempo em que é incluído o elemento da competição. A busca por um jogo colaborativo tinha como principal razão integrar questões relacionadas ao trabalho em equipe, onde os alunos são encorajados a interagirem para a resolução do desafio, forma de trabalho com a qual estarão frequentemente expostos no futuro profissional. Dessa forma, desenvolver as competências de trabalho em equipe e habilidades sociais são fundamentais (Poy-Castro *et al.*, 2015), e o jogo busca aliar esta prática em seu cenário.

Considerando os objetivos educacionais, pretende-se proporcionar aos estudantes uma estratégia diversificada para consolidar o processo de modelagem de atividades de acordo com a UML, por meio do desenvolvimento de um diagrama de atividades, que constitui o objetivo final do jogo. Como público-alvo, tem-se estudantes da área de computação de ensino superior, que estejam inseridos em disciplinas voltadas para o ensino de UML, mais especificamente para o conteúdo de Modelagem de Atividades com UML.

A narrativa do jogo envolve a editora Páginas e Inspiração, que trabalha com uma equipe de escritores que publicam suas obras, seguindo um fluxo de atividades determinado pela editora. Esse fluxo envolve diferentes atores, como os próprios escritores, o editor-chefe, a equipe de revisão técnica e a equipe de design, que desempenham um conjunto de atividades, até a publicação de uma obra literária. O objetivo principal do jogo é ser a primeira equipe a elaborar um Diagrama de Atividades que represente o fluxo do processo de publicação de uma obra, de acordo com um briefing fornecido pela editora, que se trata de um texto que já era utilizado pela professora como exercício, trazendo informações que possibilitam o desenvolvimento de um diagrama de atividades. Este exercício foi adaptado e imerso em uma narrativa para o jogo, trazendo a ludicidade e buscando aumentar o engajamento dos estudantes ao invés da simples realização de um exercício sobre o tema.

A Figura 1 apresenta uma visão geral do jogo, com o tabuleiro ao centro, formado por 04 salas correspondendo a escritórios da editora, uma recepção e uma cafeteria. Ao lado, são apresentadas as cartas/recursos associadas a cada ambiente.



Figura 1 – Tabuleiro do Jogo (Fonte: dos autores)

A mecânica central do jogo envolve a coleta dos recursos necessários para criar o diagrama: estados iniciais e finais, atividades, pontos de ramificação e união, e pontos de bifurcação e junção. Os estudantes devem ler o texto, identificar o que é necessário para montar o diagrama e navegar por um tabuleiro em busca dos recursos. A exploração pelo tabuleiro ocorre por meio da rolagem de 02 dados e o deslocamento de uma miniatura pelo número de espaços correspondentes ao número obtido. Os recursos correspondem a cartas que são coletadas, sendo que, para finalizar, os estudantes devem desenhar o diagrama em uma folha-resposta, tendo em mãos todos os recursos. Não é possível apresentar a solução sem ter realizado a coleta de todos os recursos. Além disso, para vencer, não basta apenas ser a primeira equipe a entregar um diagrama, é necessário que o mesmo esteja completo e correto. Um gabarito é entregue junto com os componentes do jogo, mas se o jogo estiver sendo jogado em sala de aula, como foi pensado e executado neste primeiro momento, o professor pode acompanhar e avaliar o resultado apresentado.

Nos escritórios, é possível obter os recursos necessários para a construção do diagrama, da seguinte forma (Figura 2):

- Sala 01 – Escritor: recursos que correspondem às atividades executadas pelos escritores da editora no processo (04 cartas de atividades);
- Sala 02 – Editor-chefe: recursos que correspondem às atividades executadas pelo editor-chefe da editora (07 cartas de atividades);
- Sala 03 – Equipe Técnica: recursos correspondentes às atividades realizadas pela equipe técnica da editora (02 cartas de atividades);
- Sala 04 – Equipe de Design: recursos correspondentes às atividades realizadas pela equipe de design da editora (02 cartas de atividades).



Figura 2 – Exemplos de Cartas de Atividades (Fonte: dos autores)

Destaca-se que todas as Cartas de Atividades são relevantes para o desenvolvimento do diagrama solicitado, não existindo cartas que devem ser analisadas e descartadas pelos estudantes.

Já a sala da recepção tem como objetivo ser o ponto de coleta dos demais recursos que compõem um diagrama de atividades: estados iniciais e finais, pontos de ramificação e união e pontos de bifurcação e junção, que podem ser visualizados na Figura 3.

Os estudantes devem se organizar para percorrer os diferentes espaços, coletando os recursos que necessitam para a composição do diagrama. Existe um baralho completo de cartas para cada equipe que estiver jogando. No entanto, as mesmas são disponibilizadas de forma embaralhada e com a frente oculta, fazendo com que uma equipe, ao acessar uma das salas, receba aleatoriamente uma carta daquele tipo. Isso pode ocasionar o recebimento de cartas duplicadas, por exemplo, ou o recebimento de cartas em ordem diferente da sequência do processo, fazendo com que os jogadores precisem refletir sobre a construção do diagrama, bem como pensar em estratégias para obter os recursos faltantes.

É nesse momento que o jogo apresenta seus elementos lúdicos e que pretendem gerar a diversão durante a experiência de jogo. A Cafeteria da Editora Páginas e Café é responsável por conter cartas que permitem aos jogadores realizar uma série de ações, dentro das possibilidades que serão apresentadas a seguir.



Figura 3 – Exemplos de Cartas de Conexão de um Diagrama de Atividades (Fonte: dos autores)

As cartas de Combate (Figura 4A) são cartas que apresentam desafios para a equipe ou batalhas contra equipes adversárias pela aquisição de recursos (08 cartas). Essas cartas apresentam um texto composto de um desafio/combate lúdico, que promove a sensação de interação e competitividade entre as equipes. Já as cartas de Sabotagem (Figura 04B) são lançadas contra uma equipe adversária com o objetivo de que ela perca ou tenha um recurso roubado (07 cartas).



Figura 4 – A) Exemplos de Cartas de Combate e B) Exemplos de Cartas de Sabotagem (Fonte: dos autores)

As Cartas de Negociação (Figura 5A) são lançadas para estabelecer uma negociação que envolve a troca de recursos entre duas equipes (04 cartas). Através de uma interação lúdica envolvendo o tema da cafeteria, as equipes podem chegar a um acordo em relação às cartas de recursos que podem ser trocadas. As Cartas de Proteção (Figura 5B) podem ser utilizadas durante o turno do adversário para anular o efeito de uma carta de Sabotagem (04 cartas), promovendo a interação e a ludicidade.

Por fim, as cartas de Efeito Instantâneo (Figura 6) são cartas que podem ser jogadas durante o turno da equipe, antes ou depois da realização de sua ação (05 cartas). Essas

cartas introduzem efeitos aleatórios e imprevisíveis no jogo, e foram criadas para aumentar a ludicidade e a sensação de competição entre as equipes.



Figura 5 – A) Exemplos de Cartas de Negociação e B) Exemplos de Cartas de Proteção (Fonte: dos autores)



Figura 6 – Exemplos de Cartas de Efeito Instantâneo (Fonte: dos autores)

Dessa forma, ao jogar em seu turno, uma equipe pode (a) decidir explorar o tabuleiro, indo em busca de recursos; ou (b) jogar uma dessas cartas, de acordo com a estratégia da equipe, podendo influenciar o andamento do jogo. No total foram desenvolvidas 27 cartas desse tipo, todas criadas tendo como inspiração o ambiente de cafeteria, onde as mesmas podem ser coletadas.

5. Avaliação e Discussão dos Resultados

Conforme apresentado na seção 3, o jogo foi aplicado com estudantes que estavam cursando a disciplina de Engenharia de Software e estavam trabalhando com o conteúdo de Modelagem de Atividades no momento de sua utilização. Em um momento prévio,

o conteúdo sobre o tema foi disponibilizado pela professora da disciplina no formato de um conjunto de slides, usualmente trabalhados em uma aula presencial sobre o tema, bem como de uma videoaula com apresentação do conteúdo e com dois exemplos comentados. Todos estes conteúdos foram disponibilizados no ambiente Moodle e foi solicitado aos estudantes que interagissem com o conteúdo previamente à aula. Durante a aula, os alunos seguiram diretamente para a execução do jogo, sendo que na aula seguinte os conteúdos foram consolidados, tirando as principais dúvidas e realizando novos exercícios para ampliar a prática.

Os resultados são apresentados na sequência, acompanhados de reflexão da professora pesquisadora a partir das observações feitas no decorrer da execução. Quanto ao perfil dos estudantes que responderam ao questionário, 10 possuem entre 18 e 25 anos e 3 possuem mais de 25 anos; 10 estudantes eram do sexo masculino e 03 do sexo feminino. Ainda, poucos têm o hábito de jogar regularmente jogos não-digitais, 61% joga raramente e 23% joga mensalmente jogos não-digitais, sendo que apenas 8% joga semanalmente e 8% joga diariamente. Esse fato pode ter contribuído para alguns resultados que serão apresentados mais adiante, nos quais os estudantes afirmam que, apesar de terem achado fácil aprender a jogar, não concordam totalmente que tiveram que aprender poucas coisas para jogar, mesmo se tratando de um jogo com pouquíssimas regras e ações a serem executadas (apenas explorar coletando recursos, ou jogar cartas).

Quanto às questões específicas de avaliação da qualidade do jogo, a Figura 7 apresenta os resultados para as dimensões de usabilidade. Por se tratar de um jogo de tabuleiro e cartas, os estudantes foram questionados quanto ao design desses elementos, os textos, cores e fontes utilizados (Estética), sendo que os resultados demonstram que 92,31% dos estudantes concordaram total ou parcialmente que os elementos são atraentes e consistentes.

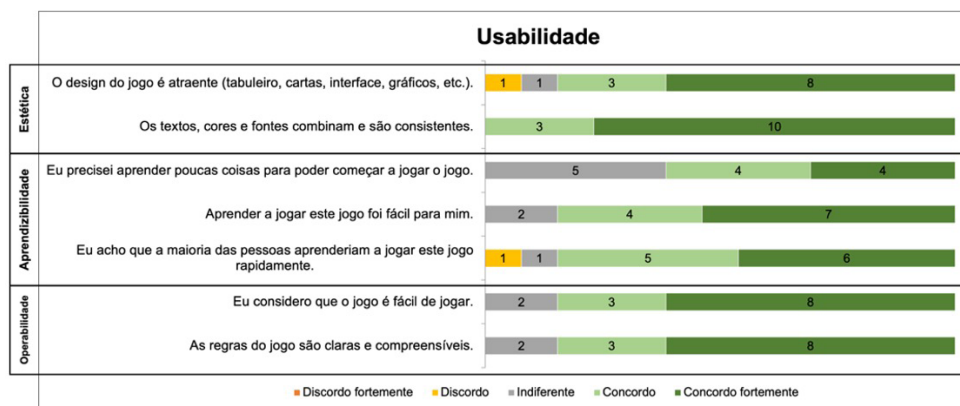


Figura 7 – Resultados da Avaliação da Usabilidade (Fonte: dos autores)

Com relação à aprendizibilidade e a operabilidade do jogo, os resultados demonstram que os estudantes, em sua maioria, concordam total ou parcialmente que é fácil aprender a jogar (77%) e jogar o jogo (84,62%), respectivamente. No entanto, é importante destacar o número considerável de estudantes que se manteve neutro diante das afirmativas, o que pode ser resultado da falta de experiência prévia e hábito de jogar jogos de tabuleiro,

já destacada anteriormente. No decorrer da execução do jogo, em algumas ocasiões os estudantes recorreram ao manual de regras ou a professora foi chamada para esclarecer alguma dúvida sobre as ações que eles poderiam seguir. Também cabe analisar a diferença entre os resultados da facilidade de aprender a jogar e a facilidade de jogar. Os resultados demonstram que os estudantes tiveram maior dificuldade para aprender a jogar, mas que depois de habituados com as mecânicas do jogo passaram a jogar com facilidade, o que mais uma vez pode ser explicado pela falta de hábito e conhecimento de jogos de tabuleiro e suas mecânicas.

A Figura 8 apresenta as questões que envolvem as dimensões de experiência do jogador.

Os resultados demonstram que os estudantes se sentiram confiantes (Confiança) de que poderiam aprender o conteúdo por meio do jogo, o que é um dado importante, considerando que por mais que se busque aliar diversão com aprendizagem em jogos educacionais, é fundamental que o estudante perceba que o jogo é um recurso educacional e que precisa explorar o mesmo de forma a contribuir no processo de ensino e aprendizagem.

No quesito Desafio, os resultados corroboram o que os desenvolvedores pretendiam durante o planejamento, que o jogo trouxesse um desafio instigante que fizesse com que os estudantes não se sentissem entediados. Considerando que, usualmente, este problema estaria inserido em uma lista de exercícios para que o aluno simplesmente desenvolvesse o diagrama correspondente, trazer o problema em meio a elementos de um jogo, com uma narrativa, competição e interação com colegas pode ter sido responsável por 84,62% dos alunos concordarem que o jogo é desafiador e não é monótono.

O mesmo pode ser considerado para o quesito Satisfação, que obteve uma média de 80,77% de concordância, em que os alunos afirmaram sentirem-se realizados por completar as tarefas do jogo e com o que aprenderam. Dentro das quatro questões dessa dimensão a que obteve o maior número de respostas neutras e de discordância foi a que se referia a “ser devido ao meu esforço pessoal que eu consigo avançar no jogo”, o que pode ser natural considerando que o jogo era colaborativo, foi jogado em equipes compostas por 3 a 4 estudantes, o que ocasionou um esforço coletivo para “avançar no jogo”.

No que diz respeito a Interação, foi a dimensão melhor avaliada pelos estudantes, com 97,44% de concordância de que puderam interagir com os colegas e sentiram-se bem nesse processo de interação, com aspectos de competição e cooperação envolvidos. Este aspecto pode ser observado fortemente pelas discussões e trocas realizadas entre as equipes em busca de pensar a melhor estratégia para seguir no jogo e em como resolver o problema apresentado. Esta mesma percepção ocorreu com a questão da diversão, que obteve 92% de concordância. Na maioria do tempo era possível perceber que os alunos estavam se divertindo pois riam ao interagir com as cartas lúdicas, ficavam satisfeitos quando percebiam que coletavam um recurso que estavam necessitando, e comemoravam por perceber que estavam próximos de ganhar o jogo.

O quesito Atenção Focada obteve 71,79% de concordância, sendo que em conversa com os estudantes, alguns destacaram o fato de que estarem jogando na sala de aula, com mais 03 equipes ao seu redor, fazia com que tivessem sua atenção desviada para as discussões e risadas do grupo ao lado em alguns momentos. Ainda, um aspecto que foi observado e destacado por alguns estudantes em seus comentários, é que ao se aproximar do final

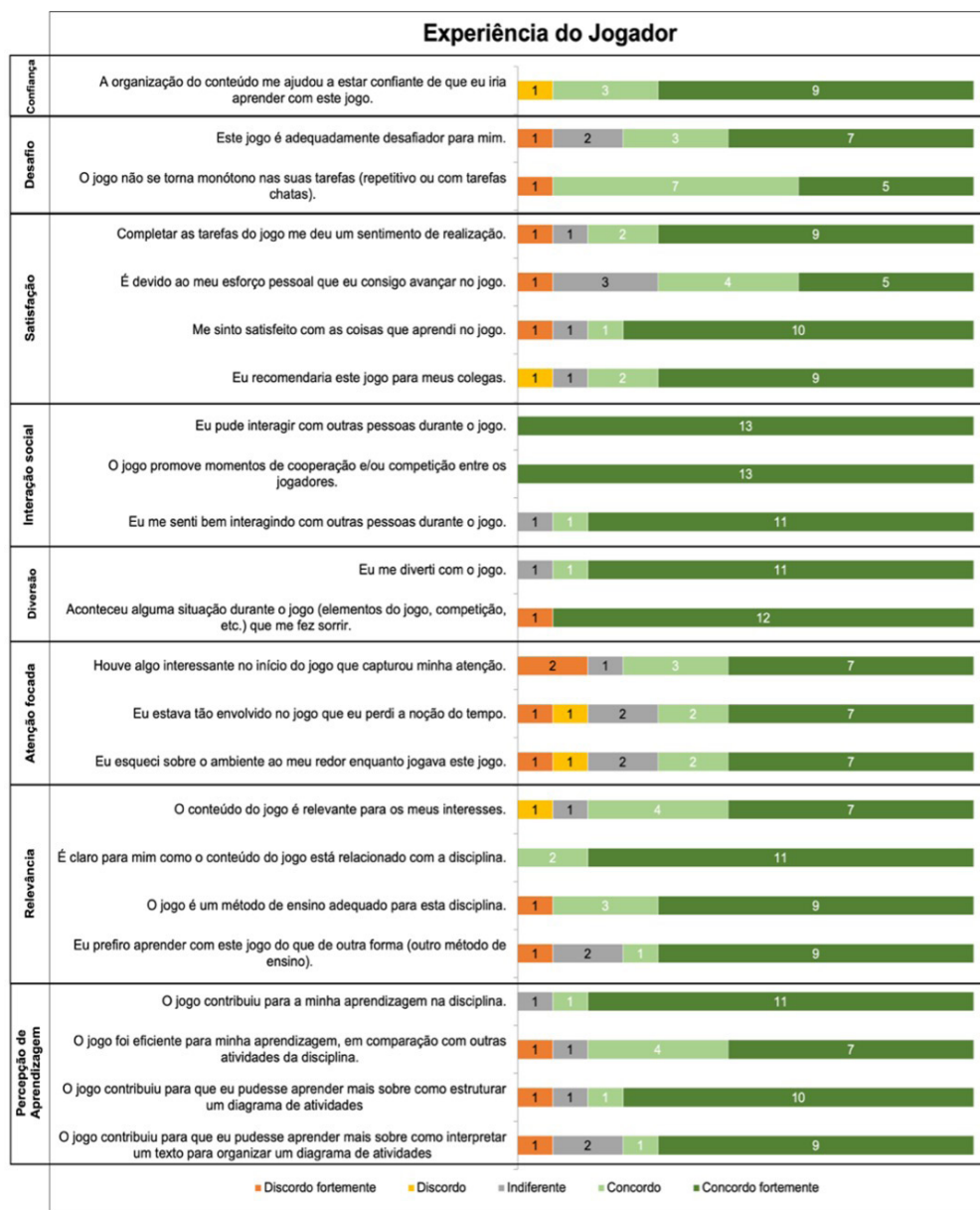


Figura 8 – Resultados da Avaliação da Experiência do Jogador (Fonte: dos autores)

do jogo, todos os recursos haviam sido coletados, porém alguns estavam em posse da equipe adversária, o que fez com que durante um certo período eles só pudessem acessar a Cafeteria e obter recursos para aplicar ações aos outros, e tentar obter os recursos faltantes para finalizar o diagrama e ganhar o jogo. Com isso, perderam um pouco o foco no objetivo de interagir com o tabuleiro e traçar estratégias com os colegas, pois havia apenas uma ação possível. Por fim, os quesitos Relevância e Aprendizagem Percebida receberam, respectivamente, 88,46% e 84,62% de concordância por parte dos estudantes, resultados que demonstram que os estudantes consideram que o jogo é relevante para o ensino do conteúdo e que acreditam que o mesmo contribuiu para sua aprendizagem.

Quanto aos comentários, duas considerações foram feitas por estudantes. A primeira, refere-se ao que já foi destacado sobre a falta de interação com o ambiente próximo ao final do jogo. O segundo comentário foi de que algumas cartas de ação envolviam, por exemplo, pegar um recurso de um deck, só que perto do término do jogo, os decks de recurso já estavam vazios, nas mãos das equipes, invalidando o uso da carta. O que ocorreu, na maioria dos casos, é que os estudantes adotaram a estratégia de “guardar” as cartas de ação para usar mais próximo ao final, acumulando uma grande quantidade de cartas nas mãos, sendo que algumas não puderam mais ser utilizadas. Como sugestão, será criada a regra de que uma equipe pode ficar com um determinado limite de cartas de ação na mão ao término do seu turno. Isso fará com que as equipes tenham que “gastar” suas cartas, tornando o jogo mais dinâmico e também fazendo com que cartas de recurso eventualmente retornem para o deck (pois algumas cartas de ação fazem com que recursos sejam perdidos aleatoriamente, sendo retornados aos decks correspondentes), o que pode contribuir para que a interação com os diferentes ambientes aumente, em decorrência da permanência de cartas nos decks por mais tempo. Além disso, para uma nova aplicação, o cenário foi revisado e simplificado, diminuindo o número de atividades a serem coletadas, tornando o tempo de execução mais rápido e não afetando a compreensão da construção do diagrama.

4. Conclusões

O principal objetivo, que norteou o desenvolvimento do jogo apresentado nesse artigo, foi a busca por uma estratégia diversificada e lúdica para auxiliar no ensino e aprendizagem de modelagem de diagramas de atividades, de acordo com a UML, em disciplinas de Engenharia de Software. A partir dos resultados da avaliação realizada por estudantes, é possível destacar, com relação à usabilidade, os dados positivos da dimensão estética, relacionada ao design dos elementos do jogo, que foi uma preocupação no decorrer do projeto no que concerne a buscar aliar a narrativa com o design visual das cartas e do tabuleiro. No que concerne à experiência do jogador, destacam-se as dimensões interação social e diversão, com os resultados mais positivos, e a percepção dos estudantes de que acreditam que o jogo pode ser considerado relevante para trabalhar o conteúdo e contribuir para a aprendizagem.

Destaca-se como uma contribuição da proposta sua possibilidade de adaptação, considerando que as cartas lúdicas são genéricas e não trazem nenhuma informação específica sobre o ambiente da editora ou do processo que está sendo modelado, possibilitando sua reutilização em outros contextos. Cada categoria foi desenvolvida

utilizando uma cor específica, para otimizar seu reconhecimento, apesar de que todas possuem uma indicação textual na parte inferior, assim como um ícone que busca associar sua funcionalidade. O mesmo foi pensado em relação ao desenvolvimento do tabuleiro. Para essa primeira versão, as salas foram projetadas e pensadas como escritórios de uma editora, no entanto, elas foram nomeadas apenas com números (salas 01, 02, 03 e 04). Assim, apesar de suas imagens remeterem a um ambiente específico, diversos outros casos podem ser inseridos e utilizados. As cartas da Recepção, que correspondem a elementos genéricos de um diagrama de atividades também podem ser utilizadas em outros problemas de modelagem de atividades. Apenas as cartas de atividades são específicas para resolver o caso apresentado e precisariam ser substituídas, caso um professor desejasse criar um novo problema a ser resolvido por meio do desenvolvimento de um diagrama de atividades. Além disso, o tabuleiro e cartas da cafeteria poderiam ser utilizados em outros jogos, para trabalhar diferentes modelos, ou até mesmo para outras disciplinas ou conteúdos, desde que devidamente adaptado o problema a ser resolvido por meio da coleta de recursos.

Como ameaças à validade dessa pesquisa, destaca-se o número limitado de participantes, o fato de ter sido realizada uma única aplicação até o momento da publicação desse artigo, sendo necessário, ainda, a integração de uma avaliação sob a perspectiva dos impactos da aprendizagem de Diagrama de Atividades após o uso do jogo.

Como perspectivas futuras, pretende-se realizar novas experiências de uso do jogo em sala de aula, adaptando as regras e dinâmica, de acordo com o descrito na avaliação, buscando tornar o jogo mais desafiador e interativo. Por fim, destaca-se que o jogo está disponível no site do grupo de pesquisa¹, para uso por professores e interessados.

Referências

- Almeida, M. da V. de, Bernardi, G., Cordenonsi, A. Z., & Fernandes, M. L. R. (2023). Challenge of classes: Jogo não-digital para o ensino de engenharia de software. *Revista Novas Tecnologias na Educação - RENOTE*, 21(1), 231–240.
- Battistella, P., & Von Wangenheim, C. G. (2016). ENgAGED: Um processo de desenvolvimento de jogos para ensinar computação. In *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE*.
- Costa, Í., Santos, R., Viana, D., & Rivero, L. (2019). Activities in space: Design e avaliação de um jogo sério para o ensino de modelagem de diagrama de atividades. In *Anais do Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*.
- Feichas, F. A., & Seabra, R. (2022). PGE-UML: Uma plataforma web gamificada para o estudo da Unified Modeling Language. *Revista Novas Tecnologias na Educação - RENOTE*, 20(2), 249–258.
- Filatro, A. C., & Cairo, S. (2015). *Produção de conteúdos educacionais*. São Paulo: Saraiva.

¹ <https://www.ufsm.br/grupos/gptec>

- Gomes, N. K. S., Bernardi, G., Cordenonsi, A. Z., & Pippi, J. D. (2023). Software city: Jogo educacional em mundo virtual 3D para apoiar o ensino e aprendizagem de conceitos de engenharia de software. *Revista Tecnologias Educacionais em Rede*, 4(1).
- Muñoz, M., & Gasca-Hurtado, G. P. (2023). Gamificación para atender los desafíos de la enseñanza Ingeniería de Software en instituciones de educación superior. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (49), 5-21. Epub 31 de março de 2023. <https://doi.org/10.17013/risti.49.5-21>
- Petri, G., Von Wangenheim, C. G., & Borgatto, A. (2019). MEEGA+: Um modelo para a avaliação de jogos educacionais para o ensino de computação. *Revista Brasileira de Informática na Educação - RBIE*, 27(3), 52–81.
- Poy-Castro, R., Mendaña-Cuervo, C., & González, B.. (2015). Diseño y evaluación de un juego serio para la formación de estudiantes universitarios en habilidades de trabajo en equipo. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (spe3), 71-83. <https://doi.org/10.17013/risti.e3.71-83>
- Silva, W., Gadelha, B., Steinmacher, I., & Conte, T. (2020). Towards an open repository for teaching software modeling applying active learning strategies. In *Anais da International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training*.
- Silva, W., Steinmacher, I., & Conte, T. (2017). Apoiando o ensino de diagrama de atividades através de um jogo educacional. In *Anais do Workshop sobre Educação em Computação*.
- Souza, M., & França, C. (2016). O que explica o sucesso de jogos no ensino de engenharia de software? Uma teoria de motivação. In *Anais do XXIV Workshop sobre Educação em Computação*. Porto Alegre: SBC.
- Udeozor, C., Toyoda, R., Russo Abegão, F., & Glassey, J. (2023). Digital games in engineering education: Systematic review and future trends. *European Journal of Engineering Education*, 48(2), 321–339.
- Von Wangenheim, C. G., & Von Wangenheim, A. (2012). *Ensinando computação com jogos*. Florianópolis: Bookess Editora.
- Wazlawick, R. (2016). *Análise e design orientados a objetos para sistemas de informação: Modelagem com UML, OCL e IFML*. Elsevier Brasil.

Transferência em treinamentos de líderes e gerentes: revisão da literatura entre 2020 a 2022

Klauren Godoi Araújo Camargo¹, Allan Ferreira¹, Gisângela Faria de Paula²

klaurengodoi@gmail.com; allanferreira.educ@gmail.com; gisangela9@gmail.com

¹ Universidade de Brasília - Campus Darcy Ribeiro ICC Sul. Instituto de Psicologia, 70910-900, Brasília-DF, Brasil

² Infraero - Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária, Estrada Parque Aeroporto, Setor de Concessionárias e Locadoras, lote 5, 71608-050, Brasília-DF, Brasil

DOI: [10.17013/risti.56.50-65](https://doi.org/10.17013/risti.56.50-65)

Resumo: As organizações investem mais em treinamentos de líderes e gerentes, visando transferência de treinamento. Revisões anteriores sobre transferência de treinamento desse público cobriram estudos até 2020. Este trabalho identifica o estado da produção de conhecimento sobre o tema até 2022 propondo uma agenda de pesquisa. Realizou-se uma revisão narrativa conforme o protocolo de Cronin et al. (2008), abrangendo artigos de 2020 a 2022 nas bases CAPES e *Web of Science*. Os resultados indicam predominância de estudos quantitativos, característica do campo de pesquisa, e destacam a importância de variáveis individuais (autoeficácia), organizacionais (suporte de pares, colegas e supervisores) e ligadas à liderança no processo de transferência. Esses achados corroboram revisões recentes, reforçando a relevância de fatores individuais. Como agenda de pesquisa, sugere-se ampliar a aplicação do modelo de transferência para diversos contextos e analisar variáveis mediadoras para explorar as relações entre autoeficácia de liderança, modelo de liderança e desempenho e o papel do clima de transferência.

Palavras-chave: Treinamento de líderes e gerentes; desenvolvimento de líderes e gerentes; liderança; revisão de literatura

Training Transfer in Leader and Manager Training: A Literature Review from 2020 to 2022

Abstract: Organizations are increasingly investing in training for leaders and managers to enhance training transfer. Previous reviews on this topic covered studies up to 2020. This study identifies the state of knowledge up to 2022 and proposes a research agenda. Using a narrative review following Cronin et al. (2008), we analyzed articles from 2020 to 2022 in the CAPES Portal and Web of Science databases. The results indicate a predominance of quantitative studies, research field's characteristic, and highlight the importance of individual variables (self-efficacy), organizational variables (support from peers, colleagues, and supervisors), and leadership-related variables in the transfer process. These findings corroborate recent reviews, reinforcing the relevance of individual factors. As a research agenda,

we suggest broadening the application of the transfer model to diverse contexts and analyzing mediating variables to explore relationships between leadership self-efficacy, leadership models and performance, and the role of transfer climate.

Keywords: Training of leaders and managers; development of leaders and managers; leadership; systematic literature review.

1. Introdução

Anualmente as organizações têm investido cada vez mais em ações de Treinamento, Desenvolvimento & Educação (TD&E) conforme explica Soares (2020). De acordo com Kroll e Moreno (2022), em 2019 foram investidos aproximadamente US\$ 370 bilhões em treinamentos em todo o mundo. E dentro desse montante, os valores que são investidos especificamente para o treinamento de líderes e gerentes também têm sido elevados (O’Leonard & Krider, 2014; Vogel et al., 2020). A liderança é um fenômeno essencialmente grupal, que surge da interação entre pessoas e se caracteriza como um processo intencional de influência. Nesse contexto, os líderes atuam como guias, direcionando seus seguidores para o alcance de objetivos comuns (Rouco & Montez, 2022). Diante disso, as organizações têm a expectativa de atingir seus propósitos estratégicos por meio da influência exercida pelos líderes sobre suas equipes, o que justifica o investimento contínuo na capacitação e no desenvolvimento desses profissionais.

A finalidade de tantos investimentos é fazer com que esses treinandos aprendam e transfiram novos conhecimentos, habilidades e atitudes para o ambiente de trabalho, ou, dito de outro modo, as organizações esperam que esses treinamentos produzam efeitos positivos sobre o desempenho de seus egressos (Zerbini et al., 2012), uma vez que quanto maior a formação, maiores são as possibilidades de transferência de conhecimentos e estratégias (Mira-Giménez, 2015). No contexto de líderes e gerentes, os objetivos não são diferentes. Não se podem esperar resultados para a organização se não houver uma mudança positiva no comportamento dos treinandos (Kirkpatrick & Kirkpatrick, 2006). E essa mudança positiva é denominada, na literatura, como “transferência de treinamento” (Zerbini et al., 2012).

Nesse sentido, muito tem sido pesquisado a respeito de transferência de treinamento no contexto de ações de TD&E voltadas a líderes e gerentes. A metanálise promovida por Lacerenza et al. (2017) foi capaz de jogar luz sobre o tema, analisando nada menos que 335 trabalhos publicados sobre treinamento de lideranças entre 1951 e 2014, o que resultou em uma amostra agregada de mais de 26 mil respondentes. Os resultados desse estudo, especificamente no que concernem à variável transferência de treinamento, são apresentados na Tabela 1.

Hipótese testada no estudo	Resultado
Programas de treinamento de liderança são efetivos em nível de transferência	Confirmada
Programas de treinamento de liderança baseados em análise de necessidades exibem maiores melhorias em nível de transferência	Confirmada
Programas voluntários de treinamento de liderança são mais efetivos em nível de transferência, quando comparados a programas obrigatórios	Confirmada

Hipótese testada no estudo	Resultado
Programas de treinamento de liderança abrangendo várias sessões de treinamento resultam em maior transferência, quando comparados a programas com uma única sessão	Confirmada
Programas de treinamento de liderança administrados a líderes de menor nível exibem maiores efeitos sobre transferência do que programas administrados a líderes de nível médio ou alto	Confirmada
Programas de treinamento de liderança autoadministrados exibem efeitos mais fracos em transferência, quando comparados a treinamentos com instrutores externos	Confirmada
Programas de treinamento de liderança que incorporam apenas um método baseado na prática levam a maiores efeitos em nível de transferência, quando comparados a programas com métodos baseados em informação ou em demonstração	Rejeitada
Programas de treinamento de liderança que incorporam métodos baseados em informação, demonstração e prática demonstram maiores efeitos na transferência, em comparação com programas que implementam apenas um (por exemplo, apenas informações) ou dois métodos (por exemplo, demonstração e informação)	Confirmada
Programas de treinamento de liderança que relatam o uso de feedback exibem um efeito maior na transferência, em comparação com programas que não relatam o uso de feedback	Confirmada
Programas de treinamento de liderança que relatam o uso de feedback de 360 graus exibem um efeito maior em nível de transferência, quando comparados a programas com feedback de fonte única	Rejeitada
Programas hospedados no local de trabalho exibem um efeito maior em nível de transferência, comparados com aqueles que não o são	Rejeitada
Programas de treinamento de liderança presenciais aumentam a transferência em maior grau do que os programas virtuais	Confirmada

Fonte: Lacerenza et al. (2017)

Tabela 1 – Resultados da metanálise de Lacerenza et al. (2017)

Essa metanálise cobriu um horizonte de estudos publicados até 2014. Para se compreender o que foi produzido depois desse período, é preciso recorrer à revisão sistemática de literatura empreendida por Soares (2020), que trouxe uma análise da literatura sobre treinamento de lideranças, sobre seus efeitos e suas variáveis preditoras. Essa análise contemplou 49 trabalhos publicados entre os anos de 2007 e 2020, privilegiando-se estudos referentes aos níveis de transferência de treinamento de lideranças e resultados na organização.

Nessa revisão promovida sobre o tema, observou-se que os estudos encontrados eram predominantemente quantitativos, característica do campo de pesquisa, com a autoavaliação sendo a fonte mais utilizada e os momentos de mensuração dos efeitos de treinamentos gerenciais concentrando-se mais ao final dos términos das intervenções (Soares, 2020). Os resultados encontrados indicaram, ainda, que treinamentos gerenciais e de liderança geram efeitos positivos em nível de indivíduo, e que autoeficácia, afeto positivo, inteligência emocional e liderança são variáveis preditoras desses efeitos (Soares, 2020).

Os estudos realizados por Lacerenza et al. (2017) e Soares (2020), abrangem a produção de conhecimentos sobre transferência em treinamentos de líderes e gerentes publicada até 2020, proporcionando um panorama muito rico a respeito do que se estudou até o momento sobre o tema. Entretanto, é preciso continuar avançando os estudos, investigando o que foi publicado desde então. Descobriram-se outros resultados que corroboram aqueles que foram encontrados por esses autores? Encontraram-se outras conclusões em sentido contrário? Essas são perguntas que podem começar a ser respondidas com uma nova análise do cenário.

Por essa razão o objetivo proposto para este trabalho é identificar o estado de produção de conhecimento sobre transferência em treinamento de líderes e gerentes, publicado entre 2020 e 2022, propondo uma agenda de pesquisa sobre o tema. Avalia-se que o atingimento do referido objetivo traz contribuições teóricas para os estudos no campo, além de contribuições práticas para as organizações, na medida em que oferece uma análise do que se sabe até hoje sobre essa importante variável no contexto de treinamentos de líderes e gerentes: a transferência.

Este artigo está estruturado com as seguintes seções: Método, onde apresentam-se os critérios que foram utilizados para o planejamento e para a execução da revisão de literatura proposta; Resultados da revisão de literatura onde são apresentados os achados no *corpus* quanto às análises teóricas e metodológicas; Discussão e Agenda de Pesquisa extraídas dos estudos encontrados; e, Considerações finais onde são apresentadas as considerações sobre os achados, limitações do estudo realizado e proposta de pesquisas futuras.

2. Método

2.1. Detalhamento dos procedimentos de levantamento de artigos

A fim de se levantar o conhecimento produzido sobre transferência em treinamentos de líderes e gerentes, entre 2020 e 2022, realizou-se uma revisão narrativa de literatura sobre o tema, conforme protocolo de Cronin et al. (2008). Esse protocolo foi utilizado na medida em que se trata de uma abordagem passo a passo que facilita a compreensão e a execução de um processo de revisão narrativa de literatura, por meio de seus elementos essenciais.

O primeiro passo, naturalmente, foi escolher a transferência em treinamentos de líderes e gerentes como tema da revisão. Esse procedimento foi realizado por todos os autores desta revisão. Em seguida, escolheram-se as bases Portal de Periódicos da Capes e o *Web of Science* para execução da pesquisa, na medida em que consistem em tradicionais repositórios de artigos na área de treinamentos. Esse procedimento foi realizado por dois dos autores.

Com base na literatura existente sobre o tema, utilizou-se a seguinte combinação de palavras-chaves: (“*training transfer*” OR “*transfer of training*”) AND (*manag** OR *lead** OR *executive* OR *supervisory*) AND *organizational*) NOT *school*. As palavras-chaves foram utilizadas em língua inglesa. Desse modo, buscou-se levantar a literatura sobre transferência de treinamento combinada à literatura sobre diferentes tipos de liderança e gerenciamento, em contexto organizacional, excluindo-se os resultados

relacionados ao contexto escolar. Os filtros utilizados nesta busca inicial foram: resultados correspondentes a “artigos”, oriundos de “periódicos revisados por pares” e publicados entre 2020 e 2022, dado que a busca ocorreu no início de 2023. Com isso, essa busca resultou em 38 (trinta e oito) artigos. Essa busca foi realizada por dois dos três pesquisadores.

Posteriormente, analisou-se individualmente o título e o resumo de cada trabalho e excluíram-se aqueles que não guardavam relação com o público-alvo ou com o contexto estudado neste trabalho. Com isso, excluíram-se 28 artigos que tratavam do tema transferência em contexto de educação escolar, neurociência, educação universitária e treinamentos esportivos; ou que tratavam de educação corporativa, mas não o faziam para o público de líderes e gerentes. Após as referidas exclusões, a amostra final englobou 10 (dez) artigos. Esse procedimento foi realizado por um dos três autores.

2.2. Procedimentos de análise dos artigos

Em uma primeira etapa, foi realizada uma análise dos aspectos metodológicos dos artigos encontrados. Para isso, verificou-se o tipo, natureza, abordagem, recorte e delineamento das pesquisas, bem como o tamanho e composição da amostra, os instrumentos e técnicas utilizados na coleta e análise dos dados, e, por último, o país de origem dos trabalhos.

Posteriormente, na segunda etapa, a análise dos artigos seguiu o procedimento de leitura de cada artigo, categorização e planilhamento contendo colunas para identificação de elementos como: objetivo dos estudos, tipo de treinamento e contexto, hipóteses, variáveis estudadas em nível de indivíduo, organizacional e treinamento, procedimentos de coleta de dados, procedimentos de análise de dados, principais resultados obtidos, limitações e lacunas citadas e agendas de pesquisa indicadas. Após a categorização e extração das informações, partiu-se para a análise coluna a coluna, fazendo o comparativo das similaridades e diferenças entre os estudos para cada elemento catalogado.

Conclui-se aqui, portanto, a descrição do método empregado na presente revisão. A seguir, apresentam-se os resultados que foram encontrados.

3. Resultados da revisão de literatura

Os dez trabalhos encontrados compreendem estudos publicados entre os anos de 2020 e 2022. Neste capítulo, apresenta-se a análise realizada sobre esses artigos, na qual foi possível explorar seus detalhes e compreender o panorama da pesquisa sobre transferência em treinamentos de líderes e gerentes, no referido período.

3.1. Resultados da primeira etapa de análise

Verificando-se os artigos contemplados por esta revisão, constatou-se que sete são pesquisas de levantamento (Yaghi & Bates, 2020; Bergman et al., 2021; Muduli & McLean, 2021; Sarfraz et al., 2021; Vogelsang & Pilz, 2021; Yaqub et al., 2021; Seeg et al., 2022) e três são do tipo pesquisa-ação (Vandergoot et al., 2020; Schwatka et al., 2021; Tafvelin & Stenling, 2021), nas quais houve a implementação de treinamentos e a verificação de seus resultados, de modo a promover melhorias nas organizações mediante essa intervenção.

Com relação à natureza dos estudos, seis se classificam como explicativos (Yaghi & Bates, 2020; Bergman et al., 2021; Sarfraz et al., 2021; Schwatka et al., 2021; Tafvelin & Stenling, 2021; Seeg et al., 2022) e quatro como exploratórios (Vandergoot et al., 2020; Muduli & McLean, 2021; Vogelsang & Pilz, 2021; Yaqub et al., 2021). Ademais, quanto ao delineamento utilizado, todas se classificam como pesquisas correlacionais.

No que diz respeito à abordagem, oito foram quantitativas (Yaghi & Bates, 2020; Bergman et al., 2021; Muduli & McLean, 2021; Sarfraz et al., 2021; Schwatka et al., 2021; Tafvelin & Stenling, 2021; Yaqub et al., 2021; Seeg et al., 2022), uma qualitativa (Vogelsang & Pilz, 2021) e uma combinou métodos quantitativos e qualitativos (Vandergoot et al., 2020).

Sobre o recorte das pesquisas, identificou-se que seis delas se classificam como transversal (Yaghi & Bates, 2020; Bergman et al., 2021; Muduli & McLean, 2021; Sarfraz et al., 2021; Vogelsang & Pilz, 2021; Yaqub et al., 2021), três são longitudinais (Seeg et al., 2022; Schwatka et al., 2021; Tafvelin & Stenling, 2021) e outra combinou elementos de recorte transversal e longitudinal (Vandergoot et al., 2020).

Os instrumentos de coleta de dados mais utilizados foram questionários, os quais estiveram presentes em todos os estudos mencionados, com exceção do estudo que possui abordagem qualitativa, o qual fez uso de entrevistas semiestruturadas (Vogelsang & Pilz, 2021). Destaca-se que no estudo com abordagem mista foram utilizados tanto questionários quanto entrevistas (Vandergoot et al., 2020). Outrossim, vale ressaltar que no estudo de Schwatka et al. (2021), além dos questionários, foram realizadas sessões de coaching, atividades de transferência e estabelecimento de metas, sendo que essas foram cadastradas em um site específico que possibilitava o seu acompanhamento.

Os referidos instrumentos foram aplicados em organizações de vários segmentos, com amostras bastante diversificadas no que diz respeito ao tamanho, sendo a menor composta por 36 participantes (Vandergoot et al., 2020), e a maior, por 500 (Muduli & McLean, 2021).

Concernente à técnica de análise, nas pesquisas quantitativas, verificou-se que a modelagem de equações estruturais foi a mais recorrente, verificada em cinco estudos (Yaghi & Bates, 2020; Muduli & McLean, 2021; Sarfraz et al., 2021; Tafvelin & Stenling, 2021; Yaqub et al., 2021). Na pesquisa qualitativa e na de métodos mistos, foi utilizada a análise de conteúdo (Vogelsang & Pilz, 2021; Vandergoot et al., 2020).

Por último, em relação ao país no qual os artigos foram escritos, verificou-se a seguinte relação: Alemanha (Vogelsang & Pilz, 2021; Seeg et al., 2022), Suécia (Tafvelin & Stenling, 2021; Bergman et al., 2021), Índia (Muduli & McLean, 2021; Yaqub et al., 2021), Austrália (Vandergoot et al., 2020), Emirados Árabes Unidos juntamente com os Estados Unidos da América (Yaghi & Bates, 2020), Paquistão (Sarfraz et al., 2021) e Estados Unidos da América (Schwatka et al., 2021).

3.2. Resultados da segunda etapa de análise

Analisando a amostra de artigos selecionada, pode ser verificado quanto aos procedimentos utilizados que foram bem variados em relação a recorte temporal, tipo e contexto de estudo, amostras e análises de dados. Quanto ao instrumento utilizado nos estudos, a coleta de dados girou em torno do questionário e das entrevistas e as análises

estatísticas variando em profundidade. Quanto aos tipos e contextos de treinamento, os estudos abordam diferentes programas de treinamento em liderança e examinam várias variáveis relacionadas à transferência de treinamento e melhoria do desempenho. Embora cada estudo tenha seu contexto específico e suas variáveis de interesse, é possível identificar algumas convergências entre eles como demonstra a tabela 2.

Item	Detalhamento	Autores
Aplicações do Modelo	Implementação de programas de treinamento em liderança e análise da transferência de habilidades.	Vandergoot et al. (2020); Yaghi & Bates (2020); Muduli & McLean (2021); Schwatka et al. (2021); Tafvelin & Stenling (2021).
Contextos Aplicados	Universidades, setor corporativo, pequenas empresas, setor têxtil, subsidiárias de empresas alemãs.	Yaghi & Bates (2020); Sarfraz et al. (2021); Schwatka et al. (2021); Vogelsang & Pilz (2021).
Setores de Aplicação	Corporativo, têxtil, pequenas empresas, educação, energia.	Vandergoot et al. (2020); Muduli & McLean (2021); Sarfraz et al. (2021); Schwatka et al. (2021); Vogelsang & Pilz (2021)
Variáveis Mediadoras	Autoeficácia, motivação para aprender, suporte de colegas e supervisores, clima de transferência, design do treinamento.	Vandergoot et al. (2020); Yaghi & Bates (2020); Bergman et al. (2021); Tafvelin & Stenling (2021); Yaqub et al. (2021); Seeg et al. (2022).
Instrumentos Utilizados	Questionários, entrevistas semiestruturadas, sessões de coaching, atividades de transferência, estabelecimento de metas.	Vogelsang & Pilz (2021); Schwatka et al. (2021); Vandergoot et al. (2020).
Aspectos Metodológicos	Pesquisas de levantamento, pesquisa-ação, estudos longitudinais e transversais, abordagens quantitativas e qualitativas, modelagem de equações estruturais (SEM), análises fatoriais confirmatórias (CFA).	Yaghi & Bates (2020); Muduli & McLean (2021); Tafvelin & Stenling (2021); Vogelsang & Pilz (2021).

Tabela 2 – Síntese de aspectos relevantes do *corpus*

Com relação ao setor de aplicação, Vandergoot et al. (2020) e Muduli & McLean (2021) estudaram o setor corporativo (liderança em organizações), já Sarfraz et al. (2021) focou no setor têxtil, enquanto Schwatka et al. (2021) investigou líderes de pequenas empresas. Vogelsang & Pilz (2021) entrevistaram gerentes de treinamento em subsidiárias de 12 empresas alemãs localizadas em três países diferentes.

Schwatka et al. (2021) e Tafvelin & Stenling (2021) avaliaram programas específicos de desenvolvimento de liderança, utilizando métodos variados para medir a eficácia e transferência de treinamento. Yaghi & Bates (2020) focaram na análise de medições e testes de hipóteses para validar as relações entre as variáveis estudadas. Bergman et al. (2021) e Tafvelin & Stenling (2021) examinaram a autoeficácia de liderança e desempenho de liderança, enquanto Seeg et al. (2022) utilizaram uma abordagem de avaliação abrangente, coletando dados em diferentes momentos e níveis, para entender a transferência de conhecimento. Já Vogelsang & Pilz (2021) conduziram um estudo puramente qualitativo.

Todos os estudos analisados têm em comum o foco na transferência de treinamento e a investigação dos fatores/variáveis que a influenciam. As variáveis catalogadas foram: Autoeficácia foi abordada por Vandergoot et al. (2020), Bergman et al. (2021) e Yaqub et al. (2021). Motivação para aprender foi abordada por Vandergoot et al. (2020), Yaghi & Bates (2020) e Seeg et al. (2022). Motivação e intenção de transferir foi abordada por Vandergoot et al. (2020), Yaghi & Bates (2020), Schwatka et al. (2021) e Seeg et al. (2022). Motivação autônoma e motivação controlada por líderes foram abordadas por Tafvelin & Stenling (2021). Transferência de Treinamento foi abordada por Vandergoot et al. (2020); Yaghi & Bates (2020); Muduli & McLean (2021); Sarfraz et al. (2021); Tafvelin & Stenling (2021); Yaqub et al. (2021); Seeg et al. (2022) focaram na transferência de treinamento e como os participantes aplicam o que aprenderam no ambiente de trabalho. Clima de Transferência compreende as variáveis: suporte de pares ou colegas, suporte de supervisor e oportunidade de aplicação, e foram analisados por Yaghi & Bates (2020), Muduli & McLean (2021), Yaqub et al. (2021) e Sarfraz et al. (2021). Liderança compreende variáveis como autoeficácia de liderança, competências desejáveis e dimensões de liderança desenvolvimental e são abordados por Vandergoot et al. (2020) e Bergman et al. (2021). Design do Treinamento foi mencionado por Schwatka et al. (2021) e Seeg et al. (2022). Práticas de Treinamento Inicial e Contínuo, Vogelsang & Pilz (2021) estudaram as práticas de treinamento inicial e contínuo adotadas pelas subsidiárias alemãs. Transferência a Curto e Longo Prazo, Tafvelin & Stenling (2021) analisaram a transferência de curto e longo prazo do treinamento em liderança.

Quanto aos objetivos de pesquisa, alguns estudos focaram na análise dos fatores individuais e organizacionais que afetam a transferência de habilidades de liderança. Vandergoot et al. (2020) investigaram os fatores que influenciam a generalização e manutenção da transferência de habilidades de liderança gerencial, enquanto Bergman et al. (2021) examinaram a associação entre a autoeficácia de liderança e o modelo de liderança de desenvolvimento. Ambos os estudos têm como objetivo compreender os fatores que afetam a transferência de habilidades de liderança.

Um conjunto de estudos concentrou-se no papel do apoio social na transferência de treinamento. Yaghi & Bates (2020) investigaram o apoio do supervisor e dos pares na transferência de treinamento por parte de gestores acadêmicos em universidades públicas. Sarfraz et al. (2021) também examinaram o papel do ambiente de trabalho, com ênfase na justiça organizacional, na transferência de treinamento. Muduli & McLean (2021) investigaram o papel do sistema de trabalho de alto desempenho (HPWS) na performance organizacional, considerando o clima de transferência de treinamento como uma variável mediadora.

Outros estudos analisaram a implementação de programas de treinamento em contextos específicos. Schwatka et al. (2021) implementaram um programa de desenvolvimento de liderança em Total Worker Health® (TWH) para líderes de pequenas empresas, enquanto Vogelsang & Pilz (2021) investigaram as práticas de qualificação e as decisões de treinamento de subsidiárias de empresas alemãs em diferentes países.

Houve interesse em examinar diferentes fatores que podem influenciar a transferência de treinamento por parte de Seeg et al. (2022) que investigaram efeitos do treinamento com abordagem de avaliação centrada no consumidor e Tafvelin & Stenling (2021) que

investigaram como diferentes tipos de motivação prévia dos líderes podem influenciar a transferência do treinamento de liderança, enquanto Yaqub et al. (2021) analisaram o efeito das características individuais, design de intervenção de treinamento e ambiente de trabalho na transferência de treinamento de gestão.

Com relação às hipóteses levantadas pelos autores de oito estudos, pode-se destacar algumas em comum, como: 1- Hipótese sobre o suporte dos colegas e do supervisor, em que Sarfraz et al. (2021) e Yaghi & Bates (2020) formularam a hipótese de que o “suporte percebido dos colegas” e o “suporte percebido do supervisor” estariam positivamente relacionados à transferência do treinamento de liderança; 2- Hipótese sobre relação positiva da motivação para aprender e intenção em transferir com a transferência de treinamento foi abordada por Vandergoot et al. (2020), Yaqub et al. (2021), Schwatka et al. (2021) e Seeg et al. (2022); 3- Hipótese sobre o impacto do ambiente de trabalho na transferência foi avaliada por Muduli & McLean (2021), que investigaram se o “HPWS” (Sistema de Trabalho de Alto Desempenho) influenciaria positivamente o “OP” (Desempenho Organizacional) na empresa do setor de energia, e se o “TTC” (Clima de Transferência de Treinamento) mediará essa influência.

Com relação aos procedimentos de coleta de dados, vários dos estudos fizeram coleta pré e pós-treinamento com questionários preenchidos pelos participantes ou administrados por gerentes de recursos humanos ou supervisores para avaliar o impacto das intervenções. Autores como Vandergoot et al. (2020), Yaghi, & Bates (2020), Bergman et al. (2021), Sarfraz et al. (2021), Schwatka, et al. (2021), Tafvelin & Stenling (2021), e Seeg et al (2022) coletaram dados pré e pós-treinamento dos participantes. Vandergoot et al. (2020), Tafvelin & Stenling (2021) e Schwatka et al. (2021) conduziram acompanhamentos após um período, geralmente três ou quatro meses, para verificar a generalização e manutenção das habilidades de liderança adquiridas.

Houve diferença nos procedimentos de coleta de dados com relação ao tamanho de amostra e métodos de coleta. Vandergoot, et al. (2020), Yaghi & Bates (2020), Sarfraz et al. (2021) e Schwatka et al (2021) coletaram dados de amostras específicas de empresas, organizações ou populações acadêmicas. Sarfraz et al. (2021) utilizaram técnicas de amostragem específicas, como amostragem em múltiplos estágios para lidar com populações geograficamente dispersas e coletar dados de gerentes de linha de frente em empresas têxteis no Paquistão. Cada estudo utilizou diferentes instrumentos de coleta para medir as variáveis de interesse. O estudo de Vogelsang & Pilz (2021) empregou uma abordagem qualitativa e conduziu entrevistas presenciais com gerentes de treinamento para explorar os procedimentos e práticas de treinamento em suas respectivas empresas.

Com relação aos procedimentos de análise, verificou-se que Vandergoot et al. (2020) e Schwatka et al. (2021) realizaram análises estatísticas, correlacionais e regressões; Yaghi & Bates (2020), Muduli & McLean (2021) e Yaqub et al. (2021) realizaram análises fatoriais confirmatórias (CFA) e modelagens estruturais (SEM). Já Vogelsang & Pilz (2021) e Seeg et al (2022) se dedicaram em análises estatísticas descritivas e qualitativas, enquanto Bergman et al. (2021) e Sarfraz et al. (2021) utilizaram escalas do tipo Likert e análises de regressão, e Tafvelin & Stenling (2021) utilizaram modelagem bayesiana multinível.

Em relação as variáveis individuais, os estudos de Vandergoot et al. (2020) e Yaghi & Bates (2020) investigaram a motivação para aprender e a motivação para transferir como variáveis influentes na transferência de treinamento. Ambos os estudos sugerem uma relação positiva entre essas variáveis e a transferência de habilidades de liderança. Além disso, Vandergoot et al. (2020) também examinaram a autoeficácia geral como um fator individual relacionado à transferência.

Os fatores organizacionais também foram abordados em vários estudos. Vandergoot et al. (2020) e Yaghi & Bates (2020) investigaram o suporte organizacional percebido, enquanto Muduli & McLean (2021) exploraram o High-Performance Work System (HPWS) e o Training Transfer Climate (TTC) como fatores organizacionais. Esses estudos sugerem que o suporte organizacional e um ambiente favorável à transferência de treinamento podem influenciar positivamente a transferência de habilidades de liderança.

Além disso, os estudos de Sarfraz et al. (2021) e Schwatka et al. (2021) também abordaram o suporte dos colegas como um fator influente na transferência de treinamento. Sarfraz et al. (2021) investigaram o suporte dos colegas, o suporte do supervisor e a oportunidade de uso do aprendizado, enquanto Schwatka et al. (2021) abordaram as práticas de liderança de saúde e segurança no trabalho (TWH) e fatores de risco modificáveis de saúde. Esses estudos sugerem que o apoio dos colegas pode desempenhar um papel importante na transferência de treinamento.

No entanto, os construtos específicos e as hipóteses investigadas variam entre os estudos, refletindo os objetivos e contextos de cada pesquisa, destacando as especificidades de cada estudo. Assim, os estudos convergem no reconhecimento da importância das variáveis individuais (como motivação e autoeficácia) e organizacionais (como suporte dos colegas na transferência de treinamento, clima de transferência e melhoria do desempenho em liderança).

Para finalizar, as lacunas e limitações sinalizadas nos estudos foram agrupadas quanto a limitações metodológicas e de amostra (Vandergoot et al, 2020; Bergman et al., 2021; Muduli & McLean, 2021; Sarfraz, et al., 2021; Vogelsang & Pilz, 2021; Seeg et al., 2022; Yaqub et al., 2021). Esses estudos apresentam limitações relacionadas a questões metodológicas, como o tamanho limitado da amostra, ausência de grupo de controle, estudos transversais, uso de métodos de autodeclaração e viés de participação. A generalização dos resultados também é limitada em alguns desses estudos devido a focos específicos ou contextos culturais.

Foi levantada como limitação do estudo de Yaghi & Bates (2020) em relação ao tamanho da amostra, ao foco específico em universidades e às limitações dos métodos utilizados, que podem ter limitado aspectos qualitativos da transferência.

Todos os estudos destacam a necessidade de pesquisas futuras para abordar diversas lacunas, como a necessidade de pesquisas longitudinais, inclusão de outros preditores ou variáveis mediadoras, análises específicas por setor, abordagem de métodos mistos, entre outros. Embora as limitações e lacunas variem entre os estudos, esses agrupamentos ajudam a identificar áreas específicas que podem ser exploradas e aprimoradas para fornecer uma compreensão mais completa sobre a transferência de treinamento e liderança.

4. Discussão e Agenda de Pesquisa

Sobre os 10 (dez) artigos analisados, no presente estudo, no que diz respeito à abordagem encontramos que um total de 08 (oito) foram quantitativos (Yaghi & Bates, 2020; Bergman et al., 2021; Muduli & McLean, 2021; Sarfraz et al., 2021; Schwatka et al., 2021; Tafvelin & Stenling, 2021; Yaqub et al., 2021; Seeg et al., 2022), corroborando com a pesquisa de Soares (2020) que em sua revisão observou-se que os estudos encontrados, nos anos de 2007 a 2020, eram predominantemente quantitativos.

Na presente revisão de literatura, constatou-se que os instrumentos de coleta de dados mais utilizados foram questionários (Bergman et al., 2021; Muduli & McLean, 2021; Sarfraz et al., 2021; Schwatka et al., 2021; Vandergoot et al., 2020; Yaqub et al., 2021) corroborando com os achados de Soares (2020). Referente aos momentos de mensuração dos efeitos de treinamentos de liderança, a coleta ocorreu antes, durante e após 3 ou 4 meses do treinamento ter sido realizado (Vandergoot et al., 2020; Schwatka et al., 2021; Tafvelin & Stenling, 2021; Seeg et al., 2022), indicando que a concentração dessa mensuração está sendo distribuída ao longo da realização do treinamento, diferindo do que constatou Soares (2020) em sua pesquisa. Além disso, foi possível verificar que alguns aspectos do estudo de Soares (2020) foram corroborados com os estudos de Vandergoot et al. (2020); Bergman et al. (2021); Yaqub et al. (2021), que usaram como variável preditora individual a autoeficácia, e os estudos de Vandergoot et al. (2020) e Bergman et al. (2021), também, usaram a variável liderança para contribuir com a transferência de treinamento de líderes e gerentes.

Se compararmos os 10 artigos dessa revisão de literatura com os resultados da metanálise de Lacerenza et al. (2017), encontramos que os atuais estudos vão além dos quesitos verificados e confirmados por Lacerenza et al. (2017), no tocante a análise de necessidades, caráter voluntário de participação, quantidade do uso de métodos para medir o efeito da transferência, dentre outros. Pois alguns dos atuais artigos revisados focaram na análise das variáveis individuais, como autoeficácia, motivação para aprender, motivação e intenção de transferir, motivação autônoma (Vandergoot et al., 2020; Yaghi & Bates, 2020); variáveis organizacionais que afetam a transferência de habilidades de liderança (Vandergoot et al., 2020; Yaghi & Bates, 2020; Bergman et al., 2021; Tafvelin & Stenling, 2021; Yaqub et al., 2021; Seeg et al., 2022), o papel do apoio social na transferência de treinamento (Yaghi & Bates, 2020), o suporte dos colegas de trabalho como fator influente na transferência de treinamento (Sarfraz et al., 2021; Schwatka et al., 2021), o papel do ambiente de trabalho na transferência de treinamento (Muduli & McLean, 2021; Sarfraz et al., 2021; Vogelsang & Pilz, 2021; Yaqub et al., 2021), sendo que Sarfraz et al. (2021) citou esse papel com ênfase na justiça organizacional, e Muduli & McLean (2021) discutiu o papel do sistema de trabalho de alto desempenho (HPWS) na performance organizacional, considerando o clima de transferência de treinamento como uma variável mediadora. Além das variáveis relacionadas ao treinamento como design de treinamento, práticas de treinamento inicial e contínuo (Schwatka et al., 2021; Vogelsang & Pilz, 2021; Seeg et al., 2022).

A partir da análise dos artigos, foi possível identificar diversas agendas de pesquisa propostas pelos autores. Essas agendas abrangem diferentes áreas, variáveis e aspectos relacionados à transferência de treinamento e liderança, e a seguir está a Tabela 3 com indicações de agendas futuras extraídas dos estudos lidos na presente revisão.

Autor(es)	Contexto Individual	Contexto Organizacional	Treinamento	Métodos e Amostras
Vandergoot <i>et al.</i> (2020)	- Investigar transferência de sub-habilidades específicas e características individuais que afetam a transferência.	- Explorar como as organizações podem apoiar a generalização e a manutenção da transferência de habilidades de liderança, incluindo suporte gerencial e de colegas.	- Avaliar conteúdo e duração do treinamento relacionado à transferência.	- Realizar estudos longitudinais com amostras maiores.
Yaghi e Bates (2020)	- Investigar a motivação dos gestores para transferir e o papel de outras variáveis individuais.	- Examinar o suporte de supervisores e colegas na motivação dos gestores para transferir. - Comparar contextos organizacionais públicos e privados.	-	- Realizar estudos comparativos em diferentes contextos organizacionais.
Bergman <i>et al.</i> (2021)	- Autoeficácia de liderança relacionada ao modelo de liderança desenvolvimental e desempenho de liderança.	-	-	- Realizar análises mediadoras em pesquisas futuras.
Muduli e McLean (2021)	-	- Mitigar o viés de método comum (CMV) em relação aos resultados do treinamento.	-	- Utilizar métodos qualitativos, como entrevistas e observações.
Sarfraz <i>et al.</i> (2021)	- Investigar o papel da justiça organizacional na transferência de treinamento.	- Replicar o estudo em diferentes setores e contextos organizacionais.	-	-
Schwatka <i>et al.</i> (2021)	-	- Determinar a eficácia do programa de desenvolvimento de liderança em TWH nas empresas.	- Investigar os mecanismos de mudança nas políticas e práticas de TWH nas empresas.	-
Tafvelin e Stenling (2021)	- Continuar investigando a relação entre motivação prévia e transferência de treinamento em diferentes contextos.	-	-	- Estudos futuros com amostras maiores ou especificações de prioridade mais precisas.

Autor(es)	Contexto Individual	Contexto Organizacional	Treinamento	Métodos e Amostras
Vogelsang e Pilz (2021)	- Explorar a qualidade das instituições de treinamento externas à empresa e analisar como as medidas de treinamento no exterior afetam a imagem da empresa e identificar outros fatores externos relevantes.	-	-	-
Yaqub <i>et al</i> (2021)	- Investigar o impacto interativo da autoeficácia, das abordagens de treinamento e do apoio organizacional na transferência de treinamento.	- Dar ênfase ao suporte dos colegas durante o treinamento, incorporar a justiça procedimental e distributiva nas práticas organizacionais e desenvolver políticas e mecanismos de recompensas baseados na meritocracia para incentivar a transferência de treinamento.	-	-
Seeg <i>et al</i> (2022)	- Discutir se o treinamento baseado em evidências é vantajoso em nível organizacional e quais determinantes são essenciais para a transferência de conhecimento em nível individual. - Investigar os efeitos dos determinantes secundários na transferência.	- Priorizar a gestão da transferência no design do treinamento e realizar avaliações sistemáticas do processo de treinamento e transferência para melhorar a eficácia do treinamento.	-	- Realizar estudos longitudinais e com amostras maiores.

Tabela 3 – Indicação de agendas futuras

Assim, a análise de agendas de pesquisa gira em torno de melhorar aspectos da pesquisa no contexto individual, organizacional, do treinamento e de métodos de pesquisa, ou seja, elas refletem a necessidade de aprofundar o conhecimento sobre a transferência de treinamento e liderança, considerando diferentes variáveis, contextos e os métodos de pesquisa. O objetivo seria desenvolver uma compreensão mais abrangente e aprofundada dos fatores que influenciam a transferência de habilidades de liderança, bem como identificar estratégias e práticas que possam promover a transferência eficaz de treinamento nas organizações.

Entende-se que essas pesquisas futuras contribuirão para o avanço teórico e prático no campo da transferência de treinamento e liderança, fornecendo insights valiosos para

profissionais e organizações interessadas em maximizar o impacto dos programas de treinamento e desenvolvimento.

5. Considerações finais

Este trabalho traz contribuições teóricas para os estudos sobre transferência em treinamentos de líderes e gerentes, uma vez que se identificou o atual estado de produção de conhecimentos sobre o tema. Os artigos encontrados permitiram que o conhecimento fosse aprofundado sobre a utilização da variável preditora de autoeficácia, ampliação da análise de transferência ao considerar tanto as variáveis individuais quanto as organizacionais e de treinamento. Referente aos momentos de mensuração dos efeitos de treinamentos de liderança, identificou-se que a coleta de dados está sendo distribuída não só ao longo da realização do treinamento, como também posteriormente à sua ocorrência.

Referente às limitações, pode-se citar que ainda é preciso avançar em certos aspectos que podem ou não favorecer a transferência, como investigar a sua generalização e manutenção, quais as variáveis mediadoras que mais contribuem para a transferência, ampliar a compreensão em relação aos impactos do contexto organizacional no processo de transferência. Poucos estudos analisaram o modelo de transferência em contextos variados ou culturas organizacionais distintas, evidenciando a necessidade de investigações sobre a interação entre variáveis contextuais e individuais. Outra limitação da presente revisão diz respeito à definição do espaço temporal para a pesquisa de publicação, que abarcou os estudos de 2020 a 2022, período este que coincidiu com os anos de pandemia de Covid-19, os quais podem ter afetado a realização de estudos acadêmicos em função de ações como o lockdown. Além disso, a exploração de apenas duas bases de dados pode ter restringido o acesso a outros estudos, o que resultou em um pequeno número de artigos analisados, impossibilitando, assim, qualquer generalização de resultados.

Entretanto, avalia-se que esta revisão traz contribuições práticas para as organizações, na medida em que os estudos sugerem que o suporte organizacional, incluindo o suporte dos pares e dos superiores, juntamente com um ambiente favorável à transferência de treinamento, no qual exista um clima que enfatize essa transferência, por meio da percepção de oportunidades de aplicação dos conhecimentos, e com uma liderança que preconize o desenvolvimento, podem influenciar positivamente a transferência de habilidades de liderança. Assim, sugere-se que as pesquisas futuras sobre transferência em treinamentos de líderes e gerentes, adotem métodos mistos e análises multiníveis, explorar diferentes setores e realizar estudos longitudinais para compreender os fatores que sustentam a transferência. A validação do modelo em contextos específicos pode orientar práticas mais eficazes de treinamento, contribuindo para intervenções organizacionais mais estratégicas e baseadas em evidências.

Referências

Bergman, D., Gustafsson-Sendén, M., & Berntson, E. (2021). *From believing to doing: The association between leadership self-Efficacy and the developmental leadership model*. *Frontiers in Psychology*, 12, 669905.

- Cronin, P., Ryan, F., & Coughlan, M. (2008). *Undertaking a literature review: a step-by-step approach*. *British journal of nursing*, 17(1), 38-43.
- Kirkpatrick, D. L., & Kirkpatrick, J. D. (2006). *Evaluating training programs: the four levels*. (3a ed.). Oakland: Berrett-Koehler Publishers, Inc.
- Kroll, J., & Moreno, M. (2022). *Training Leadership Trainers: Cultivating the Next Generation of Leadership Educators in Nicaragua*. *Journal of Leadership Education*, 21(3).
- Lacerenza, C. N., Reyes, D. L., Marlow, S. L., Joseph, D. L., & Salas, E. (2017). *Leadership Training Design, Delivery, and Implementation: A Meta-Analysis*. *Journal of Applied Psychology*, 102(12), 1686-1718. <http://dx.doi.org/10.1037/apl0000241>.
- Mira-Giménez, M.-J. (2015). Implementación del Portfolio Europeo de las Lenguas Electrónico: estudio de un caso. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, 16, 46-59.
- Muduli, A., & McLean, G. N. (2021). *Training transfer climate: examining the role of high performance work system and organizational performance in the power sector of India*. *Benchmarking: An International Journal*, 28(1), 291-306.
- O'Leonard, K., & Krider, J. (2014). *What Works Brief: Leadership development factbook 2014: Benchmarks and trends in U.S. Leadership Development*. Bersin by Deloitte.
- Rouco, J., & Montez, J. (2022). Evolução do nível de proficiência das competências de liderança no ensino superior: Estudo de caso dos cadetes alunos da Academia Militar Portuguesa. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, E49, 152-168.
- Sarfraz, M., Hussain, Z., Syed, N., Rehman, F., Wahab, S., & Salihuddin, M. (2021). *Work environment and training transfer intentions: Does organizational justice moderate their relationship?*. *SAGE Open*, 11(4), 21582440211046941.
- Schwatka, N. V., Brown, C. E., Tenney, L., Scott, J. G., Shore, E., Dally, M., & Newman, L. S. (2021). *Evaluation of a Total Worker Health® leadership development program for small business*. *Occupational Health Science*, 5, 163-188.
- Seeg, B., Gauglitz, I. K., & Schütz, A. (2022). *Explaining and enhancing training transfer: a consumer-centric evaluation of a leadership training*. *Human Resource Development International*, 25(5), 506-526.
- Soares, S. M. (2020). *Avaliação de um programa de treinamento de lideranças: o impacto no trabalho do egresso e resultados na organização*. [Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, Brasília].
- Tafvelin, S., & Stenling, A. (2021). *A self-determination theory perspective on transfer of leadership training: The role of leader motivation*. *Journal of Leadership & Organizational Studies*, 28(1), 60-75.

- Vandergoot, S., Sarris, A., Kirby, N., & Harries, J. (2020). *Individual and Organizational Factors that Influence Transfer Generalization and Maintenance of Managerial-Leadership Programs*. *Performance Improvement Quarterly*, 33(2), 207-246.
- Vogel, B., Reichard, R. J., Batistic, S., & Cerne, M. (2020). *A bibliometric review of the leadership development field: How we got here, where we are, and where we are headed*. *The Leadership Quarterly*, 101381. <https://doi.org/10.1016/j.leaqua.2020.101381>
- Vogelsang, B., & Pilz, M. (2021). *Conditional factors for training activities in Chinese, Indian and Mexican subsidiaries of German companies*. *European Journal of Training and Development*, 45(4/5), 419-435.
- Yaghi, A., & Bates, R. (2020). *The role of supervisor and peer support in training transfer in institutions of higher education*. *International Journal of Training and Development*, 24(2), 89-104.
- Yaqub, Y., Singh, A. K., & Dutta, T. (2021). *An empirical study of factors influencing training transfer in the management training intervention*. *Journal of Workplace Learning*, 33(5), 361-374.
- Zerbini, T., Coelho Junior, F. A., Abbad, G. S., Mourão, L., Alvim, S., & Loiola, E. (2012). *Transferência de treinamento e impacto do treinamento em profundidade*. In G. S. Abbad, L. Mourão, P. P. M. Meneses, T. Zerbini, J. Borges-Andrade, R. Villas-Boas, & cols. (Orgs.). *Medidas de Avaliação TD&E: Ferramentas para a Gestão de Pessoas*. (1ed). Porto Alegre - RS: Artmed.

3SW: Um Conjunto de Medidas de Segurança para Mitigar Vulnerabilidades em Servidores Web

Silva, Tássio¹, Mendes, Fabiana^{1,2}

tassio.silva@aluno.umb.br; fabiana.mendes@aalto.fi.

¹ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília. Brasília-DF-Brazil. 70910-900

² Department of Computer Science, Aalto University. Espoo-Finland. 02150

DOI: 10.17013/risti.56.66–81

Resumo: Por hospedar serviços digitais, servidores web tornam-se alvos prioritários para ações mal-intencionadas. Entretanto, faltam guias amplos que auxiliem sua proteção. Assim, esse trabalho propõe o modelo 3SW que tem como objetivo auxiliar na mitigação de vulnerabilidades em servidores web. Para seu desenvolvimento, foi feita a seleção das medidas de segurança mais relevantes do CIS Controls, considerando nosso escopo (servidores web) e o esforço de implementação. Além disso, o 3SW é comparado com abordagens reconhecidas na cibersegurança para atestar sua utilidade. O 3SW é composto de 93 medidas, que correspondem a 61% das medidas do CIS Controls v8.1. A comparação do 3SW com MITRE ATT&CK mostrou uma cobertura de 86%, com ênfase em auditoria de registros, defesa contra malware e recuperação de dados. Dessa forma, o 3SW oferece uma abordagem que facilita a priorização estratégica e a implementação eficiente de medidas de segurança.

Palavras-chave: CIS Controls; cibersegurança; segurança da informação; servidor web; medidas de segurança.

3SW: A Set of Safeguards to Mitigate Vulnerabilities in Web Servers

Abstract: Web servers are often targeted for malicious attacks because they host various applications. Unfortunately, there are not many comprehensive guides available to help implement effective protection measures. This work aims to propose a model called the 3SW model, which is designed to help mitigate vulnerabilities in web servers. To develop this model, we selected the most relevant safeguards from the CIS Controls, focusing specifically on web servers and the effort required for implementation. Additionally, the 3SW model is compared with well-recognized cybersecurity approaches to validate its usefulness. The 3SW consists of 93 safeguards, representing 61% of the CIS Controls v8.1 safeguards. A comparison between the 3SW model and the MITRE ATT&CK framework revealed an 86% coverage, emphasizing log auditing, malware defense, and data recovery. Therefore,

we concluded that the 3SW model presents an approach that facilitates strategic prioritization and efficient implementation of protective safeguards for web servers.

Keywords: CIS Controls; cybersecurity; information security; web server; safeguards.

1. Introdução

Os ataques cibernéticos têm sido frequentemente noticiados devido ao impacto significativo nos serviços das organizações afetadas (Bada & Nurse, 2020). Entre as consequências mais evidentes, destacam-se a indisponibilidade de serviços e o vazamento de dados pessoais e confidenciais, que podem gerar danos severos à reputação e ao funcionamento das empresas (Kamiya et al., 2020).

Em 2021, um ataque de *ransomware*, caracterizado pelo sequestro de dados e exigência de resgate para liberação (Chen & Bridge, 2017), interrompeu as operações da empresa JBS nos EUA, Canadá e Austrália (BBC, 2021). Outros ataques podem dar origem a extorsões pelo vazamento de dados pessoais, como ocorreu, entre 2018 e 2019, com a clínica Vastaamo de Psiquiatria na Finlândia, que levou a decretar falência em 2021 (Ghanbari & Koskinen, 2024). Esses eventos ilustram a gravidade e o alcance desses incidentes, com impactos diretos na economia, na privacidade dos indivíduos e até na viabilidade das empresas.

A evolução e as consequências dessas ameaças impulsionam o desenvolvimento de metodologias para mitigar seus efeitos, como a família ISO/IEC 27000 (ISO, 2024), as publicações do NIST (NIST, 2024a), o MITRE ATT&CK (MITRE, 2024), o OWASP (OWASP, 2024) e a metodologia CIS Controls v8.1 (CIS, 2024a), que em grande parte já foram incorporadas à cultura de proteção nas áreas de Tecnologia da Informação (TI) e cibersegurança (Leszczyna, 2021).

Apesar disso, mais de 80% das vulnerabilidades estão ligadas a aplicações web (Verizon, 2023), frequentemente suportadas por servidores web, que desempenham um papel crítico ao fornecer serviços a usuários finais. No entanto, as metodologias mencionadas anteriormente não consideram esses servidores como alvos específicos de ataques cibernéticos, o que resulta na ausência de um guia específico para determinados contextos e situações.

Dentre essas metodologias, o CIS Controls destaca-se por priorizar ações e apoiar gestores de TI na escolha das medidas de segurança mais urgentes (Crotty & Daniel, 2021). Contudo, essa priorização não considera diretamente alvos específicos de ataques cibernéticos, como os servidores web. Até onde vai o conhecimento dos autores, não há uma metodologia que relacione diretamente as medidas do CIS Controls com a proteção de servidores web — sistemas definidos como aqueles que fornecem serviços na Internet, compostos por hardware, sistema operacional, software de servidor web e páginas do site (NIST, 2024b).

Com a finalidade de preencher essa lacuna, este estudo propõe uma simplificação da metodologia CIS v8.1 para servidores web, criando um Subconjunto de Safeguards para Servidores Web, o 3SW.

Como resultado, obteve-se um conjunto de 93 medidas diretamente focadas em servidores web, com ênfase em auditoria de registros, defesa contra *malware* e recuperação de dados.

O uso do 3SW disponibiliza aos gestores de TI uma priorização mais direcionada das ações de segurança, atendendo de forma mais eficaz às demandas dos servidores web. Além disso, os critérios definidos no estudo permitem adaptar as medidas para outros tipos de ativos, ampliando o alcance do 3SW na mitigação de riscos.

O documento está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta o referencial teórico e os trabalhos correlatos; a Seção 3 descreve a metodologia utilizada; a Seção 4 discute os resultados e comparações; e a Seção 5 traz as conclusões da pesquisa.

2. Referencial Teórico

Esta seção apresenta conceitos fundamentais e estruturas utilizadas no contexto da segurança cibernética, com foco especial na mitigação de ameaças em servidores web. São discutidos riscos cibernéticos, *frameworks* como o CIS Controls v8.1 (CIS v8.1) e o MITRE ATT&CK, além de modelos correlatos que contribuem para o aumento da maturidade cibernética. Esses elementos fundamentam a proposta do modelo 3SW deste estudo.

2.1. Risco Cibernético

Cebula et al. (2021) definem os riscos cibernéticos como resultantes de ações humanas, falhas tecnológicas e de processos internos, bem como de eventos externos, que podem comprometer a confidencialidade, integridade ou disponibilidade de informações. Além dos impactos na segurança, essas falhas acarretam prejuízos financeiros e de reputação. Em 2024, o custo médio de uma violação de dados atingiu 4,88 milhões de dólares, um aumento de 10% em relação ao ano anterior, evidenciando o impacto econômico crescente dessas ameaças (IBM, 2024).

Os ataques a aplicações web são particularmente críticos, uma vez que muitas organizações dependem de servidores web para operações online (Verizon, 2023). Por armazenarem dados sensíveis e operações críticas, esses servidores tornam-se alvos de ataques que exploram vulnerabilidades de softwares e de configurações inadequadas (Alves et al., 2023). Nesse contexto, *frameworks* de segurança são fundamentais para mitigar riscos e proteger ativos organizacionais, pois suas medidas visam reduzir a ocorrência de incidentes e seus impactos (Cue et al., 2024). A próxima seção aborda alguns desses frameworks.

2.2. Frameworks de segurança

Diferentes frameworks de segurança proporcionam abordagens estruturadas para identificar e mitigar ameaças cibernéticas, cada um com foco e aplicação específicos. No contexto deste estudo, destacam-se o CIS v8.1, o MITRE ATT&CK e o *Community Defense Model* (CDM), que oferecem abordagens complementares para a proteção de servidores web. Enquanto o CIS v8.1 fornece diretrizes práticas para melhorar a postura de segurança de forma geral, o MITRE ATT&CK ajuda a entender o comportamento dos

atacantes por meio do mapeamento de táticas e técnicas. O CDM, por sua vez, traduz as medidas do CIS Controls em uma estratégia orientada para mitigar ataques cibernéticos comuns, como o *Web Application Hacking*.

O Center for Internet Security® (CIS), uma organização sem fins lucrativos que reúne o conhecimento de especialistas de diferentes setores, é responsável pela metodologia CIS Controls, amplamente adotada por organizações ao redor do mundo (CIS, 2024a; Juma et al., 2023). Atualmente na versão 8.1, a metodologia é composta por 18 controles e 153 medidas de segurança (*safeguards*), desenvolvidas para apoiar organizações com diferentes níveis de maturidade em segurança e necessidades operacionais. Neste estudo, o CIS v8.1 é utilizado como base para a avaliação de práticas de segurança voltadas especificamente para servidores web, permitindo uma comparação estruturada com o ataque *Web Application Hacking* (WAH) do CDM.

Complementando essas práticas, o MITRE ATT&CK constitui um framework que descreve táticas e técnicas empregadas por agentes maliciosos em ataques cibernéticos, assim como as possíveis mitigações. Esse framework proporciona uma estrutura didática para que profissionais de segurança compreendam e atuem contra essas ameaças (MITRE, 2024). Embora a versão mais recente do MITRE ATT&CK seja a 15.1, lançada em abril de 2024, este artigo utiliza a versão 8.2 para a comparação entre os modelos 3SW e WAH, uma vez que o mapeamento oficial disponibilizado pelo CIS para o WAH está alinhado com essa versão. A versão 15.1 contém 43 mitigações, enquanto a 8.2 inclui 42, sendo a mitigação ausente a '*Data Loss Prevention (M1057)*'. Essa mitigação foi introduzida na versão 10.1 do MITRE ATT&CK e não faz parte do escopo deste estudo (MITRE, 2024).

Apesar da mitigação '*Data Loss Prevention (M1057)*' não ser incluída no mapeamento oficial utilizado neste estudo, é plausível que, caso estivesse presente, ela pudesse ser associada ao Controle 3 – proteção de dados do CIS v8.1, que trata de identificar, classificar, manipular com segurança, reter e descartar dados (CIS, 2024a).

Por fim, o CDM v2.0, também desenvolvido pelo CIS, organiza as 153 medidas do CIS Controls v8 para mitigar cinco categorias de ameaças cibernéticas: *Malware*, *Ransomware*, *Web Application Hacking*, *Insider and Privilege Misuse* e *Targeted Intrusions* (CIS, 2024b). Embora este estudo utilize o CIS Controls v8.1, essa versão não alterou o propósito das medidas de segurança da versão 8.0, garantindo a validade das análises do CDM v2.0 (CIS, 2024a). O CDM concluiu que a implementação de todas as medidas relacionadas a essas cinco ameaças proporciona uma de proteção 91% contra as subtécnicas descritas no MITRE ATT&CK v8.2 (CIS, 2024b).

Entretanto, considerando a aplicação do 3SW em servidores web, apenas o *Web Application Hacking* é diretamente relacionado. Esse ataque inclui 90 medidas de segurança, cobrindo 38 das 42 mitigações identificadas no MITRE ATT&CK v8.2, sendo, portanto, utilizado como base para comparação com o modelo proposto neste artigo (CIS, 2024b).

2.3. Trabalhos correlatos

Diversos estudos recentes têm explorado a aplicação de frameworks de cibersegurança (Juma et al., 2023; Domínguez-Dorado et al., 2022; Lima et al.; 2022), modelos de

maturidade (Bashofi & Salman, 2022) e ferramentas para auxiliar na mitigação de ameaças cibernéticas (Gonzalez-Granadillo et al., 2021), especialmente relacionados ao CIS Controls. Esta seção analisa as principais contribuições que abordam a aplicação, adaptação e simplificação dos controles CIS e metodologias similares para enfrentar riscos cibernéticos.

Kern et al. (2024) elaboraram um modelo de maturidade para melhorar a detecção precoce de ataques cibernéticos por meio de gerenciamento de logs de auditoria e monitoramento de redes. Horta et al. (2022), por sua vez, desenvolveram um modelo para criar planos de ação priorizados, visando fortalecer a visibilidade frente a ameaças e facilitar a tomada de decisão. Trabalhos similares foram realizados por Tsiodra et al. (2023) e AL-Hawamleh (2024), que também apresentaram modelos com ênfase na tomada de decisão em segurança cibernética. Todavia, esses modelos adotam uma aplicação abrangente, em contraste com a abordagem focada em servidores web neste artigo.

Alguns trabalhos mais próximos deste estudo também focam em medidas de segurança, como Cue et al. (2024), que classificaram medidas de segurança do CIS Controls v8 para monitorar o progresso contínuo na implementação de controles e orientar gestores na melhoria de programas de segurança. Apesar da proximidade metodológica, esses estudos também não tratam especificamente de servidores web, como ocorre neste artigo.

Por outro lado, autores como Song & Garcia-Valls (2022), restringiram suas propostas ao monitoramento de servidores web de sistemas IoT críticos, combinando detecção e resposta automatizada a vulnerabilidades. Fadlil et al. (2024) utilizaram a metodologia OWASP para criar um framework que identifica e trata vulnerabilidades de injeção SQL (SQLi) em servidores web. Esses estudos, embora direcionados a servidores web, tratam de vulnerabilidades específicas e de contextos restritos, enquanto o modelo proposto aqui visa uma abordagem de segurança mais ampla para o ambiente de servidores web.

Nesse contexto, o modelo 3SW, desenvolvido neste artigo, segue a tendência de adaptação a cenários específicos, priorizando a segurança de servidores web. Diferente de abordagens mais amplas, ele simplifica a implementação e direciona esforços para medidas diretamente aplicáveis a esse ambiente. Essa estratégia busca garantir eficácia e agilidade, essenciais para organizações que demandam respostas rápidas e eficientes.

3. Método de Pesquisa

Esta pesquisa tem como objetivo **simplificar a metodologia CIS v8.1 para aplicação em Servidores Web**, resultando em um subconjunto de medidas de segurança denominado 3SW. A abordagem adotada para condução da pesquisa é exploratória e utiliza análise qualitativa para a redução, categorização e interpretação dos dados (Gil, 2023).

Para alcançar o objetivo estabelecido, foi adaptada a metodologia de análise de conteúdo proposta por Bardin (2016), dividida em três fases, conforme ilustrado na Figura 1. A primeira, a **Pré-análise**, envolve três atividades: *Seleção do Material a ser Analisado*, *Definição de Estratégia de Análise* e *Definição dos Critérios Qualitativos*.

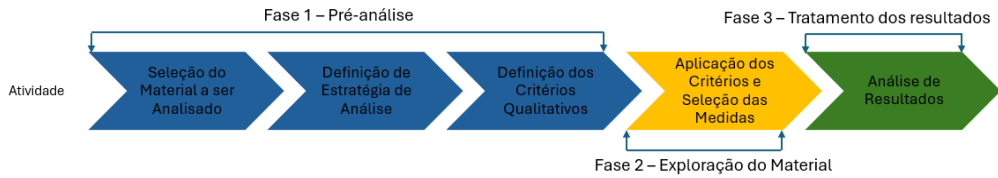


Figura 1 – Fases e Atividades da Metodologia de Pesquisa

Na atividade *Seleção do Material a ser Analisado (Fase 1 - Pré-Análise)*, foi aplicada a regra de pertinência (Bardin, 2016), em que os documentos selecionados devem corresponder ao objetivo da análise. Como resultado da execução desse passo, foram selecionados o CIS v8.1, que guia a implementação de medidas de segurança (Crotty & Daniel, 2021); o MITRE ATT&CK, que apresenta um conjunto de técnicas e táticas amplamente utilizado para mitigar ataques cibernéticos (MITRE, 2024a); e o CDM v2.0, que disponibiliza um modelo para comparação com o 3SW ao alinhar as medidas do CIS Controls a ataques direcionados a aplicações web (CIS, 2024b).

Na atividade subsequente, *Definição da Estratégia de Análise (Fase 1)*, foram formuladas as questões de pesquisa (QP) para direcionar a investigação e alcançar o objetivo proposto:

QP1: É possível selecionar as medidas de segurança do CIS v8.1 para prevenir ou mitigar vulnerabilidades de cibersegurança em Servidores Web?

QP2: As medidas de segurança selecionadas podem ser classificadas por esforço de implementação e manutenção, de modo a serem priorizadas?

QP3: Como o 3SW difere do *Web Application Hacking* do CDM?

A atividade *Definição dos Critérios Qualitativos (Fase 1)* estruturou seis critérios qualitativos, listados na Tabela 1, que consideram o escopo das questões de pesquisa QP1 e QP2.

Tipo	Critérios	Respostas Possíveis
Seleção	CS1 - A medida está no escopo do servidor web?	Sim/Não
	CS2 - A medida pode ser individualizada?	Sim/Não
	CS3 - A medida pode ser verificada como implementada no servidor web?	Sim/Não
Priorização	CP1 - A medida pode ser implementada e gerida diretamente no servidor web, sem depender de recursos, softwares ou serviços externos contínuos?	Sim/Não
	CP2 – Qual o esforço para implementar a medida no servidor web?	Alto/Moderado/Baixo
	CP3 – Qual o esforço para manter a medida aplicada e atualizada no servidor web?	Alto/Moderado/Baixo

Tabela 1 – Critérios para seleção e priorização de Medida de Segurança.

Como pode ser visto na Tabela 1, os critérios foram divididos em Critérios de Seleção (CS) e Critérios de Priorização (CP). Para compor o 3SW, a medida de segurança precisa receber “Sim” em todos os CS. Essa ação, além de considerar o escopo da hipótese que trata de ataques cibernéticos em servidores web (CS1), também inclui outros dois aspectos: a possibilidade de individualização das medidas durante a aplicação para fins de priorização das ações (CS2); e a possibilidade da medida ser verificada no intuito de avaliar o êxito de sua aplicação (CS3).

Após a aplicação dos CS, o CP1 avalia as medidas de segurança selecionadas para priorização, distinguindo aquelas que podem ser implementadas diretamente no servidor web das que dependem de recursos ou serviços externos contínuos. Em seguida, os CP2 e CP3, avaliam o esforço necessário para implementar e manter as medidas, utilizando uma escala de “Baixo”, “Moderado” ou “Alto”, inspirada no NIST SP 800-55v1 (NIST, 2024c). A Tabela 2 apresenta as descrições para as categorias de esforço.

Esforço	Implementar a medida	Manter a medida
<i>Baixo</i>	Requer pouco tempo, recursos e esforço para configurar e integrar a medida. Pode envolver a implementação de soluções prontas para uso, seguindo procedimentos simples e diretos.	Requer pouco tempo, recursos e esforço para manter. A manutenção básica pode passar por atualizações de rotina, monitoramento periódico e ajustes mínimos. Geralmente não requer correções frequentes de bugs ou adaptações complexas.
<i>Moderado</i>	Requer um esforço significativo, mas gerenciável, para configurar e integrar a medida.	Requer um esforço significativo, mas gerenciável, para manter a medida, bem como pode necessitar de monitoramento regular, atualizações periódicas e ajustes ocasionais para garantir a continuidade da eficácia.
<i>Alto</i>	Requer significativo tempo, recursos e esforço, podendo envolver desenvolvimento personalizado, aquisição de hardware/software especializado e treinamento extensivo da equipe.	Requer significativo tempo, recursos e esforço, bem como pode necessitar de atualizações regulares, ajustes complexos e monitoramento contínuo para garantir a eficácia.

Tabela 2 – Categorias por Esforço (Baseado no NIST SP 800-55v1).

A **Fase 2 - Exploração do Material**, contém a atividade *Aplicação dos Critérios e Seleção das Medidas*, nela são aplicados os critérios discriminados na Tabela 1, permitindo a análise dos documentos para compor o 3SW. Nessa fase, as medidas de segurança são selecionadas e categorizadas conforme seu esforço de implementação e manutenção.

Por fim, a **Fase 3 – Tratamento dos Resultados**, última fase da metodologia, consiste na análise dos resultados obtidos a partir da aplicação dos critérios na Fase 2. Nessa etapa, também é respondida a QP3, que compara o 3SW com o WAH, escolhido por ser o único ataque no CDM diretamente relacionado à segurança de servidores web e, assim, alinhado ao escopo deste estudo.

4. Resultados e Discussões

Conforme mencionado anteriormente, o objetivo deste trabalho é simplificar a metodologia CIS v8.1 para aplicação em servidores web, resultando na criação do subconjunto aqui denominado 3SW. A investigação foi guiada por três questões de pesquisa (Seção 3), respondidas por meio de uma análise qualitativa dos documentos selecionados. Os documentos contendo detalhes da análise desenvolvida estão disponíveis em um pacote no Zenodo (DOI: 10.5281/zenodo.14175601). A seguir, são apresentados os resultados da análise, em que a resposta de cada uma das três questões de pesquisa listadas na Seção 3 é detalhada em subseções.

4.1. Medidas de segurança para o Servidor Web (QP1)

Inicialmente foram avaliados os critérios de seleção (vide Tabela 1) para decidir sobre a inclusão de uma medida no 3SW. Para a inclusão é necessário que todos os critérios fossem marcados como verdadeiros, ou seja, que a medida seja relevante, individualizável e verificável para os servidores web. A Tabela 3 oferece uma visão geral das medidas de segurança selecionadas com base nos critérios aplicados na Fase 2.

Observe que a Tabela 3 apresenta os 18 controles do CIS v8.1, o número de medidas de segurança que atenderam aos critérios em cada um dos controles (QMS), e a porcentagem de medidas selecionadas em relação ao total de medidas de segurança disponíveis para cada controle (PMS).

Como resultado, das 153 medidas de segurança disponibilizadas no framework CIS v8.1, 93 (61%) atenderam aos três critérios de seleção estabelecidos na Fase 1 (CS1, CS2 e CS3). Em relação aos controles, que agrupam as medidas por temas específicos, destaca-se que, dos 18 controles, **cinco tiveram todas as medidas identificadas como aplicáveis e verificáveis no servidor web, sendo completamente aderentes: C2, C5, C10, C11 e C18**. Em contraste, apenas o controle C14, conscientização sobre segurança e treinamento de competências, não teve nenhuma medida que atendesse aos três critérios de seleção, refletindo a dificuldade de aplicabilidade dessas medidas no contexto de servidores web.

IDC	Descrição	QMS	PMS
C1	Inventário e controle de ativos corporativos	1	20% (1/5)
C2	Inventário e controle de ativos de software	7	100% (7/7)
C3	Proteção de dados	10	71% (10/14)
C4	Configuração segura de ativos corporativos e software	8	67% (8/12)
C5	Gestão de contas	6	100% (6/6)
C6	Gestão do controle de acesso	5	63% (5/8)
C7	Gestão contínua de vulnerabilidades	5	71% (5/7)
C8	Gestão de registros de auditoria	10	83% (10/12)
C9	Proteções de e-mail e navegador Web	4	57% (4/7)
C10	Defesas contra malware	7	100% (7/7)

IDC	Descrição	QMS	PMS
C11	Recuperação de dados	5	100% (5/5)
C12	Gestão da infraestrutura de rede	4	50% (4/8)
C13	Monitoramento e defesa da Rede	4	36% (4/11)
C14	Conscientização sobre segurança e treinamento de competências	0	0% (0/9)
C15	Gestão de provedor de serviços	1	14% (1/7)
C16	Segurança de aplicações	10	71% (10/14)
C17	Gestão de respostas a incidentes	1	11% (1/9)
C18	Testes de invasão	5	100% (5/5)
Total de Medidas de Segurança Selecionadas		93	61% (93/153)

Legenda: IDC – Identificador do Controle, QMS - Quantidade de Medidas Selecionadas; PMS - Porcentagem de Medidas de Segurança (Total de medidas selecionadas / Total de Medidas Possíveis do Controle).

Tabela 3 – Resultado da seleção das medidas de segurança.

Os demais controles dividem-se em outros dois grupos: controles com baixa aderência ao 3SW (entre 1% e 49%), no qual incluem-se os controles C1, C13, C15 e C17; e **controles com alta aderência ao 3SW (entre 50% e 99%), em que estão presentes os controles C3, C4, C6, C7, C8, C9, C12 e C16**. Esses agrupamentos propiciam uma orientação valiosa para as equipes técnicas, permitindo a priorização de áreas com maior impacto na mitigação de riscos cibernéticos por meio do 3SW.

4.2. Avaliação das medidas de segurança por esforço de implementação e de manutenção no Servidor Web (QP2)

A partir da análise das 93 medidas de segurança selecionadas para o 3SW, foi realizada a classificação com base em três critérios de priorização: ausência da necessidade de software ou atividades externas para implementação (CP1), dificuldade de implementação (CP2) e esforço de manutenção (CP3). Os critérios utilizaram as definições Baixo, Moderado e Alto presentes na Tabela 2. A consolidação desses resultados está disposta na Tabela 4, que oferece uma visão abrangente do esforço requerido para aplicação e sustentação das medidas no contexto dos servidores web.

CP1	CP2	CP3			Total CP2 (%)
		Baixo	Moderado	Alto	
Não - 40 (43%)	Baixo	6	1	0	7(17%)
	Moderado	7	14	2	23 (58%)
	Alto	0	5	5	10 (25%)
Total CP3 (%)		13(33%)	20 (50%)	7 (17%)	

CP1	CP2	CP3			Total CP2 (%)
		Baixo	Moderado	Alto	
<i>Sim - 53 (57%)</i>	Baixo	11	5	0	16 (30%)
	Moderado	12	21	0	33 (62%)
	Alto	0	3	1	4 (8%)
Total CP3 (%)		23(43%)	29 (55%)	1 (2%)	
<i>Total de Medidas</i>					93

Legenda: CP1 - A medida pode ser implementada e gerida diretamente no servidor web, sem depender de recursos, softwares ou serviços externos contínuos?; CP2 – Qual o esforço para implementar a medida no servidor web?; CP3 – Qual o esforço para manter a medida aplicada e atualizada no servidor web?.

Tabela 4 – Consolidação da análise dos critérios de priorização sobre as medidas do 3SW.

Das 93 medidas analisadas, 53 (57%) podem ser implementadas e geridas diretamente no servidor web, sem a necessidade de recursos externos, enquanto 40 (43%) dependem de algum tipo de software ou atividade externa. Isso indica que a maioria das medidas podem ser geridas no próprio servidor web, facilitando a implementação, mas uma parcela significativa ainda requer integração com componentes externos, o que pode aumentar a complexidade de sua aplicação e manutenção.

Em relação ao esforço de implementação (CP2) para as medidas que podem ser geridas diretamente no servidor web (“Sim” para CP1), 62% delas exigem um esforço moderado de implementação, 30% apresentam um esforço baixo, e 8% possuem um esforço alto. Esses números indicam que, mesmo entre as medidas que não dependem de recursos externos, a implementação moderada é predominante, mas uma parte considerável das medidas ainda requer um esforço baixo, facilitando a aplicação.

Por outro lado, entre as medidas que dependem de recursos externos (“Não” para CP1), 58% apresentam um esforço moderado para implementação, 25% requerem um esforço alto, e 17% um esforço baixo. Esse padrão sugere que, embora a maioria das medidas externas também exija um esforço moderado, o esforço alto é mais frequente nessa categoria em comparação com as medidas geridas no próprio servidor web.

Ao analisar o esforço para manter as medidas após a implementação (CP3), observa-se uma distribuição distinta entre as categorias de CP1. Para as medidas que não dependem de recursos externos, 55% exigem moderado esforço de manutenção, 43% baixo, e 2% alto. Já para as medidas que necessitam de recursos externos, 50% requerem esforço moderado, 33% baixo, e 17% esforço alto. Isso demonstra que, medidas aplicadas diretamente no servidor web tendem a ser menos complexas em termos de manutenção, com uma prevalência de esforço moderado ou baixo, o que contribui para uma gestão mais eficiente a longo prazo. Por outro lado, as medidas que utilizam recursos externos, embora possam ser mais gerenciáveis, apresentam um maior esforço de manutenção, o que pode exigir mais tempo e recursos da equipe técnica.

Assim, priorizar medidas que podem ser implementadas diretamente no servidor web pode resultar em uma otimização do uso de recursos e na liberação de tempo para a equipe se concentrar em outras estratégias de mitigação de riscos cibernéticos.

4.3. Comparação do Modelo 3SW com o *Web Application Hacking* do CDM (QP3)

O último passo dessa pesquisa envolveu a comparação do 3SW com o modelo que mais se aproxima de nossa proposta, o *Web Application Hacking* (WAH). O resumo da análise comparativa entre 3SW e WAH é apresentado na Tabela 5.

IDC	QTD 3SW	QTD WAH	DP	IDC	QTD 3SW	QTD WAH	DP
C1	1	0	20% (1/5)	C10	2	0	29% (2/7)
C2	0	0	0% (0/7)	C11	3	0	60% (3/5)
C3	4	1	21% (3/14)	C12	2	2	0% (0/8)
C4	2	2	0% (0/12)	C13	1	4	-27% (3/11)
C5	1	0	17% (1/6)	C14	0	6	-67% (6/9)
C6	2	3	-13% (1/8)	C15	0	0	0% (0/7)
C7	0	2	-29% (2/7)	C16	3	0	21% (3/14)
C8	7	2	42% (5/12)	C17	1	0	11% (1/9)
C9	2	3	-14% (1/7)	C18	1	0	20% (1/5)

Legenda: QTD 3SW - Quantidade de Medidas apenas no 3SW; QTD WAH - Quantidade de Medidas apenas no WAH; DP - Diferença Percentual - (Total de medidas exclusivas do 3SW – Total de medidas exclusivas do WAH) / Total de Medidas do Controle).

Tabela 5 – Medidas de Segurança únicas em 3SW e WAH.

Como os dois modelos, 3SW e WAH, selecionam medidas do CIS Controls na versão 8 para sua composição, a Tabela 5 aborda a Diferença Percentual (DP) que cada modelo possui, a partir de medidas exclusivas distribuídas por cada um dos 18 controles. De modo que, das 93 medidas que compõe o 3SW e das 90 medidas presentes no WAH, 61 medidas estão contidas nos dois modelos. Sendo as exclusivas de cada modelo respectivamente 32 para o 3SW e 29 para o WAH. Assim, a Tabela 5 busca mostrar o que representa essa diferença no total medidas de segurança por controle.

A análise da DP entre os modelos permite compreender quão diferentes são o 3SW e o WAH. Nesse contexto, DP igual a zero indica que ambos os modelos cobrem igualmente o contexto de servidores web, estes casos estão marcados de amarelo na Tabela 5. Enquanto DP negativo (marcado de vermelho), indica maior cobertura do WAH ao controle observado e DP positivo (marcado de verde) aponta para maior cobertura do 3SW. Observe que apenas quatro controles possuem a mesma cobertura em ambos os modelos, em cinco controles o WAH obteve melhor cobertura e no restante dos controles (9), o 3SW possui maior quantidade de medidas. O que se pode concluir que o modelo

3SW possui uma maior distribuição de medidas de segurança entre os controles da metodologia CIS Controls.

Também foi realizada uma análise dos controles com variações maior que 25% e menor que -25%, mostrada na Tabela 6.

Controle	DP	Destaque comparativo
C7 - Gestão contínua de vulnerabilidades	-29%	As medidas tratam de estabelecer processos, fogem do escopo de aplicabilidade no contexto de servidores web.
C8 - Gestão de registros de auditoria	42%	Reforça a ênfase na gestão e monitoramento de registros de auditoria, essencial para a visibilidade e a resposta a incidentes em servidores web.
C10 - Defesas contra malware	29%	Crucial para proteger servidores web contra ameaças externas.
C11 - Recuperação de dados	60%	Preocupação com a recuperação de dados, alinhando-se à necessidade crítica de resiliência e continuidade operacional em servidores web.
C13 - Monitoramento e defesa da Rede	-27%	Apresenta medidas cuja verificação encontra-se em componentes periféricos ao servidor web.
C14 - Conscientização sobre segurança e treinamento de competências	-67%	Conforme tratados em 4.1, as medidas não são diretamente verificáveis em servidores web.

Tabela 6 – Análise dos controles com diferença percentuais > 25% e < -25%.

A análise comparativa destaca que o impacto prático do 3SW se dá pela priorização de medidas voltadas diretamente à proteção do servidor web, garantindo maior controle sobre aspectos críticos como integridade dos registros de auditoria (C8), defesas contra malwares (C10) e recuperação de dados (C11). Na prática, isso significa que a aplicação do 3SW pode fortalecer a resposta a incidentes e a resiliência operacional do servidor. Em contrapartida, o WAH apresenta um escopo mais amplo, incluindo medidas relacionadas à processos de gestão contínua de vulnerabilidades (C7), monitoramento e defesa da rede (C13) e treinamento de usuários (C14), que possuem um impacto mais abrangente na postura de segurança da organização, mas podem ter aplicabilidade direta reduzida na administração técnica dos servidores web. Essa distinção sugere que, enquanto o WAH busca um fortalecimento global da segurança da aplicação e do ambiente ao redor, o 3SW foca na implementação de proteções diretamente sobre o ativo, facilitando sua aplicação em cenários onde a segurança do servidor web é a prioridade.

Ainda como parte da análise comparativa, avaliamos a aderência de cada modelo às mitigações do MITRE ATT&CK. O CIS v8.1 abrange 39 das 42 mitigações catalogadas pelo MITRE ATT&CK v8.2, das quais o 3SW cobre 36 (92%) e o WAH, 38 (97%). As mitigações ausentes no 3SW, como M1013 (*Application Developer Guidance*) e M1017 (*User Training*), estão relacionadas ao controle C14, Conscientização sobre Segurança e Treinamento de Competências. Conforme discutido na Seção 4.1, as medidas desse controle não se enquadram nos critérios de seleção deste estudo (CS1, CS2 e CS3) para servidores web. Essa diferença ilustra que, enquanto o WAH incorpora medidas que

visam mudança de cultura e treinamento de usuários, o 3SW prioriza a proteção dos ativos mais expostos a ataques cibernéticos.

Essa análise reitera que, embora ambos os modelos compartilhem o objetivo de mitigar riscos cibernéticos, suas abordagens diferem para atender aos desafios específicos de seus ambientes. O modelo 3SW, ao focar em medidas com maior aplicabilidade para servidores web, proporciona uma simplificação e adaptação dessas medidas do CIS v8.1, maximizando aspectos voltados para a recuperação de dados (Mohammed, 2022), gestão de registros de auditoria (Kern et al., 2024) e defesas contra *malwares* (Ferdous et al., 2023), ressaltando a relevância das medidas selecionadas para os desafios específicos desse ambiente.

5. Conclusões

Este estudo propôs o modelo 3SW, um subconjunto simplificado do CIS v8.1 para aplicação em servidores web, visando facilitar a implementação de medidas de segurança neste contexto específico. Para alcançar esse objetivo, o estudo selecionou medidas de segurança (QP1), classificou o esforço de implementação e manutenção (QP2) e comparou o 3SW com o WAH (QP3).

Foram selecionadas 93 das 153 medidas do CIS v8.1, correspondendo a 61% do total, destacando cinco controles totalmente aplicáveis ao contexto de servidores web. Em contrapartida, o controle de conscientização (C14) foi considerado inadequado para esse contexto. Além disso, foi possível categorizar os controles de acordo com a aderência ao 3SW, o que facilita a priorização estratégica das medidas de segurança.

Quanto ao esforço (QP2), foi identificado que 57% das medidas presentes no 3SW são aplicáveis diretamente nos servidores, apresentando menor esforço de implementação.

Na comparação do 3SW com o WAH (QP3), o 3SW demonstrou uma abordagem mais focada em auditoria de registros, defesa contra malware e recuperação de dados. Pontos que reforçam os aspectos de proteção de ativos expostos à Internet. Além disso, o 3SW, no que tange ao MITRE ATT&CK, abrange 92% das mitigações presente nesse modelo para o CIS v8.1, contra 97% do WAH, sendo o principal diferencial a ausência de medidas voltadas ao treinamento e à conscientização dos usuários, presente no WAH, mas consideradas fora do escopo específico do 3SW para servidores web.

Entretanto, apesar desses resultados voltados para uma maior proteção do ativo, uma limitação do 3SW é a ausência de validação prática em cenários reais, o que ressalta a importância de estudos futuros que apliquem o modelo em ambientes operacionais, permitindo ajustes a partir de feedbacks. Adicionalmente, a metodologia definida para o 3SW pode ser adaptada para outros ativos, como bancos de dados e redes, bem como ser integrado a frameworks como ISO/IEC 27000 e NIST para ampliar sua cobertura de proteção durante a análise de medidas para o ativo. A criação de ferramentas automatizadas para a implementação e monitoramento contínuo das medidas, aliada a uma análise do impacto econômico, são caminhos promissores para futuras pesquisas.

Em síntese, o 3SW simplifica a aplicação do CIS v8.1 para servidores web, contribuindo para a eficiência na mitigação de riscos e auxiliando na priorização técnica de medidas de

segurança. Sua comparação com outros modelos confirmou sua adequação às melhores práticas de segurança, mostrando-se relevante para aprimoramentos futuros e para uma abordagem mais estratégica na proteção de servidores web.

5.1. Disponibilidade dos Dados

Os arquivos completos com os resultados da análise qualitativa, bem como os documentos complementares utilizados no estudo, estão disponíveis em um pacote no Zenodo. Acesse através do DOI: 10.5281/zenodo.14175601.

Referências

- AL-Hawamleh, A. (2024). Cyber resilience framework: Strengthening defenses and enhancing continuity in business security. *International Journal of Computing and Digital Systems*, 15(1), 1315-1331.
- Alves, R. S., Georg, M. A. C., & Nunes, R. R. (2023). Judiciário sob ataque hacker: riscos de negócio para segurança cibernética em tribunais brasileiros. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E56), 344-357. DOI:10.5281/zenodo.8032915
- Bada, M., & Nurse, J. R. (2020). The social and psychological impact of cyberattacks. In *Emerging cyber threats and cognitive vulnerabilities* (pp. 73-92). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816203-3.00004-6>
- Bardin, L. (2016). *Análise de conteúdo*. São Paulo, Brasil: Edições, 70.
- Bashofi, I., & Salman, M. (2022). Cybersecurity maturity assessment design using NISTCSF, CIS CONTROLS v8 and ISO/IEC 27002. In *2022 IEEE International Conference on Cybernetics and Computational Intelligence*. <https://doi.org/10.1109/CyberneticsCom55287.2022.9865640>
- BBC. (2021). JBS: Cyber-attack hits world's largest meat supplier. *BBC News*, 2 de junho de 2021. <https://www.bbc.com/news/world-us-canada-57318965>
- Cebula, J. J., & Young, L. R. (2010). *A taxonomy of operational cyber security risks*. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University.
- Center for Internet Security (CIS). (2024a). CIS Controls V8.1. <https://www.cisecurity.org/controls/cis-controls-list/>
- Center for Internet Security (CIS). (2024b). CIS Community Defense Model 2.0. <https://www.cisecurity.org/insights/white-papers/cis-community-defense-model-2-0>
- Chen, Q., & Bridges, R. A. (2017). Automated behavioral analysis of malware: A case study of wannacry ransomware. In *2017 16th IEEE International Conference on machine learning and applications (ICMLA)* (pp. 454-460). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICMLA.2017.0-119>
- Crotty, J., & Daniel, L. (2021). *Lessons from practice: insights on cybersecurity strategy for business leaders, from SMEs to global enterprises*. Milton Keynes: Open University.

- Cue, H. A. A., Bourlai, T., & Lupo, M. (2024). A CIS Controls V8. o Scoring System using Combined Ranking-Weight Methods. In 2024 IEEE International Systems Conference (SysCon) (pp. 1-8). IEEE. <https://doi.org/10.1109/SysCon61195.2024.10553474>
- Domínguez-Dorado, M., Carmona-Murillo, J., Cortés-Polo, D., & Rodríguez-Pérez, F. J. (2022). CyberTOMP: A novel systematic framework to manage asset-focused cybersecurity from tactical and operational levels. *IEEE Access*, 10, 122454-122485. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3223440>
- Fadlil, A., Riadi, I., & Mu'min, M. A. (2024). Mitigation from SQL Injection Attacks on Web Server using Open Web Application Security Project Framework. *International Journal of Engineering*, 37(4), 635-645.
- Ferdous, J., Islam, R., Mahboubi, A., & Islam, M. Z. (2023). A State-of-the-Art Review of Malware Attack Trends and Defense Mechanism. *IEEE Access*. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3328351>
- Ghanbari, H., & Koskinen, K. (2024). When data breach hits a psychotherapy clinic: The Vastaamo case. *Journal of Information Technology Teaching Cases*. <https://doi.org/10.1177/20438869241258235>
- Gil, A. C. (2023). *Como elaborar projetos de pesquisa*. 7. Ed. . Editora Atlas.
- Gonzalez-Granadillo, G., Menesidou, S. A., Papamartzivanos, D., Romeu, R., Navarro-Lobet, D., Okoh, C., & Panaousis, E. (2021). Automated cyber and privacy risk management toolkit. *Sensors*, 21(16), 5493. <https://doi.org/10.3390/s21165493>
- Horta, A., Holanda, R., & Marinho, R. (2022). A Multi-criteria Approach to Improve the Cyber Security Visibility Through Breach Attack Simulations. In *Anais do XXII Simpósio Brasileiro em Segurança da Informação e de Sistemas Computacionais* (pp. 330-343). SBC.
- IBM. (2024). *Cost of a Data Breach Report 2024*. <https://www.ibm.com/reports/data-breach>.
- International Organization for Standardization (ISO). (2024). *ISO - ISO/IEC 27000 family – Information security management*. <https://www.iso.org/standard/iso-iec-27000-family>
- Juma, A. H., Arman, A. A., & Hidayat, F. (2023). Cybersecurity Assessment Framework: A Systematic Review. In 2023 10th International Conference on ICT for Smart Society (ICISS) (pp. 1-6). IEEE. 10.1109/ICISS59129.2023.10291832.
- Kamiya, S., Kang, J., Kim, J., Milidonis, A. & Stulz, R. M. (2020). Risk management, firm reputation, and the impact of successful cyberattacks on target firms. *Journal of Financial Economics*, 139(3), 719-749. <https://dx.doi.org/10.1016/j.jfineco.2019.05.019>.
- Kern, M., Landauer, M., Skopik, F., & Weippl, E. (2024). A logging maturity and decision model for the selection of intrusion detection cyber security solutions. *Computers & Security*, 141, 103844. <https://doi.org/10.1016/j.cose.2024.103844>

- Leszczyna, R. (2021). Review of cybersecurity assessment methods: Applicability perspective. *Computers & Security*, 108, 102376.
- Lima, E. D., Moreira, F. R., Deus, F. E., Nze, G. D., Sousa, R. T., & Nunes, R. R. (2022). Avaliação da rotina operacional do operador nacional do sistema elétrico brasileiro (ONS) em relação às ações de gerenciamento de riscos associados à segurança cibernética. *RISTI- Revista Iberica de Sistemas e Tecnologia de Informação*, E49, 301-312.
- MITRE. (2024). MITRE ATT&CK. Mitre Corporation. <https://attack.mitre.org/resources/versions/>
- Mohammed, Z. (2022). Data breach recovery areas: an exploration of organization's recovery strategies for surviving data breaches. *Organizational Cybersecurity Journal: Practice, Process and People*, 2(1), 41-59. <https://doi.org/10.1108/OCJ-05-2021-0014>
- NIST. (2024a). National Institute of Standards and Technology. Special Publications (SP). NIST Computer Security Resource Center. <https://csrc.nist.gov/publications/sp>
- NIST. (2024b). National Institute of Standards and Technology. Web Server. NIST Computer Security Resource Center. https://csrc.nist.gov/glossary/term/web_server
- NIST. (2024c). National Institute of Standards and Technology. Special Publications (SP). Measurement Guide for Information Security: Volume 1 – Identifying and Selecting Measures (NIST SP 800-55v1 ipd). <https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-55v1.ipd>.
- OWASP. (2024). About OWASP. OWASP Foundation. <https://owasp.org/about/>
- Song, L., & García-Valls, M. (2022). Improving security of web servers in critical IoT systems through self-monitoring of vulnerabilities. *Sensors*, 22(13), 5004.
- Tsiotra, M., Panda, S., Chronopoulos, M., & Panaousis, E. (2023). Cyber risk assessment and optimization: A small business case study. *IEEE Access*, 11, 44467-44481. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3272670>
- Verizon. (2023). 2023 Data Breach Investigations Report. <https://www.verizon.com/business/resources/T94e/reports/2023-data-breach-investigations-report-dbir.pdf>

ARProsthesis: Uma ferramenta de treinamento para a reabilitação de amputados de membros superiores utilizando realidade aumentada

Diogo Lima¹, Edgard Lamounier¹, Alcimar Soares¹, Gabriel Cyrino¹,
Alexandre Carvalho¹, Alexandre Cardoso¹

**diogoiub@gmail.com; lamounie@ufu.br; alcima@ufu.br; gabrielcyrino@ufu.br;
alexandre.silva1@ufu.br; alexandre@ufu.br**

¹ Universidade Federal de Uberlândia, Av. João Naves de Ávila, 2121 - Santa Mônica, Uberlândia - MG, 38408-100, Brasil.

DOI: 10.17013/risti.56.82-97

Resumo: Este artigo apresenta uma aplicação de Realidade Aumentada (RA) que utiliza rastreamento sem marcadores fiduciais, destinada ao treinamento e reabilitação de amputados de membros superiores que utilizarão próteses mioelétricas. A ausência de marcadores otimiza o rastreamento dos movimentos, proporcionando maior amplitude e tornando o treinamento mais eficaz e intuitivo, facilitando a adaptação funcional dos usuários às próteses. Espera-se que, futuramente, o sistema promova a sensação de incorporação da prótese virtual. Para alcançar esse objetivo, métricas de usabilidade foram utilizadas, com resultados preliminares indicando uma experiência de treinamento mais envolvente e rápida adaptação à manipulação da prótese virtual. Apesar da usabilidade satisfatória observada, o estudo requer amostras maiores e mais diversificadas para validar os achados e consolidar o potencial da aplicação em promover a sensação de incorporação desejada.

Palavras-chave: Realidade Aumentada; Sem Marcadores; Treinamento; Reabilitação; Amputados de Membros Superiores.

ARProsthesis: A Training Tool for the Rehabilitation of Upper Limb Amputees Using Augmented Reality

Abstract: This article presents an Augmented Reality (AR) application employing markerless tracking, designed for the training and rehabilitation of upper limb amputees who will use myoelectric prostheses. The absence of fiducial markers optimizes motion tracking, providing greater range of movement and enhancing the intuitiveness and effectiveness of training, thereby facilitating users' functional adaptation to prosthetic devices. It is anticipated that, in the future, the system will foster a sense of embodiment of the virtual prosthesis. To achieve this goal, usability metrics were evaluated, with preliminary results indicating a more engaging training experience and rapid adaptation to virtual prosthesis manipulation. Despite the satisfactory usability observed, further research with larger and more diverse

samples is necessary to validate the findings and consolidate the application's potential to promote the desired sense of embodiment.

Keywords: Augmented Reality; Markerless; Training; Rehabilitation; Upper Limb Amputees.

1. Introdução

A amputação refere-se à remoção cirúrgica de parte do corpo, geralmente realizada para preservar a vida após um trauma ou prevenir a progressão de doenças (Uellendahl, 2020). Nos casos de amputação parcial, o coto remanescente desempenha um papel essencial no uso de próteses funcionais durante atividades diárias (Carvalho, 2003; Costa, 2017). As consequências da perda de membros afetam significativamente aspectos como funcionalidade, autonomia e qualidade de vida (Pastre et al., 2005; Both et al., 2011).

A reabilitação pós-amputação é fundamental para promover a aceitação da nova condição corporal e recuperar a autonomia física (Ministério da Saúde, 2013). Programas de treinamento, conduzidos por fisioterapeutas e terapeutas ocupacionais, ajudam os amputados a se adaptarem ao uso de próteses ou do membro residual, fortalecendo músculos e melhorando a coordenação motora (Both et al., 2011). Contudo, o processo tradicional de reabilitação pode ser longo e exaustivo, frequentemente levando ao abandono pelos pacientes (Igal et al., 2019).

Normalmente, seis meses separam a cirurgia da adaptação de uma prótese, devido ao tempo necessário para a recuperação do paciente e à personalização do dispositivo (Costa, 2017). Após receber a prótese, os pacientes enfrentam um longo período de aprendizado, que pode exceder 12 meses (Uellendahl, 2000). Este desafio é agravado pela adaptação natural dos amputados a viver sem a parte do corpo perdida, o que frequentemente dificulta a utilização eficaz da prótese (Jette, 2017). No caso de próteses mioelétricas, esse aprendizado é ainda mais complexo, pois exige que o paciente desenvolva controle sobre os sinais elétricos emitidos pelos músculos residuais, que comandam os movimentos da prótese (Uellendahl, 2000). Essa adaptação demanda não apenas esforço físico, mas também coordenação motora e cognitiva intensiva, prolongando ainda mais o processo de reabilitação e a aceitação funcional do dispositivo (Igal et al., 2019).

Com o objetivo de superar essas limitações, tecnologias como a RA têm sido exploradas para melhorar o treinamento de amputados. A RA integra elementos virtuais ao ambiente real, proporcionando feedback visual interativo e potencializando o aprendizado funcional antes mesmo da adaptação da prótese (Boschmann et al., 2016). Além disso, ela pode oferecer uma experiência mais imersiva, que tem potencial para promover uma sensação de incorporação da prótese virtual como parte do corpo do usuário (Palermo et al., 2019; Lima et al., 2022). Contudo, um rastreamento preciso e a usabilidade do sistema são fatores fundamentais para alcançar a sensação de incorporação (Sun et al., 2021).

Dois métodos de rastreamento são amplamente utilizados em aplicações de RA: com marcadores e sem marcadores (Faria & Miranda, 2023). O rastreamento com marcadores fiduciais é conhecido por sua alta precisão, mas apresenta limitações relacionadas à dependência de condições controladas e restrição de movimentos (Kirner e Siscoutto, 2007). Em contrapartida, o rastreamento sem marcadores também

demonstra elevada precisão, enquanto proporciona maior mobilidade e interação mais intuitiva, posicionando-se como uma alternativa promissora para intensificar a imersão dos usuários (Sharma et al., 2018).

Neste contexto, outra estratégia eficaz para aumentar o engajamento e a eficácia do treino são os jogos sérios (Cavalcante et al., 2024). Os Jogos sérios são jogos projetados com objetivos além do entretenimento, como educação, treinamento e reabilitação (Fernandes et al., 2016). Eles combinam elementos lúdicos com finalidades práticas, utilizando mecânicas de jogo para engajar os usuários em atividades que promovem aprendizado, desenvolvimento de habilidades ou resolução de problemas específicos (Castillo et al., 2020).

Contudo, o desenvolvimento de um ambiente de RA para treinamento de amputados, utilizando rastreamento preciso sem marcadores fiduciais e estratégias de jogos sérios, ainda enfrenta desafios técnicos, particularmente no que diz respeito à precisão do rastreamento e à fidelidade do ambiente simulado (Kirner e Siscoutto, 2007).

Nesse contexto, este artigo apresenta a arquitetura de uma aplicação de RA que utiliza rastreamento sem marcadores fiduciais, aliada a estratégias de jogos sérios, com o objetivo de proporcionar uma experiência de treinamento mais envolvente e facilitar a adaptação à manipulação da prótese virtual. Como passo inicial para que o sistema possa futuramente oferecer uma sensação de extensão natural da prótese para seus usuários, foram aplicadas métricas de usabilidade. A avaliação da usabilidade é essencial para identificar melhorias e garantir que o sistema atenda às necessidades práticas dos usuários, promovendo sua eficácia no treinamento.

2. Trabalhos Relacionais

Para identificar os principais artigos científicos relacionados ao treino de amputados de membros superiores, foram utilizadas as seguintes palavras-chave nas plataformas IEEE Xplorer, ACM Digital Library, Web of Science e Scopus Elsevier: Realidade Aumentada, Treino, Reabilitação, Prótese e Amputados de Membros Superiores. Não foi aplicada qualquer limitação quanto ao ano de publicação, considerando artigos até junho de 2023. Um total de 203 artigos relacionados foi encontrado. Dentre estes, quatro foram selecionados por serem considerados os mais relevantes e pertinentes ao estudo proposto.

2.1. Sistema TAC

O artigo de Boschmann et al. (2016) apresenta uma solução de RA desenvolvida para o treinamento de indivíduos com amputações por desarticulação de punho. O sistema utiliza o dispositivo de visualização Oculus Rift DK2[®], câmaras Logitech C610 HD[®], marcadores e sensores DAQ MindMedia Nexus para fornecer feedback visual, permitindo que os utilizadores observem como suas contrações musculares influenciam os movimentos de uma mão virtual. Entre os pontos fortes do sistema, destaca-se a eficácia do feedback visual na facilitação do aprendizado e os resultados promissores obtidos nos testes realizados com quatro participantes, os quais evidenciaram melhorias significativas no desempenho.

Entre os pontos fracos, destacam-se a restrição da simulação a movimentos laterais e à abertura e fechamento da mão virtual, o que limita a complexidade e diversidade dos movimentos passíveis de treinamento. Além disso, a dependência de marcadores para o rastreamento reduz a flexibilidade e a aplicabilidade do sistema em diferentes contextos e ambientes.

Por fim, os resultados obtidos indicam que o sistema é eficaz e demonstra potencial significativo como ferramenta de reabilitação.

2.2. MRProsthesis

O artigo de Lima et al. (2022) apresenta uma aplicação de RA para a reabilitação de amputados de membros superiores que utilizarão próteses controladas por alças. A interface foi projetada para operar entre o período imediatamente pós-amputação e a fase pré-prótese, abordando uma lacuna significativa dos métodos tradicionais.

Entre os pontos fortes, destaca-se a inovação ao preencher essa lacuna crítica no processo de reabilitação, além da integração de jogos sérios, que tornam o treinamento mais dinâmico e envolvente. O sistema utiliza o dispositivo de visualização Vuzix® 1200, rastreando o coto do amputado em tempo real por meio de marcadores, e possibilita o controle da mão virtual através de um potenciômetro conectado via Bluetooth, demonstrando funcionalidade promissora nos testes realizados com sete voluntários não amputados.

Entre os pontos fracos, destaca-se a dependência de marcadores, o que pode causar o desaparecimento da prótese virtual durante as sessões de treino em casos de baixa visibilidade. Além disso, a ausência de mecanismos de feedback adicionais, como feedback vibratório ou auditivo, limita o enriquecimento da experiência do utilizador.

Por fim, os testes realizados com voluntários não amputados indicam a necessidade de estudos clínicos mais amplos para validar a aplicação em seu público-alvo.

2.3. AR-Rehabilitation

O artigo de Palermo et al. (2019) apresenta uma solução de RA para indivíduos com amputações transradiais que utilizarão próteses mioelétricas. O sistema combina a braceira Myo™, que capta sinais elétricos dos músculos, e o Microsoft HoloLens™, que projeta uma mão virtual controlada pelos movimentos musculares do utilizador. O feedback visual permite observar, em tempo real, como as contrações musculares afetam os movimentos da prótese, auxiliando no aprendizado e controle da mesma. Testado em cinco voluntários fisicamente aptos, o sistema demonstrou eficácia na redução do tempo para agarrar objetos, sugerindo melhorias no desempenho motor.

Entre os pontos fortes, destaca-se a tecnologia avançada e imersiva, que combina dispositivos modernos para criar uma interface intuitiva. O feedback visual mostrou-se eficaz para treinar o controle das próteses, contribuindo para o aprimoramento das habilidades motoras.

Entre os pontos fracos, destaca-se a ausência de visualização do coto do amputado compromete a sensação de pertencimento à prótese, essencial para sua aceitação.

O feedback exclusivamente visual limita a experiência sensorial, que poderia ser enriquecida com estímulos táteis ou auditivos.

Por fim, a amostra reduzida e composta por indivíduos não amputados dificulta a validação dos resultados no público-alvo real.

2.4. HoloPHAM

O artigo de Sharma et al. (2018) apresenta um ambiente de RA desenvolvido para indivíduos com amputações de membros superiores que utilizam próteses mioelétricas. O sistema combina a braçadeira Myo™, para captar sinais elétricos dos músculos do utilizador, e o dispositivo Microsoft Hololens™, que projeta um braço virtual controlado pelos movimentos musculares. Diferentemente de outros sistemas, este incorpora feedback visual e vibratório, permitindo aos utilizadores observar como suas contrações musculares afetam o braço virtual, enquanto o feedback vibratório proporciona uma sensação de toque. Testado em dois voluntários fisicamente aptos, o sistema demonstrou eficácia na melhoria do desempenho, sugerindo potencial como ferramenta de reabilitação.

Entre os pontos fortes, destaca-se a combinação dos feedbacks, que oferece uma experiência sensorial mais rica, e a utilização de tecnologias avançadas, como o Microsoft Hololens™, que proporciona uma interface moderna e interativa.

Entre os pontos fracos, destaca-se a ausência de estratégias de jogos sérios que reduz o engajamento e a motivação dos utilizadores durante o treinamento. Além disso, a impossibilidade de visualizar a prótese no coto pode comprometer a sensação de pertencimento.

Por fim, o teste com apenas dois voluntários fisicamente aptos limita a validação e generalização dos resultados para o público-alvo de amputados.

2.5. Considerações Correlatadas

A Tabela 1 apresenta uma análise comparativa dos trabalhos relacionados que utilizam a RA como interface para treinamento de amputados. Por ela evidenciada as diferenças nas abordagens e lacunas importantes.

Autor	Rastreamento sem Marcadores	Prótese mioelétrica	Jogos sérios	Incorporação
<i>Boschmann et al., 2016</i>	Não	Sim	Não	Não
<i>Lima et al., 2022</i>	Não	Não	Sim	Não
<i>Palermo et al., 2019</i>	Sim	Sim	Não	Não
<i>Sharma et al., 2018</i>	Sim	Sim	Não	Não

Nota-se que apenas os sistemas AR-Rehabilitation e HoloPHAM utilizam rastreamento sem marcadores, conferindo maior praticidade e flexibilidade. Por outro lado, o Sistema TAC e o MRProsthesis ainda dependem de marcadores, o que pode comprometer a continuidade do treinamento em situações de falha de visibilidade.

Tabela 1 – Comparação entre trabalhos relacionados.

Quanto ao tipo de prótese, os sistemas Sistema TAC, AR-Rehabilitation e HoloPHAM focam em próteses mioelétricas, enquanto MRProsthesis aborda próteses controladas por alças, preenchendo a lacuna no período entre a pós-amputação e a fase pré-prótese.

A inclusão de jogos sérios, essencial para maior engajamento, é vista apenas no MRProsthesis, ausente nos demais estudos. Contudo, nenhum dos trabalhos explora incorporação sensorial entre corpo e prótese, uma dimensão fundamental para melhorar a aceitação do dispositivo.

Essa análise reforça a necessidade de sistemas que integrem tecnologias avançadas, estratégias de gamificação e abordagens que promovam a integração emocional e funcional entre o utilizador e a prótese. Por fim, este artigo propõe uma solução que explora esse aspecto, utilizando RA e jogos sérios para criar um ambiente de treinamento mais integrado.

3. Descrição do Projeto

O sistema ARProsthesis foi desenvolvido para apoiar o treino de indivíduos com amputações de membros superiores, especialmente transradiais e desarticulações de punho. Definiu-se, em reuniões quinzenais com especialistas em realidade aumentada, engenharia biomédica e reabilitação, que o sistema deveria replicar o teste funcional Box and Blocks em um ambiente aumentado, incorporando estratégias de jogos sérios, como sistema de pontuação para medições de precisão e tempo, além de armazenar dados de desempenho para análises futuras.

Além da interface de treino em realidade aumentada, o sistema dispõe de uma interface de gestão, que permite o registo de utilizadores, consulta de históricos, seleção e calibração de sinais EMG por meio de análise gráfica.

3.1. Descrição Funcional do Exercício Box and Blocks

O exercício Box and Blocks é amplamente utilizado na reabilitação de amputados de membros superiores. O objetivo do exercício é melhorar a destreza manual e a coordenação motora fina do utilizador, aumentando conseqüentemente a amplitude de movimento e a qualidade de vida. Para realizar o exercício, o indivíduo em reabilitação deve estar em posse da sua prótese real, que deve estar pronta para uso e devidamente ajustada ao seu membro residual.

O exercício é realizado utilizando uma caixa preenchida com blocos, dividida ao meio. Inicialmente, os blocos estão posicionados em um lado da caixa, e o utilizador deve usar a prótese para transferir os blocos de um lado para o outro. A abertura e o fechamento da prótese são controlados por leituras dos sinais EMG, com o leitor de EMG localizado no encaixe do dispositivo protético.

Os passos para realizar o exercício são os seguintes:

1. O paciente deve sentar-se numa cadeira confortável com a caixa de blocos à sua frente, posicionada sobre uma superfície plana.
2. O paciente deve usar a sua prótese real e o braço residual para mover os blocos de um lado da caixa para o outro.

3. Os blocos podem ser movidos um a um, em grupos ou em sequência específica, conforme a orientação do terapeuta.

O Box and Blocks também é utilizado como um teste para avaliar o progresso do paciente na reabilitação. Os testes são realizados de duas formas:

1. Cronometrando o tempo que o paciente leva para transferir todos os blocos de um lado da caixa para o outro.
2. Registrando o número de blocos que o paciente consegue transferir em um período de tempo específico, geralmente de um minuto.

3.2. Descrição do Sistema ARProsthesis

A proposta supera a principal limitação da utilização do exercício Box and Blocks por usuário recém amputados, que é a necessidade de uma prótese real. No sistema ARProsthesis, o real e o virtual são misturados, permitindo que o paciente utilize uma prótese virtual juntamente com o seu membro residual.

O exercício Box and Blocks realizado no ARProsthesis é semelhante ao realizado com objetos reais. O treino simula o movimento de transferir blocos de forma idêntica. É realizado utilizando uma caixa virtual preenchida com blocos virtuais. A caixa possui uma divisão no meio, e os blocos são inicialmente posicionados em um lado da caixa virtual. O indivíduo em treino utiliza a prótese virtual para transferir os blocos de um lado da caixa para o outro.

Os objetos virtuais, como a caixa e os blocos, foram projetados para se assemelharem aos objetos reais utilizados no treino convencional. Assim como no treino no mundo real, o exercício pode ser adaptado às necessidades específicas de cada utilizador. No entanto, o procedimento padrão foi ajustado devido ao uso de dispositivos de visualização e rastreamento. O procedimento segue estas diretrizes:

1. O paciente deve sentar-se numa cadeira confortável, de frente para uma mesa plana, com o dispositivo HTC Vive Tracker 2.0, preferencialmente posicionado no centro à direita.
2. Com a assistência de um terapeuta, o paciente deve vestir o HTC Vive Pro 2 HMD, que inclui uma câmara StereoLabs Mini Zed.
3. O terapeuta deve auxiliar o paciente a colocar a braçadeira Myo Gesture Control no braço residual.
4. O paciente deve realizar, com a ajuda do terapeuta, uma calibração de 5 segundos do dispositivo Myo.
5. Ao iniciar os exercícios, o paciente utiliza a prótese virtual e o braço residual para transferir os blocos de um lado da caixa virtual para o outro.
6. A aplicação instrui o paciente a mover os blocos um a um, em grupos ou numa sequência específica.

Como o sistema é personalizável, as primeiras sessões de exercício começam com poucos blocos e gradualmente aumentam o número à medida que o paciente progride. O terapeuta incentiva o paciente a utilizar diferentes estratégias para mover os blocos. Além disso, o paciente é orientado a fazer pausas regulares para evitar fadiga. Para

avaliar o progresso do paciente na reabilitação, o sistema armazena as informações de treino de cada sessão.

4. Arquitetura da Aplicação ARProsthesis

O sistema de treino de reabilitação ARProsthesis é composto por cinco módulos essenciais: Captura, Interface, Rastreamento, Gestos e Processamento. A figura 1 ilustra graficamente a arquitetura do sistema.

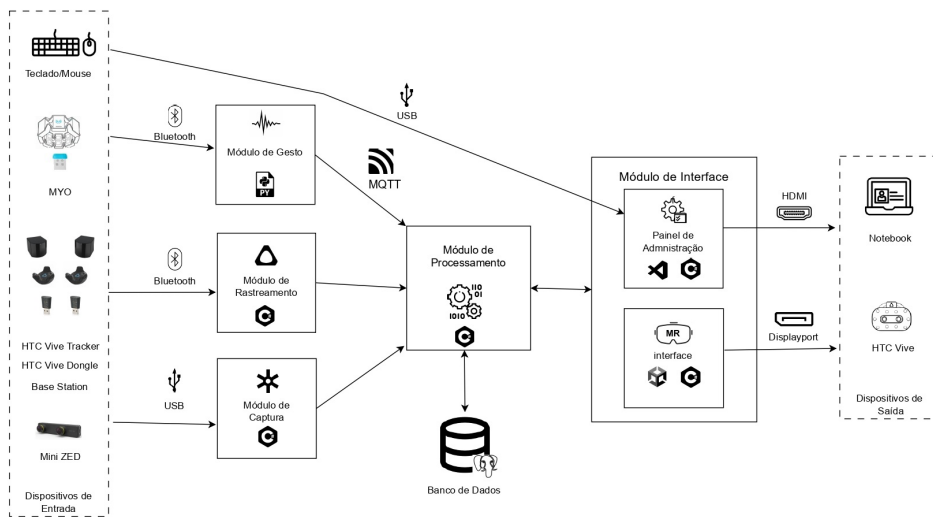


Figura 1 – Sistema de treinamento para amputados ARProsthesis.

4.1. Captura

O módulo de captura é responsável pela aquisição de imagens do ambiente real. Após a captura, as imagens, juntamente com informações adicionais provenientes de giroscópios e acelerómetros que contêm a posição, rotação e orientação da câmara de captura, são transmitidas ao módulo de processamento.

A aquisição de imagens do ambiente real é realizada pela câmara estereoscópica Stereolabs Zed Mini. Para alcançar resultados ótimos, recomenda-se preservar a calibração de fábrica, conforme indicado pelo fabricante. Já para a alimentação de energia e transmissão de dados, é necessário conectar a câmara a um computador com uma porta USB Type-C que suporte até 3 Gb/s.

O uso da câmara Stereolabs Zed Mini é justificado principalmente pela redução da latência de transmissão e pelo aumento da resolução da câmara. As câmaras originais do Vive Pro AR têm uma latência de 200 ms, enquanto a Zed Mini possui uma latência de 60 ms. Essa redução melhora a capacidade da aplicação de sobrepor objetos virtuais a objetos reais em movimento, garantindo maior precisão no alinhamento.

A resolução máxima das câmaras originais do Vive Pro AR é de 480p, enquanto a Zed Mini suporta até 2K, opera a 60 fps e possui um campo de visão de 110 graus, replicando a distância entre os olhos humanos (63 mm). Essa resolução superior melhora a experiência imersiva do utilizador, permitindo maior detalhe no ambiente real. Além disso, a Zed Mini utiliza visão estereoscópica para capturar informações de profundidade, determinando a distância entre objetos no ambiente real. Essas informações são usadas para melhorar a precisão do rastreamento de movimento, que é gerenciado pelo módulo de rastreamento, responsável por lidar com as informações dos HTC Vive Trackers. A figura 2 ilustra a HTC Vive com a Camera Stereolabs Zed Mini acoplada.



Figura 2 – HMD HTC Vive Pro 2 com Stereolabs Zed Mini acoplada.

4.2. Rastreamento

O módulo de rastreamento é responsável por receber as coordenadas de posição, rotação e orientação dos dispositivos HTC Vive Tracker 2.0.

Os HTC Vive Trackers são dispositivos externos usados para rastrear objetos físicos na RA. No ARProsthesis, dois rastreadores são utilizados: um é fixado no antebraço ou braço residual do amputado, e o outro é colocado na mesa onde o utilizador realiza o treino.

Esses rastreadores transmitem informações utilizando o protocolo de comunicação sem fios SteamVR Tracking, que emprega luz infravermelha para rastrear posição, rotação e orientação no espaço. Cada rastreador possui quatro sensores infravermelhos que enviam sinais para as Base Stations 2.0 do SteamVR, responsáveis por criar uma área de rastreamento através de lasers. A figura 3 ilustra a Área de cobertura das Base Stations SteamVR 2.0 utilizada na aplicação de treinamento.

As informações recebidas são transmitidas ao módulo de rastreamento, que as envia ao módulo de processamento. Este combina os dados do rastreamento com informações dos módulos de captura, interface e gestos para criar o ambiente de treino misto.

A escolha de rastreamento sem marcadores foi motivada pela necessidade de rastrear objetos reais fora do campo de visão do utilizador, eliminando interrupções de imersão durante o treino.



Figura 3 – Área de cobertura das Base Stations SteamVR 2.0.

4.3. Gesto

O módulo Gesture desempenha um papel crucial no controle da abertura e fechamento de uma prótese virtual, sendo esse controle realizado através da captura do sinal EMG (eletromiografia) do antebraço do usuário. O sinal EMG é gerado pelo tecido muscular, que conduz potenciais elétricos semelhantes aos nervosos, conhecidos como potenciais de ação muscular.

O dispositivo Myo Gesture Control Armband é usado para capturar esses potenciais de ação muscular. Em usuários sem amputações, o Myo é colocado no antebraço, permitindo que os sensores de EMG fiquem em contato direto com a pele sobre os músculos do braço. Isso possibilita a detecção de variações nos níveis de tensão elétrica durante a contração e o relaxamento muscular.

Entretanto, em indivíduos com amputações de membros superiores, a posição dos sensores e a escolha dos músculos adequados exigem atenção devido às mudanças na anatomia do antebraço e na atividade muscular. O Myo possui 8 canais para leituras de EMG, o que facilita a escolha do canal apropriado.

O sinal EMG capturado pelo Myo é então processado pelo módulo de processamento, que o interpreta, suaviza utilizando o Valor Absoluto Médio (MAV) e classifica o sinal como indicativo de abertura ou fechamento da prótese virtual. O processo de classificação de abertura e fechamento da prótese virtual baseado no EMG funciona da seguinte maneira: a interface de gerenciamento exibe um gráfico com as leituras dos oito canais de EMG do antebraço do usuário, permitindo que o terapeuta escolha o canal mais adequado para a abertura e fechamento da prótese virtual. O terapeuta seleciona o canal do Myo para detectar a abertura e o fechamento da mão. A figura 4 ilustra a tela de escolha do canal de sinal.

A aplicação inicia um período de calibração de cinco segundos, durante o qual o usuário contrai os músculos como se estivesse fechando a prótese. Simultaneamente, a aplicação calcula o Valor Absoluto Médio (MAV) do sinal do canal selecionado e determina o

limiar para abertura e fechamento da mão da prótese virtual utilizando a fórmula (1). Após a calibração, o módulo de processamento começa a transmitir os dados EMG em tempo real para o módulo de interface. Essa transmissão ocorre via o protocolo Message Queuing Telemetry Transport (MQTT). A aplicação calcula o MAV do canal selecionado para cada amostra de dados EMG. O algoritmo compara o MAV atual com o limiar calculado durante a calibração (fórmula 2). Se o MAV atual for menor ou igual ao limiar, a mão é classificada como aberta. Se for maior que o limiar, a mão é classificada como fechada. A figura 5 ilustra as fórmulas 1 e 2 responsáveis pela classificação do sinal EMG.

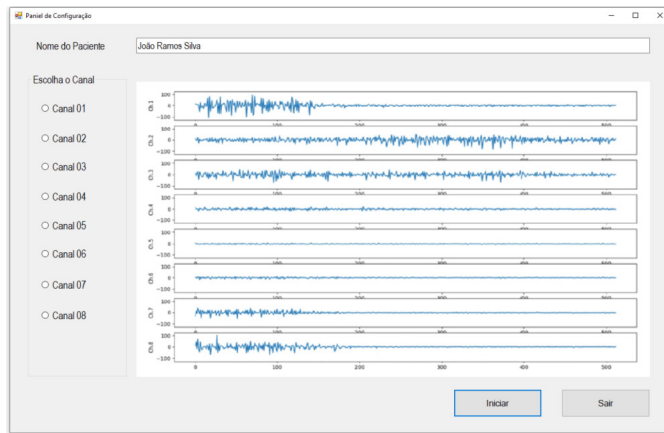


Figura 4 – Leitura de oito canais de sinal EMG pelo Myo.

$$\text{MAV} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n |X_i| \quad (1)$$

$$\text{threshold} = \text{MAV} \times 0.45 \quad (2)$$

Figura 5 – Sistema de classificação do sinal EMG.

Por fim, o Myo fornece um feedback vibratório para indicar ao usuário que seu gesto foi reconhecido corretamente, ajudando-o a aprender os movimentos corretos para controlar a prótese virtual.

4.4. Processamento

O módulo de processamento combina informações dos módulos de captura, rastreamento e gestos para garantir a renderização precisa do ambiente de treino misto.

O processamento também compensa o atraso entre a captura das imagens pela câmera Zed Mini e a sua exibição na interface, recalibrando continuamente para garantir que

a prótese responda em tempo real aos movimentos do braço residual. Além disso, o módulo de processamento envia feedback visual e vibratório para os módulos de interface e rastreamento, respetivamente, e armazena os dados dos utilizadores na base de dados da aplicação.

Para realizar estas tarefas, o módulo de processamento requer um computador com especificações avançadas, incluindo um processador Intel Core i7, 16 GB de RAM e uma placa gráfica NVIDIA GeForce GTX 2060, além de software específico, como Unity 2019.4.40f1 e SteamVR.

4.5. Interface

O módulo de interface do sistema de reabilitação ARProsthesis é responsável por renderizar o ambiente de treinamento em RA e fornecer feedback ao utilizador. Esse módulo é composto por dois componentes principais: a Plataforma de Gestão e a Aplicação de Treinamento.

A Plataforma de Gestão funciona como um painel administrativo, responsável pela gestão da aplicação de treino. Por meio de uma interface gráfica intuitiva, permite a visualização e edição de dados relacionados a utilizadores, sessões de treino e resultados obtidos durante as atividades. Já a interface de treinamento foi detalhada anteriormente na Seção 3.2 deste estudo. A figura 6 a interface do Sistema de treinamento para amputados ARProsthesis

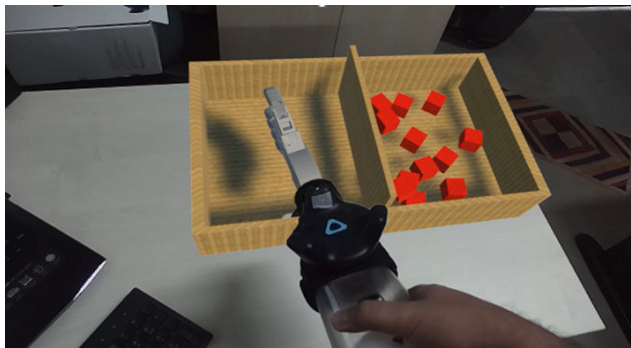


Figura 6 – Interface do Sistema de treinamento para amputados ARProsthesis.

Conforme ilustrado na Figura 3, o sistema de treino para amputados ARProsthesis utiliza como dispositivo principal o headset HTC Vive Pro 2 AR. Esse dispositivo possibilita aos utilizadores a imersão em um ambiente de realidade mista, projetado para simular exercícios como o Box and Blocks, entre outros cenários adaptados para o treino de habilidades motoras e cognitivas.

5. Resultados

Esta pesquisa está vinculada a um projeto registado na plataforma do Ministério da Saúde, atendendo a todos os requisitos necessários. Os testes foram realizados

no Laboratório de Realidade Virtual e Aumentada e no Laboratório de Engenharia Biomédica da Universidade. Em ambos os locais, foi disponibilizada uma sala dedicada para a instalação do equipamento.

Cada utilizador do sistema completou um questionário de avaliação de perfil antes da utilização, para avaliar o seu nível de experiência com tecnologia e RA. Após utilizar a ferramenta ARProsthesis, os utilizadores responderam ao questionário PSSUQ, destinado a avaliar a usabilidade do sistema.

O questionário PSSUQ mede a satisfação percebida pelos utilizadores em relação a sistemas ou aplicações computacionais, produzindo quatro pontuações: uma pontuação geral e três subescalas:

- Satisfação geral do sistema: média das respostas aos itens 1 a 16.
- Utilidade do sistema: média dos itens 1 a 6.
- Qualidade da informação: média dos itens 7 a 12.
- Qualidade da interface: média dos itens 13 a 15.

O questionário utiliza uma escala Likert de 7 pontos, em que 1 representa “Concordo totalmente” e 7 “Discordo totalmente”. Pontuações mais baixas indicam níveis mais altos de satisfação.

5.1. Avaliação de Perfil

Por meio dos questionários de avaliação de perfil dos usuários, foram coletados dados relevantes. Vale destacar que todos os sete participantes da pesquisa, que não eram amputados, eram do sexo masculino, com idades entre 25 e 50 anos. Foram realizadas três perguntas relacionadas à tecnologia.

A primeira pergunta foi: “Qual é o seu nível de experiência no uso de tecnologia e computadores?”. Do total da amostra, 14% consideraram sua experiência excelente, 29% avaliaram como muito boa, 43% classificaram como boa e 14% declararam ter pouca experiência tecnológica. Nenhum dos respondentes avaliou sua experiência como terrível.

A segunda pergunta foi: “Você está familiarizado com Realidade Aumentada?”. Do total, 70% responderam sim, 15% responderam não, e outros 15% não forneceram resposta.

A terceira pergunta abordou o uso de tecnologia para treinamento, com o questionamento: “Você já participou de algum treinamento utilizando dispositivos tecnológicos?”. Do total da amostra, 85% responderam que nunca utilizaram tecnologia para fins de treinamento, enquanto 15% afirmaram já ter participado.

Por fim, os dados coletados a partir dos questionários de avaliação de perfil de usuário indicam que a maioria dos participantes são homens jovens com experiência média no uso de tecnologia. A maioria dos participantes está familiarizada com RA, mas apenas uma pequena parte já utilizou dispositivos tecnológicos para treinamento.

5.2. Usabilidade do Sistema

O sistema ARProsthesis foi avaliado utilizando o questionário de usabilidade PSSUQ, que mede quatro métricas de usabilidade: utilidade do sistema, qualidade da informação, qualidade da interface e usabilidade geral. As avaliações foram realizadas através de uma média aritmética simples.

A pontuação média de utilidade do sistema foi de 5,6, refletindo um nível aceitável de utilidade. O item com menor classificação foi: “Consegui concluir tarefas e cenários rapidamente utilizando este sistema”, o que é expectável, dado que o sistema foi concebido para treino, onde as tarefas tendem a ser mais complexas.

A pontuação média de qualidade da informação foi de 6,1, indicando um bom nível de qualidade da informação. O item com menor classificação foi: “Sempre que cometi um erro ao utilizar o sistema, consegui recuperar de forma fácil e rápida”, o que é previsível, uma vez que os utilizadores estão mais propensos a cometer erros num sistema de treino.

A pontuação média de qualidade da interface foi de 6,4, refletindo um excelente nível de qualidade da interface. O item com menor classificação foi: “Este sistema tem todas as funcionalidades e capacidades que eu esperava”, o que é compreensível para uma versão inicial do sistema, que pode ainda não incluir todas as funcionalidades desejadas.

A pontuação média de usabilidade geral foi de 5,9, representando um nível aceitável de usabilidade geral

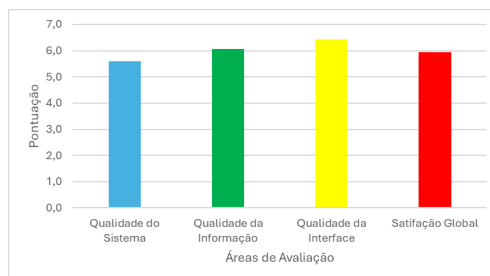


Figura 7 – Avaliação de usabilidade do Sistema de Treinamento para amputados ARProsthesis.

Por fim, os resultados da avaliação de usabilidade sugerem que o sistema ARProsthesis apresenta um nível aceitável de usabilidade. Contudo, existem algumas áreas a melhorar, como a inclusão de funcionalidades adicionais.

6. Conclusões

O sistema ARProsthesis representa um avanço no uso de tecnologias de RA para o treinamento e reabilitação de amputados de membros superiores. A utilização de rastreamento sem marcadores, combinada com estratégias de jogos sérios, mostrou

potencial para promover uma experiência de treinamento mais imersiva e intuitiva. Os resultados preliminares, baseados em métricas de usabilidade, indicam níveis satisfatórios de utilidade e qualidade da interface, evidenciando a viabilidade da aplicação para facilitar a adaptação funcional dos usuários a próteses virtuais.

Apesar do progresso alcançado, o estudo reconhece algumas limitações, como a necessidade de testes com amostras mais amplas e diversificadas, bem como a inclusão de funcionalidades adicionais que possam aprimorar ainda mais a experiência do usuário e a eficácia do sistema. Futuros trabalhos podem explorar métodos para intensificar a sensação de incorporação da prótese virtual, consolidando o uso da tecnologia como uma ferramenta indispensável na reabilitação de amputados.

Por fim, a proposta do ARProsthesis estabelece uma base sólida para o desenvolvimento de soluções tecnológicas inovadoras na área de reabilitação, oferecendo não apenas uma alternativa eficiente aos métodos tradicionais, mas também novas perspectivas para melhorar a qualidade de vida dos indivíduos com amputações.

Referências

- Boschmann, A., Dosen, S., Werner, A., Raies, A., & Farina, D. (2016). A novel immersive augmented reality system for prosthesis training and assessment. In *2016 IEEE-EMBS International Conference on Biomedical and Health Informatics (BHI)* (pp. 280–283). <https://doi.org/10.1109/BHI.2016.7455889>
- Both, J. E., Badke, M. R., Daandels, N., Hepp, D. R., & Santos, A. M. (2011). Acompanhamento de paciente com amputação de membro superior: um estudo de caso. *Revista Contexto & Saúde*, 11(20), 611–616.
- Carvalho, J. A. (2003). *Amputações de membros inferiores: em busca da plena reabilitação*. Malone.
- Cavalcante, R. S., Lamounier, E., Soares, A., Gaballa, A., & Cabibihan, J. J. (2024). Uso de feedback sensorial em um ambiente baseado em jogos sérios e realidade virtual imersiva para treinamento de amputados de membros superiores. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E66), 64-77.
- Castillo, A. M. C., Chantre, V. R. Z., Velasco, E. P., & Villalba, K. M. (2020). Ecosistema Virtual Gamificado de Francisco José de Caldas. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E28), 139-150.
- Costa, R. (2017). *Adaptação do usuário de próteses mioelétricas: Implicações na aprendizagem de movimentos de mão* [Tese de doutorado, Universidade Federal do Espírito Santo]. Repositório UFES. https://sappg.ufes.br/tese_drupal/tese_11375_Tese_Regina%20Mamede%20Costa.pdf
- Faria, A., & Miranda, G. L. (2023). Efeitos da realidade aumentada na aprendizagem das ciências naturais: uma revisão sistemática da literatura. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (50), 44-57. <https://doi.org/10.17013/risti.50.44-57>

- Fernandes, F. G., Moraes, I. A., Almeida, P. A. M. T., Oliveira, L. C., Cardoso, A., & Júnior, E. A. L. (2016). Grab the life: Serious game to support physical rehabilitation using virtual reality and wearable myo. In *Proceedings of the XVIII Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR)* (pp. 145–149). IEEE. <https://doi.org/10.1109/SVR.2016.33>
- Igual, C., Pardo Jr, L. A., Hahne, J. M., & Igual, J. (2019). Myoelectric control for upper limb prostheses. *Electronics*, 8(11), 1244. <https://doi.org/10.3390/electronics811244>
- Jette, A. M. (2017). The promise of assistive technology to enhance work participation. *Physical Therapy*, 691-692. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzx054>
- Kirner, C., & Siscoutto, R. (2007). Realidade virtual e aumentada: conceitos, projeto e aplicações. In *Proceedings of the IX Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR)* (pp. 2-21). SBC.
- Lima, D. A. C., Lamounier Júnior, E. A., Cardoso, A., Soares, A. B., Cavalcante, R. S., Mattioli, L. R., & Silva, A. C. (2022). An Augmented Reality application for training upper limb amputees. In *Proceedings of the 24th Symposium on Virtual and Augmented Reality* (pp. 97-104). <https://doi.org/10.1145/3604479.3604528>
- Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. (2013). Diretrizes de atenção à pessoa amputada. Ministério da Saúde. https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_atencao_pessoa_amputada.pdf
- Palermo, F., Cognolato, M., Eggel, I., Atzori, M., & Müller, H. (2019). An augmented reality environment to provide visual feedback to amputees during sEMG data acquisitions. In *Proceedings of the 20th Annual Conference on Towards Autonomous Robotic Systems (TAROS 2019)* (pp. 3-14). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-25332-5_1
- Pastre, C. M., Salioni, J. F., Oliveira, B. A., Micheletto, M., & Júnior, J. N. (2005). Fisioterapia e amputação transtibial. *Arq Ciênc Saúde*, 12(2), 120-124.
- Sharma, A., Hunt, C. L., Maheshwari, A., Osborn, L., Lévy, G., Kaliki, R. R., Soares, A., & Thakor, N. (2018). A mixed-reality training environment for upper limb prosthesis control. In *2018 IEEE Biomedical Circuits and Systems Conference (BioCAS)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/BIOCAS.2018.8584739>
- Sun, Y. L., Hunt, C., Niu, W., Li, Z., Cyrino, G., Cavalcante, R., & Thakor, N. (2021). A comparison between virtual reality and augmented reality on upper-limb prosthesis control. In *2021 International Symposium on Electrical, Electronics and Information Engineering* (pp. 521-528). <https://doi.org/10.1145/3459104.3459189>
- Uellendahl, J. E. (2000). Upper extremity myoelectric prosthetics. *Physical medicine and rehabilitation clinics of North America*, 11(3), 639-652. [https://doi.org/10.1016/S1047-9651\(18\)30124-4](https://doi.org/10.1016/S1047-9651(18)30124-4)

El discurso de las estudiantes de ingeniería ante las normas sociales de género

Carmen Rodríguez¹, M^a de las Mercedes Inda Caro¹, Lindsay Martínez García¹

carmenrm@uniovi.es; indamaria@uniovi.es; martinezlindsay@uniovi.es

¹ Universidade de Oviedo, C. San Francisco, 3, 33003 Oviedo, Asturias, Espanha.

DOI: [10.17013/risti.56.98-113](https://doi.org/10.17013/risti.56.98-113)

Resumen: Se analiza la influencia de las normas sociales de género en el desarrollo vocacional en disciplinas STEM a partir de una metodología cualitativa basada en relatos de vida de mujeres que estudian ingeniería. También se realizaron tres grupos de discusión con algunas de ellas para analizar sus expectativas profesionales. Los resultados indican que las normas sociales de género se vehiculan a través de las dinámicas que sostienen las participantes desde su infancia hasta la universidad. Se concluye que son mujeres poco dispuestas a plegarse al conformismo social, lo que las ha ayudado a persistir en la elección vocacional. Finalmente, se sostiene que han hecho frente a micromachismos en las aulas universitarias, y que son capaces de anticipar la discriminación sexual en el ámbito laboral. Se concluye alertando de la necesidad de revertir los estereotipos de género mediante una intervención multicausal que apueste por los modelos educativos.

Palabras-clave: normas sociales; género, STEM; mujeres.

Engineering students' discourse about gender social norms

Abstract: The influence of gender social norms on vocation in STEM disciplines is analyzed from a qualitative methodology that used life stories of 13 women studying engineering. In addition, three focus groups were held, with some of them, to analyze their professional expectations. The results indicate that gender social norms are conveyed through the dynamics that the participants sustain from childhood to university. It is concluded that they are women unwilling to bow to social conformity, which has helped them to persist in vocational choice. Finally, it is argued that they have faced micromachisms in university classrooms, and that they are capable to anticipate sexual discrimination in the workplace. It concludes that it is necessary to reverse gender stereotypes through a multi-causal intervention that relies on educational models.

Keywords: social norms, gender, STEM, women

1. Introducción

La escasa presencia de las mujeres en las carreras universitarias STEM (science, technology, engineering, maths) es un dato persistente pues sólo representan el 35% de

todos los estudiantes matriculados en el mundo en estas disciplinas (UNESCO, 2019). En este contexto es necesario analizar las causas que provocan esta brecha de género. Sobre este marco interpretativo el artículo estudia la influencia de las normas sociales de género y cómo éstas actúan como barreras que obstaculizan la elección vocacional de disciplinas académicas STEM entre las jóvenes. Nos acercaremos a este análisis dando voz a aquellas mujeres que han transcendido dichas normas sociales de género y están realizando estudios de ingeniería.

Los estereotipos de género vinculados al estudio o desempeño profesional STEM son determinantes en la elección vocacional al condicionar las creencias de las personas respecto a sus posibilidades de éxito en la carrera elegida. Estas creencias se aprenden desde la infancia, de modo que un metaanálisis realizado para analizar el desarrollo de los estereotipos de género en la ciencia ha demostrado que niños y niñas no asociaban la ciencia con los hombres hasta que llegaban a la escuela primaria, y que esta asociación se iba haciendo más consistente a través de su paso por la escolaridad obligatoria (Miller et al., 2018). También se ha concluido que unos y otras perciben que los chicos rinden mejor que las chicas en las disciplinas STEM y atribuyen más características masculinas a quienes trabajan en ellas (Hand et al., 2017). Al llegar a la Universidad estas creencias se mantienen, pues se ha constatado que las y los universitarios perciben que estas carreras son muy masculinas y se asignan más atributos masculinos que femeninos a los sectores ocupacionales tecnológicos (Ertl et al., 2017; Lane et al., 2012; Sáinz, 2017; Sáinz et al., 2016).

Además, siguen persistiendo estereotipos asociados a la personalidad de quienes trabajan en el campo STEM tecnológico, descritos como personas muy inteligentes pero despreocupadas por su aspecto físico y con dificultades para entablar relaciones sociales (Cheryan et al., 2013; Sáinz, 2017; Sáinz et al. 2019, 2020). De forma similar, se ha demostrado que la percepción de las chicas que estudian ingeniería, por parte de estudiantes que cursan estos estudios, es el de una mujer que no es “femenina” (Barnard et al., 2012).

Respecto a *la autopercepción de eficacia de las mujeres que cursan estudios STEM*, los estudios generalmente indican que estas mujeres tienen menos estereotipos de género (Cheryan et al., 2013; Lane et al., 2012), siendo una razón de peso para que opten por estos ámbitos disciplinares. Además, algunas investigaciones concluyen que los hombres que estudian ingeniería están más dispuestos que sus compañeras a considerar que ellos son más hábiles en las asignaturas vinculadas a este sector académico (Mego-Sánchez et al., 2020). Pese a ello también se ha constatado que unos y otras tienen similares niveles de identificación con la ingeniería y de persistencia en estos estudios, creyendo que pueden afrontar con éxito estos estudios (Jones et al., 2013; Vásquez et al., 2024). De modo similar, las investigaciones realizadas con mujeres que están estudiando ingeniería concluyen que tienen la persistencia y la motivación necesarias para afrontar estos estudios, autopercebiéndose como mujeres poderosas que pueden superar los obstáculos gracias al trabajo duro (García y González y González, 2014; Guevara, 2021; Loría y Villagómez, 2023; Molina et al., 2014; Preciado et al., 2015; Vásquez et al., 2024). De forma similar, el profesorado de alumnas STEM también las define como valientes, con carácter, empoderadas y decididas (Salinas et al., 2023).

Finalmente, sobre la *existencia de discriminación en el espacio académico-profesional de las mujeres vinculadas a las Ciencias Tecnológicas* cabe señalar que diversos estudios han concluido que las mujeres que han elegido o piensan elegir opciones vinculadas

a estudios STEM han tenido que hacer frente a comentarios discriminatorios y a micromachismos que ponen en duda sus posibilidades para tener éxito en esos ámbitos disciplinares, lo que, en ocasiones, las ha llevado a cuestionar sus propias habilidades. Las mujeres se encuentran con situaciones donde se les hace notar que no tienen la habilidad para afrontar con éxito estos estudios, y esto se logra mediante actitudes paternalistas o con su invisibilización en las aulas (Barnard et al., 2012; García y González y González, 2014; Loría y Villagómez, 2023; Martínez-Galaz et al., 2022; Molina et al., 2014; Preciado et al., 2015; Radovic et al., 2021; Sáinz, 2017; Sáinz et al., 2020). Resultan relevantes las conclusiones obtenidas por Powell et al. (2011. Véase también Radovic et al., 2021) quienes indican que las estudiantes de ingeniería que participaron en su estudio perciben que reciben más ayuda docente que sus compañeros, refiriéndose a esta situación como un “cáliz envenenado” porque se refuerza el estereotipo de que las mujeres necesitan más ayuda. Como consecuencia, mujeres docentes de estos ámbitos profesionales perciben que las alumnas deben afrontar, con resiliencia, las dificultades y, a la vez, hacerse notar y ser más competitivas para sobrevivir en un ámbito masculinizado (Salinas et al., 2023).

Más allá de las aulas, las mujeres universitarias también tienen en cuenta en su elección académica las dificultades que tendrán en los sectores profesionales una vez que finalicen los estudios. En el contexto profesional de ingeniería, se ha comprobado que los estudiantes varones de esta especialidad tienden a creer que el dominio masculino de la industria desanima a las mujeres para adentrarse en estos ámbitos profesionales. Asimismo, sus compañeras informan que la falta de modelos a seguir es un aspecto relevante para explicar la menor presencia femenina (Barnard et al., 2012; Vásquez et al., 2024). En el estudio de Sáinz (2017. Véase también Álvarez-Aguilar et al., 2022; Vásquez et al., 2024), los estudiantes de carreras STEM también consideran que las mujeres van a tener más dificultades en entornos dominados por hombres, anticipando las dificultades para conciliar la vida laboral y familiar. No obstante, del estudio de Sáinz también se desprende que las estudiantes mujeres de ingeniería no perciben las posibles dificultades que van a tener en el ámbito laboral, señalando que la brecha de género está superada. Sin embargo, el mismo estudio también demuestra que las dificultades para conciliar y promocionar laboralmente sí son percibidas cuando se pregunta a mujeres que ya trabajan en el sector de la ingeniería.

2. Diseño y método de la investigación

La muestra estuvo compuesta por trece alumnas de los grados de ingeniería informática, mecánica y telecomunicaciones. Todas ellas firmaron el consentimiento informado y la investigación fue aprobada por el Comité Ético de Investigación de la Comunidad Autónoma donde se realizó la investigación. Se han usado dos técnicas de recogida de datos complementarias: el relato de vida y los grupos de discusión. Respecto a la primera, hemos tomado como punto de partida el concepto de Bertaux sobre los relatos de vida, entendidos como: “una descripción en forma narrativa de una parte de la experiencia vivida” (Bertaux, 2005, 36), y se ha utilizado para conocer la experiencia de elección de una ingeniería de las mujeres participantes. La justificación de la elección de esta técnica obedece a su pertinencia en educación por el potencial que tiene de producir tipologías de situaciones interactivas que permite la comprensión del proceso de toma

de decisiones académicas y profesionales de las estudiantes. De forma complementaria se realizaron tres grupos de discusión con algunas de las estudiantes que habían elaborado sus relatos de vida, que sirvieron para refrendar y profundizar en algunas de las cuestiones que habían sido destacadas, de forma reiterada, por las participantes en sus relatos. Asimismo, estos grupos de discusión fueron el contexto para analizar la proyección de sus sueños y expectativas profesionales, cuestión que no había sido trabajada en los relatos de vida.

3. Trabajo de campo y análisis de datos

Se gestiona la selección de centros y de las participantes a las que se pone en conocimiento del objeto de estudio y se les propone que construyan un relato de vida sobre las vivencias que hayan influido en la elección de los estudios universitarios de ingeniería. Para facilitar el recuerdo y la visión retrospectiva del proceso se les ofrece un guion sobre los puntos de recuerdo que pueden tomar como referencia en la construcción del relato de vida. Se deja un periodo de un mes para que las participantes completen el relato (marzo 2021). Una vez que las investigadoras se hacen con los relatos, se realiza un primer análisis de la información para orientar el posterior desarrollo de los grupos de discusión. Se gestionaron tres grupos de discusión con las estudiantes, formalizando tiempos consensuados que no interfiriesen en su curso académico durante mayo de 2021. En cada uno participaron dos investigadoras durante una sesión de dos horas de duración como máximo.

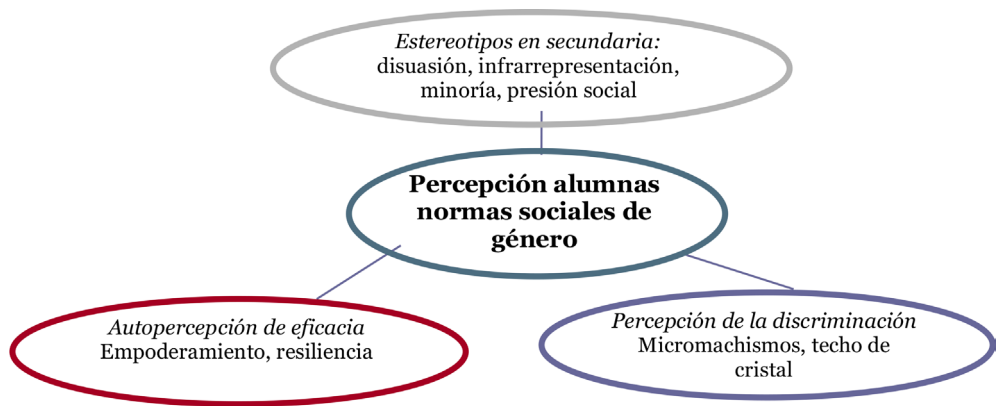


Figura 1 – Sistema de categorías

En el procedimiento de análisis de la información se han seguido las siguientes fases. En primer lugar, las informantes son invitadas a contar su “relato de vida como estudiante de la ingeniería”, el relato, filtrado, orienta y centra el proceso de obtención de datos. Al disponer de un conjunto de testimonios sobre el mismo objeto social fueron estos indicios y la concatenación de los mismos, los que permitieron captar el núcleo común a todas las experiencias. Partiendo de las observaciones y de una reflexión basada en las recurrencias de un itinerario a otro, estas experiencias son utilizadas para desvelar,

en los grupos de discusión, los elementos normativos de género percibidos por las estudiantes en sus itinerarios hacia los estudios STEM.

4. Resultados

4.1. El largo camino hasta llegar a la Universidad

En la educación secundaria, las estudiantes perciben los estereotipos de género de diferentes formas y en diferentes momentos. Así, han percibido una infrarrepresentación naturalizada y progresiva de las mujeres en estudios STEM Tecnológicos, de modo que una experiencia que es común a todas ellas es que ser mujer y elegir una opción académica “masculina” es una situación que les es familiar desde el bachillerato, indicando, con naturalidad, las pocas chicas que elegían esta modalidad. Lo reflejan con testimonios tipo:

Entrando en 2º de bachiller, itinerario tecnológico, 16 alumnos, de los cuales 5 chicas (una de humanidades porque se matriculó tarde). De esas 5 chicas, sólo dos acabamos haciendo una ingeniería. (RV2)

Atribuyen esta situación a los estereotipos de género respecto a los destinatarios a los que van dirigidas las diferentes áreas de conocimiento, también revelan que esto se produce desde la infancia porque las normas sociales de género consideran que la ingeniería y la tecnología son “masculinas”. Saben bien cómo funcionan las cosas en el instituto, explican de forma muy clara que los procesos de socialización en los que están inmersos chicos y chicas les van encauzando hacia aquellas profesiones que son más apropiadas para uno u otro género, señalando que las profesiones del ámbito tecnológico son consideradas socialmente más apropiadas para los varones:

Las actividades de niños y niñas, a los primeros les apuntan los padres sin pensar, pero a las niñas no les apuntan. Si es temprano, a los 5 años, sí, pero a partir de los 10 las niñas se quedan para atrás// Las mujeres crecemos en ámbitos más blandos, y a no ser que tengas carácter fuerte, se nos educa para ser más blandas. Al final haces lo que hace el resto...cuando llegas a 2º de Bachillerato, ya tienes marcado el paso. Muchas veces no lo tienes muy claro, y te mueves por la rama que hagas, y como en tecnología hay más chicos pues por eso hay más en Ingeniería. (GD2)

También perciben la presión del estereotipo de género en la construcción de la trayectoria académica durante la ESO (Educación Secundaria Obligatoria) y el Bachillerato. Así, comentan que es muy difícil hacer frente a unos estereotipos que normalizan la diferenciación de género en las elecciones profesionales, porque perciben que las profesiones de cuidado, las Ciencias Sociales, como aquellas a las que se orienta a las mujeres, son las que socialmente se presentan como más fáciles y los chicos las rechazan. También interviene el miedo de las mujeres a no estar a la altura y, como señalan algunas de ellas, el que haya una falta de referentes femeninos que impide que puedan identificarse, cognitiva y emocionalmente, con mujeres que trabajan en estos sectores profesionales:

En el tecnológico hay más chicos porque el de ciencias sociales es más fácil. Nosotras tendemos a autocriticarnos, no vamos a llegar a estar a la altura,

como somos más perfeccionistas...//Las mujeres tienden a carreras de cuidado, hay desinformación, desde el colegio sería bueno una charla al año desde pequeños...// Desde pequeños, tuvimos profes de física, mates, no tengo ningún referente de mujeres, te orientan a carreras de cuidado, ... Faltan referentes femeninos en temas de tecnología. (GD2)

En la Universidad la infrarrepresentación de las mujeres reaparece, todas ellas reconocen que están acostumbradas a ser pocas chicas en la carrera. En la medida que han elegido opciones que socialmente se consideran “masculinas” desde el instituto no les sorprende que cuando llegan a la universidad la situación se siga manteniendo y “se acostumbran” a esta infrarrepresentación:

Yo ni si quiera me planteé si en mis estudios iba a haber más mujeres o no, fue una cosa que no se me ocurrió pensar hasta el primer día de clase, en mi curso comenzamos 4 chicas, y por la división de grupos a mí me tocó ser la única en mi grupo, la verdad que el primer día me resultó un poco chocante la situación, pero enseguida me acostumbré y no me supuso ningún problema, sólo algo anecdótico. (RV1)

Además, perciben la existencia de estereotipos profesionales específicos que se asignan al ámbito tecnológico y contra los que se rebelan, como el estereotipo de friki dirigido hacia los profesionales de informática. Las chicas que cursan estudios de ingeniería son y se consideran normales y reivindican, a partir de esa expresión, la necesidad de acabar con los estereotipos:

El típico estereotipo de informático programando en zulo él solo creo que pesa mucho, y con muchas pantallas, es un estereotipo también que las chicas tendemos a ser más sociales. Las chicas de ingeniería somos normales. (GD3)

La mayoría de las estudiantes también han experimentado la mirada reprobatoria de los demás cuando han participado en actividades que socialmente no se consideran apropiadas para ellas y son conscientes de que, en su caso, y por diversas razones, tales como: el apoyo parental y de personas próximas, el hecho de haber participado en entornos y experiencias de aprendizaje no estereotipados, la relación lúdica con el otro género en la infancia, su personalidad, interés, motivación o persistencia, estas normas sociales no llegaron a influir en la toma de decisión vocacional:

Me decidí por hacer ingeniería informática, no estaba muy segura, pero entre mis amigos, familia y mi novio me decidí a pesar de que otra gente me decía que había muy pocas chicas, eso no me importó. (RV3)

Tenía 7 años cuando empecé a entrenar. Era prácticamente la única niña entre un montón de niños. Cuando me quitaba el casco después de entrenar, la gente que nos estaba viendo alucinaba porque no se esperaban que fuera una chica. De aquella yo empezaba a darme cuenta de esto, pero no le daba más importancia porque no era consciente de los estereotipos de género que hay en la sociedad. Ya estaba viviendo una situación en la que yo no era menos que los demás. Esto también afectó a no haber dudado nunca que la ingeniería también era para las chicas. Porque si el karting era para mí, ¿por qué un tipo de estudios no? (RV4).

Algo determinante en mi vida, y en consecuencia en mi vida académica, fueron mis experiencias en el mundo deportivo, en concreto en una disciplina a la cual se cataloga como masculina, el kárate. Gracias a este mundillo, me acostumbré a sentirme cómoda en ámbitos masculinos, porque, además, dada mi forma de ser los chicos me tenían en cuenta y eso me hizo integrarme (RV8)

En mi caso, también influyó que siempre he tenido más amigos que amigas... Mis vecinos eran chicos y me crié jugando con ellos hasta la adolescencia... por lo que nunca me he sentido incómoda en ambientes mayoritariamente masculinos. (RV7)

Algunas de ellas también han experimentado el discurso persuasivo estereotipado del entorno próximo que las invitaba a corregir la elección tomada, pues, a lo largo de la educación secundaria cuando manifestaban su interés por acceder a estudios de la rama tecnológica, las participantes recibían comentarios para desanimarlas en la elección, haciéndoles notar la escasa presencia femenina en estas opciones académicas. Ellas reaccionaron con una actitud de resistencia pasiva e indican que este tipo de comentarios, si bien podían afectarles en el momento en que se producían, no influyeron en su toma de decisiones, manifestando un “resistiré” de forma reiterada. El perfil de estas estudiantes incluye entre otros rasgos, la resistencia al estereotipo:

Yo quería hacer teleco, y fui por el bachillerato tecnológico, y tengo que decir que una de mis mejores amigas me dijo que el tecnológico era “de chicos”. No me afectó en absoluto, me hizo más gracia que otra cosa. (RV4)

Hay chicas que te dicen: ¿Cómo vas a hacer el tecnológico si es de chicos// Yo tengo un par de amigas que no se metieron a las ingenierías, pues es que ¡uy es que no hay chicas!...//El otro día un señor me dijo que qué raro que estuviera en Ingeniería, que las chicas tiraban para letras. (GD2 y GD3)

No me importa lo que la gente diga sobre que una mujer no puede sacar una ingeniería porque tan sólo son tonterías. Pocas veces me he topado con comentarios como esos, pero sí que los he oído. Solo oído, porque no merece la pena pararse a escuchar más... Estoy acabando mi segundo año y sé perfectamente que voy a poder con todo lo que me proponga. (RV5)

Estudiar una ingeniería no es un camino fácil, pero cuando eres mujer, a lo largo de toda tu vida te encuentras ante sucesos y personas que te condicionan de alguna manera y te hacen replantearte si realmente no sería mejor que cambiases tu rumbo. Yo elegí el mío, ahora sólo puedo esperar a que el mundo se libere de prejuicios y roles de género desde que somos inocentes, dejándonos así a cada uno la libertad de elegir hacia dónde queremos orientar nuestra vida. (RV1)

4.2. Autopercepción de eficacia en las mujeres que cursan estudios de ingeniería

De forma generalizada, las participantes del estudio comentan que las comparativas intergéneros sobre el rendimiento académico no les afectan. En su comparación con los chicos no sienten que tengan un bajo nivel académico para afrontar los estudios ni

se consideran peores estudiantes que ellos. Sí es cierto que, algunas estudiantes de ingeniería informática reconocieron que, cuando iniciaron los estudios, se sorprendieron de las habilidades de algunos compañeros varones. No recurren a los estereotipos para interpretar este suceso, sino que manifiestan una atribución causal del mayor nivel a la vivencia de una socialización diferencial de género, que enseña a los varones a programar y “cacharrear” con el ordenador desde su infancia y adolescencia. También perciben que, con el paso del tiempo, esas diferencias iniciales van desapareciendo y esto hace que aumenten sus creencias de autoeficacia. Por tanto, la percepción que tienen de su capacidad para afrontar con éxito los estudios de ingeniería es alta, un factor que se ha demostrado que tiene una influencia determinante en la persistencia en los estudios STEM:

Creo que no es cuestión de chico chica. Depende de la base que tengas del instituto.... nos cuesta a todos por igual...Hay chicos muy listos y otros que no. Depende del cerebro de la persona no del género. (GD2)

Yo la verdad que tengo uno que ganó el premio al mejor alumno de la carrera, pero sí que es verdad que desde el principio tuvimos una compañera que también era muy buena (GD3).

Los mejores estudiantes de mi promoción son chicos, los que mejor nota sacan son ellos, y muchos de ellos llevan programando desde los 8 años. Son autodidactas. Corrigen a los profes. Yo vi mi primera línea de código en primero de carrera, y mi compañero de al lado está “hackeando la nasa” desde que es adolescente, pues me comparo y no tenemos el mismo nivel, pero eso es en primero, en tercero nos igualamos mucho. Al principio me veía muy incapaz porque me comparaba, pero ahora nos hemos igualado... aquí nos enseñan a programar y es cuando se empiezan a igualar las cosas... //de nuestro grupo de amigas, somos mejores las chicas...no me siento inferior a ellos, no me he sentido frustrada.... Hay 5/6 personas que destacan. Pero al final todas las asignaturas con esfuerzo cualquiera las puede sacar sea chico o chica. (GD1)

4.3. La percepción de discriminación de género en el espacio académico y profesional

Respecto a la discriminación, la perciben en el aula y la temen en la empresa por lo que presencian durante las prácticas. En lo referente a la convivencia cotidiana con el profesorado y alumnado de los grados de ingeniería, declaran, de forma generalizada, que han sido objeto de micromachismos. Si bien este tipo de comportamientos no se pueden considerar generalizables a todo el colectivo masculino, es cierto que se han producido y, en algún momento, han formado parte de su cotidianidad. En este sentido, resulta relevante señalar que esta cuestión no ha sido verbalizada por las mujeres en los relatos de vida, pero sí fue motivo de debate en los tres grupos de discusión, donde se relatan ejemplos de gestos machistas o sexistas, algunos de ellos muy sutiles. Estos ejemplos se ponen de manifiesto cuando las chicas dialogan sin la presencia de figuras masculinas por lo que son los contextos de debate y diálogo, como los que se crearon en los grupos de discusión, los que permiten sacarlos a la luz.

Estos micromachismos pueden pasar desapercibidos, incluso para sus involuntarias sufridoras, y, en algunos casos, son “justificados”, negados o presentados como algo

“puntual”. Suelen producirse por compañeros o docentes concretos y son de diversos tipos: cosificación de las estudiantes, atribución de roles secundarios en el aula, atribuciones externas del éxito académico, atribuciones físicas de minusvaloración, paternalismo, o su contrario, trato diferencial en el aula e invisibilización en los procesos de tutorización del proceso de enseñanza-aprendizaje. Por lo general, todas estas situaciones son afrontadas con una actitud de resistencia pasiva sorprendente, cuando no es así, ha aparecido un nuevo estereotipo, han llamado a una chica “feminazi” por reclamar la presencia de más mujeres en las aulas de ingeniería:

Lo único que sí noté este año, que algunos empezaron a hacer bastantes comentarios que me desagradaron. Grupos de chicos que hablaban de poner notas (en relación al aspecto físico) a las chicas de la carrera.... Muchas cosas que nosotras no nos enteramos pero que se ha vuelto algo común a las espaldas de las demás. Vino uno a decirme que cuando entró nuestra generación que los chavales estaban locos porque habían entrado más chicas de lo normal... // Yo tuve un problema enorme en 2º porque me llamaron feminazi, hice hasta dos carteles reivindicando la mujer en la informática que estuvieron colgados una temporada. Y no sé si empezó de coña y luego siguieron y me acabaron quemando. (GD3)

Cuando estás en un grupo de prácticas con un chico, él hace las cosas en vez de dejarte hacer a ti. Él lo hace, y te deja que tú apuntes, ellos esperan hacerlo ellos, y tú tienes que sacar el lápiz para apuntar para luego hacer los informes... a mí también me pasó lo de “secretaria” en el grupo...//No noté cosas graves. Sí me dijeron que “aprobaste porque eres chica” en una asignatura que yo era la única chica//Les preguntaban a los chicos como iban a ser las chicas de la carrera y decían: feas. (GD2)

Igual sí ves que los profes, tratan distintos a chicos que a chicas. Pero es puntual.... En unas prácticas que había de X, a un par de chicas no las trataba igual, como de superioridad, las intentaba putear un poco más...//el profesor de X de primero, tenía favoritismo a las chicas, subía un poco las notas a las chicas.....en primero y segundo algunos hacían diferencias chico chica. Por ejemplo, una profesora, que puteaba a las chicas. Otro profe que alagaba a las chicas. (GD3)

Sí es cierto que, a veces, en una asignatura que un compañero y yo tenemos la misma nota, yo veía como le explicaba a él como de colegao y tal, y a mí me dejaba ahí como marginada, a mí me hacía sentir un poco apartada de ese círculo que él estaba creando. Y luego cuando íbamos a tutorías, los dos sabíamos lo mismo. Y el profesor sólo se dirigía al chico, yo planteaba dudas y sólo respondía a las del compañero...//...sí hay un profesor que nos trata como si fuésemos tontas. ... A los tíos les deja hacer lo que quieran. Hace muchos comentarios entre los alumnos, micromachismos: “tu esta asignatura las das en el despacho y la apruebas”. (GD2)

En una clase, la práctica se nos dio muy bien y acabamos las primeras, vino el profe y nos dijo “ahora podéis hablar de cosas de chicas, de ropas, rebajas, cotilleos” el mismo profesor, pasaba la lista, y aprovechaba para ridiculizar a

las chicas, comentarios como: “que pasa que este año hay muchas chicas”. Este profesor sigue haciendo micromachismos, pero nadie hace nada, lo que haces es estudiar y pasar las clases lo más tranquila posible. (GD2)

Un profesor se metía con las niñas, sólo nos preguntaba a las niñas, nos llamaba niñas, como éramos pocas, su lenguaje era así. (GD1)

Desde el punto de vista de las participantes, y a partir de sus experiencias por las prácticas, se percibe que en la empresa se produce un fenómeno claro: Discriminación de género y fuga de talentos. Sin lugar a duda las nuevas generaciones de mujeres que estudian ingeniería tienen muy claro que, una vez que finalicen sus estudios, continuarán o bien formándose o buscando un empleo en el ámbito de la empresa. Si bien, también hemos constatado que aquellas estudiantes que estudian ingeniería informática tienen más claridad en su proyecto profesional a corto plazo que quienes estudian otros grados de ingeniería.

Para estas estudiantes, emigrar es una opción después de terminar los estudios universitarios, varias reconocen, sin ambages, que saldrán fuera de su Comunidad Autónoma para encontrar trabajo y que tendrán que emigrar a países europeos para conseguir el primer empleo. De forma sorprendente este obstáculo se positiviza, se racionaliza y se percibe como una oportunidad para crecer personal y profesionalmente. Así la persistencia, el empeño y la motivación que manifiestan estas chicas, acostumbradas a sortear dificultades, les hace percibir la búsqueda de un trabajo fuera de los límites de la frontera de nuestro país como una oportunidad para conocer otras culturas, personas y ambientes laborales. Quizás esta facilidad para asumir el propio proyecto migratorio tenga que ver con la precaria situación actual del trabajo remunerado en nuestro país y que esto provoque que, de algún modo, las jóvenes hayan perdido el miedo a incorporarse a contextos laborales en otros países. Pero en realidad también refieren razones que tiene relación con los estereotipos de género y la influencia de éstos en el desarrollo de la carrera, por tanto, igualmente se puede entender que la emigración puede tener que ver con el precio que deben pagar por estudiar una opción académica en las que se sienten como unas advenedizas, en un contexto que aún “no les corresponde”, en el que están como “emigrantes” dentro de su propia casa. En esta proyección, la mayor formación en idiomas de las nuevas generaciones es un arma defensiva que juega a su favor, como también lo es la proyección vital sin hijos e hijas a corto plazo:

Yo ahora mismo estoy esperando a ver si acabo este año y si acabo estoy esperando que salgan unas plazas de un centro en Suiza. Voy a intentar solicitarlas ...me gustaría trabajar fuera o si puedo viajar. Yo tengo pareja, pero no quiero formar familia extensa... //Lo que quiero hacer es acabar la carrera y conseguir experiencia laboral, mi pareja está en Polonia y lo que yo quiero es marcharme pa allá... //Yo quiero acabar la carrera, quiero acabar los idiomas porque inglés ya tengo el certificado bilingüe y ahora estoy estudiando alemán, y sacarme el máster de ingeniería informática y después de ese máster trabajar unos cuantos años fuera y luego volver a España. Me gustaría jubilarme aquí... (GD3)

Quiero emprender empresarialmente (estudió telecomunicaciones) ...//No tengo muy claro ahora, este año le he dado muchas vueltas, ves el mundo

laboral, te dicen trabaja en esta consultora... ves la imagen del tipo ingeniero macho alfa, y te da pereza además yo no soy competitiva, de machacar al compañero, yo soy bastante tranquila. De momento lo que quiero es estudiar un master para poder barajar más opciones. Quiero hacer el Master en Dinamarca sobre renovables. (GD2)

El año pasado eché una beca, de Instagram en Silicon Valley a partir de leer un anuncio de una chica española que trabajaba allí y creó unas becas para españoles allí. He conseguido pasar hasta la semifinal, de aquí a Facebook no queda nada. (GD1)

También perciben el techo de cristal, especialmente en el caso de las estudiantes de las ingenierías más “tradicionales”, mecánica y telecomunicaciones. Así, se indicó que la posición de la mujer en las empresas de ingeniería es una posición frágil y perciben que están vetadas en algunas especialidades. Son conscientes de que van a tener menos oportunidades de promoción laboral que sus compañeros. Puede afirmarse que son pesimistas respecto a la posición de la mujer en el mundo competitivamente masculino de las grandes empresas y consultoras dedicadas a este ámbito profesional que perciben de este modo a través de las prácticas que realizan durante el estudio del grado y de los discursos que vehiculan en su entorno próximo. Finalmente, también queremos indicar que proyectan dificultades en la conciliación de la vida familiar y laboral, siendo conscientes de que van a tener serios problemas para conciliar ambos espacios:

Mecánica me encanta, pero no la hubiera estudiado porque creo que hubiera sido mucho más difícil encontrar trabajo porque igual vas a un taller y creen que una mujer no puede arreglar el coche igual que un hombre. (GD1)

Sí que es verdad que yo vi distinción entre hombres y mujeres en altos cargos cuando hice prácticas. Directivos, quince y dos eran mujeres, y la mujer era del dpto. de diseño y calidad. ...me choca que llegues a una empresa y veas esas cosas... El techo de cristal está ahí, el tema de la conciliación está ahí. Al final estas situaciones hacen que seamos más comedidas...//Mi primer jefe será un hombre y el que ascienda será un hombre... fui a mi primera entrevista de trabajo y había diferentes departamentos, de desarrollo todo chicos, Nuevas Tecnologías todos chicos, en el “comprobar que todo está bien” todo chicas, y ahí digo “esto está bastante jodido”, ...//Las chicas de clase sí tenemos claro que nos va a costar más que a los chicos de clase, por lo que escuchas, comentarios de clase, yo voy a charlas, las charlas de EDP que fui el año pasado eran todos hombres y 2 mujeres. Hay un techo de cristal. (GD2).

Se espera que quedes de profe en un instituto, que oposites, no llegues a jefa de una empresa o proyectos. En el departamento tecnológico son todos chicos, y en recursos humanos son todas chicas, llegas a la empresa todos los jefes son chicos, no he visto una chica jefa jefaza... //nos crea presión extra....si tengo un jefe, y tiene que pensar a quien va ascender, yo voy a tener que hacerme notar más que el otro compañero, y es el miedo, la presión sobre que tengo que destacar, es injusto //yo más que presión es rabia. Espero que se denuncien,

se hable, incluso que los hombres se impliquen, se empoderen, que no se callen. (GD2)

Creo que va a haber muchas dificultades por la conciliación, eso lo vi en mi empresa, que los dos jefes, uno acaba de tener un hijo, y él está 8 horas, mientras que su mujer tiene jornada reducida, me vi reflejada. (GD2)

Yo veo algo negativo, en el caso de la familia, y es que necesitas estar actualizándote continuamente, si yo como mujer voy a formar una familia, si quieres cuidar a tus hijos y dejas de trabajar, cuando vuelvas puedes estar desfasada...espero que hagan convenios que permitan conciliar...//si estás trabajando y te paras para tener hijos, cuando vuelves hay 50 becarios que te dan mil vueltas. (GD3)

5. Discusión

Las normas sociales de género existen y actúan como barreras que obstaculizan la elección vocacional de disciplinas académicas STEM entre las jóvenes. De modo específico, los estereotipos de ciencia/tecnología-género, con los que se han encontrado las estudiantes de ingeniería, se vehiculan a través de las dinámicas interactivas y de los discursos que se producen en los distintos entornos en los que han actuado durante su trayectoria académica y en sus primeros contactos con el mundo profesional, a través de las prácticas cursadas durante la carrera de ingeniería.

Sobre la percepción de estereotipos de género en la ciencia/tecnología cabe decir que las participantes en nuestro estudio los han percibido desde su infancia, pues algunas de ellas han visto como algunos adultos asociaban para cada género la práctica específica de determinadas actividades que ellas ejercían siendo chicas. Además, en secundaria todas ellas se han sentido infrarrepresentadas en los itinerarios científicos tecnológicos, al tiempo que han percibido, en el entorno social, algunos comentarios de sorpresa o extrañeza ante su elección académica. También son conscientes de que se les atribuye el estereotipo de friki (Cheryan et al., 2013; Sáinz, 2017; Sáinz et al., 2019, 2020), especialmente las estudiantes de ingeniería informática de nuestro estudio quienes se rebelan manifestando que: “somos normales”. También se ha demostrado que la percepción de las chicas que estudian ingeniería, por parte de estudiantes que cursan estos estudios, es el de una mujer que no es “femenina” (Barnard et al., 2012).

Respecto a la autopercepción de las mujeres que cursan estudios STEM se confirma que tienen menos estereotipos de género (Cheryan et al., 2013; Lane et al., 2012) y que están poco dispuestas a plegarse al conformismo social y a dejarse llevar por la presión de amistades o de docentes, y eso las ha ayudado a persistir en la elección de un itinerario científico tecnológico durante la Enseñanza Secundaria y de una ingeniería en la Universidad. Al mismo tiempo, son mujeres con un alto grado de identificación con la ingeniería, de persistencia en estos estudios y de percepción de la propia habilidad para tener éxito en este ámbito disciplinar (Jones et al., 2013). Además, y de forma similar a otros estudios (García y González y González, 2014; Guevara, 2021; Loría y Villagómez, 2022; Molina et al., 2014; Preciado et al., 2015; Salinas et al., 2023; Vásquez et al., 2024), se autoperceben como mujeres que pueden superar los obstáculos si se esfuerzan y trabajan duro, de modo que cuando narran esta percepción en el discurso

subyace una lucha latente contra el sexismo que experimentan, parecen decir, pese a lo que se diga, yo lo conseguiré. No obstante, puntualmente se realizan atribuciones externas de habilidad para ellas, al punto de que se insinúan formas poco ortodoxas de aprobar alguna asignatura. También se ha encontrado que, si bien no se consideran menos hábiles que los chicos, sí encuentran diferencias de partida en la especialidad de ingeniería informática, que atribuyen a diferencias de socialización en la infancia y adolescencia y que se igualan durante la carrera universitaria.

Sobre la percepción de discriminación de género en el espacio académico y laboral nuestro estudio ha encontrado varios elementos. En las aulas universitarias, las estudiantes han tenido que hacer frente a comentarios discriminatorios y a micromachismos (Loría y Villagómez, 2022). Así, se han encontrado con situaciones donde se les hace notar que no tienen la habilidad necesaria para afrontar con éxito los estudios, cuando ellas tienen la percepción de que algún docente las considera o trata como si fueran “tontas”. En este sentido, y de forma similar al estudio de Radovic et al. (2021) las estudiantes describen situaciones en las que sus compañeros o docentes ofrecen ayuda académica asumiendo su falta de habilidades o conocimientos. Igualmente han experimentado actitudes paternalistas o de invisibilización en las aulas y en las tutorías que parecen estar naturalizadas en el contexto de la carrera (Barnard et al., 2012; García y González y González, 2014; Molina et al., 2014; Preciado et al., 2015; Radovic et al., 2021; Sáinz, 2017; Sáinz et al., 2020). Resulta paradójico que su limitación al rol de meras “secretarias” o de “organizadoras” en la realización de trabajos grupales sea una idea recurrente en otros estudios (Martínez-Galaz et al., 2022; Radovic et al., 2021). Asimismo, durante el periodo de prácticas, muchas de las estudiantes de las ingenierías más tradicionales han anticipado las posibles dificultades que se van a encontrar en los sectores profesionales una vez que finalicen los estudios, concluyendo que habrá discriminación sexual y que tendrán más dificultades para conciliar familia y trabajo que sus compañeros varones, pese a lo cual algunas de ellas creen que las desigualdades de género en la empresa ya están superadas (Álvarez-Aguilar et al., 2022; Sáinz, 2017; Vásquez et al., 2024).

6. Conclusiones

En el marco de las conclusiones de este estudio, debemos indicar que los esquemas estereotípicos tienen una naturaleza social, se vehiculan desde las macro-meso-micro estructuras a través del discurso y la interacción en todos los escenarios en los que participamos. Por ello, revertir los estereotipos de género requiere una intervención multicausal, apostando por los modelos educativos que abordan la brecha de género porque contemplan los Objetivos de Desarrollo Sostenible 4 (Educación de calidad) y 5 (Igualdad de género) como una condición sine qua non para referirse a la educación.

En el contexto universitario la visualización de referentes académicos positivos, así como la existencia de redes de apoyo académico entre iguales o los programas de mentoría se tornan estrategias necesarias para favorecer una mayor presencia femenina en carreras STEM. Al mismo tiempo, las universidades deben contar con políticas y acciones institucionales que promuevan, a medio, largo y corto plazo, la integración de la perspectiva de género en todos los ámbitos y áreas de la vida universitaria (Loría y Villagómez, 2023; Martínez-Galaz et al., 2022; Seabra et al., 2022).

Referencias

- Álvarez-Aguilar, N. T., Habib, L., & García, C. (2022). Percepciones de género de mujeres y hombres de carreras de Ingeniería. Similitudes y Diferencias. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(5), 10-19.
- Bertaux, D. (2005). *Los relatos de vida. Perspectiva etnosociológica*. Bellaterra.
- Barnard, S., Hassan, T., Bahilhole, B., & Dainty, A. (2012). They're not girly girls': An exploration of quantitative and qualitative data on engineering and gender in higher education. *European Journal of Engineering Education*, 37, 193-204. <https://doi.org/10.1080/03043797.2012.661702>
- Cheryan, S., Plaut, V., Handron, C., & Hudson, L. (2013). The stereotypical computer scientist: gendered media representations as a barrier to inclusion for women. *Sex Roles*, 69, 58-71. <https://doi.org/10.1007/s11199-013-0296-x>
- Ertl, B., Luttenberger, S., & Paechter, M. (2017). The impact of gender stereotypes on the self-concept of female students in STEM subjects with an under-representation of females. *Frontiers in Psychology*, 8, 1-11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00703>
- García, C., & González y González, E. (2014). Women students in engineering in Mexico: exploring responses to gender differences. *International Journal of Qualitative Studies in Education*, 27, 1044-1061. <https://doi.org/10.1080/09518398.2014.924636>
- Guevara, M.E. (2021). Factores que influyen en la participación de la mujer en carreras de ciencia, tecnología, ingeniería y matemática. *Ciencia, Cultura y Sociedad*, 6(2), 66-82. <https://doi.org/10.5377/ccs.v6i2.12159>
- Hand, S., Rice, L., & Greenlee, E. (2017). Exploring teachers' and students' gender role bias and students' confidence in STEM fields. *Social Psychology of Education*, 20, 929-945. <https://doi.org/10.1007/s11218-017-9408-8>
- Jones, B., Ruff, C., & Paretto, M. (2013). The impact of engineering identification and stereotypes on undergraduate women's achievement and persistence in engineering. *Social Psychology of Education*, 16, 471-493. <https://doi.org/10.1007/s11218-013-9222-x>
- Lane, K., Goh, J., & Driver-Linn, E. (2012). Implicit science stereotypes mediate the relationship between gender and academic participation. *Sex Roles*, 66, 220-234. <https://doi.org/10.1007/s11199-011-0036-z>
- Loría, S.O., & Villagómez, G.I. (2023). Retos y oportunidades para la permanencia de mujeres en ingeniería en instituciones tecnológicas en Yucatán, Una mirada desde la perspectiva de género. *Antrópica. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 9 (17), 171-194.
- Martínez-Galaz, C. P., Campo, V., & Palomera-Rojas, P. V. (2022). Voces de mujeres en ingeniería: experiencias académicas, obstáculos y facilitadores para permanecer en las carreras. *Formación universitaria*, 15(4), 59-68. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062022000400059>

- Mego-Sánchez, C., Huaman-Sarmiento, L., Iraola-Real, I., & Iraloa-Arroyo, A. (2020). Niveles de autoeficacia matemática en estudiantes mujeres y varones aspirantes a la carrera de ingeniería. *RISTI. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (38), 142-155.
- Miller, D., Nolla, K., Eagly, A., & Uttal, D. (2018). The development of children's gender-science stereotypes: A meta-analysis of 5 decades of U.S. draw-a-scientist studies. *Child Development*, 89, 1943-1955. <https://doi.org/10.1111/cdev.13039>
- Molina, N., Flores, E., Ortiz, V., & Reynaga, P. (2014). Estar en la boca del lobo: el proceso de construcción de la identidad de género en estudiantes de ingenierías. *Géneros*, 21, 95-116.
- Powell, A., Dainty, A., & Bagilhole, B. (2011). A poisoned chalice? Why UK women engineering and technology students may receive more 'help' than their male peers. *Gender and Education*, 23, 585-599. <https://doi.org/10.1080/09540253.2010.527826>
- Preciado, F., Kral, K., & Álvarez, G. (2015). «Navegando entre dos mares»: Mujeres en el contexto de la cultura de ingeniería. *Revista Iberoamericana de Educación*, 68, 39-58.
- Radovic, D., Veloso, R., Sánchez, J., Gerdtzen, Z., & Martínez, S. (2021). Entrar no es suficiente: discursos de académicos y estudiantes sobre inclusión de mujeres en ingeniería en Chile. *Revista mexicana de investigación educativa*, 26(90), 841-865.
- Sáinz, M. (2017). *¿Por qué no hay mujeres STEM? Se buscan ingenieras, físicas y tecnólogas*. Fundación Telefónica y Ariel.
- Sáinz, M., Fábregues, S., Rodó de Zárata, M., Martínez, J.L., Arroyo, L., & Romano, M. J. (2020). Gendered motivations to pursue male-dominated STEM careers among Spanish young people: A qualitative study. *Journal of Career Development*, 24, 408-423. <https://doi.org/10.1177/0894845318801101>
- Sáinz, M., Martínez, J.L., Rodó de Zárata, M., Romano, M.J., Arroyo, L. & Fábregues, S. (2019). Young Spanish people's gendered representations of people working in STEM. A qualitative study. *Frontiers in Psychology*, 10, 1-13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00996>
- Sáinz, M., Meneses, J., Fabregues, S. & López, B. (2016). Adolescents' gendered portrayals of occupations in the field of Information and Communication Technologies. *International Journal of Gender, Science and Technology*, 8, 181-201.
- Salinas, P., Romani, G., & Lisboa, S. (2023). Discursos ambivalentes hacia las estudiantes de educación superior: estereotipos de género en docentes ingenieros y técnicos en STEM-minería. *Calidad en la educación*, 58, 102-137. <https://doi.org/10.31619/caledu.n58.1313>
- Seabra, A., Pedrosa, I., & Bernardino, J. (2022). Promoção de igualdade de género e de oportunidades nas tecnologias: um caso prático. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, 47, 425-438.

- UNESCO. (2019). *Descifrar el código: la educación de las niñas y las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas*. UNESCO.
- Vásquez, C., Chacón, M., Mesa, S., & Arguedas, S. (2024). Factores que impulsan y que inhiben el ingreso y la permanencia de mujeres en carreras de Ingeniería de la Universidad de Costa Rica. *Revista Actualidades Investigativas en Educación*, 24(2), 1-34. <https://doi.org/10.15517/aie.v24i2.59104>

Crítérios 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.

Críterios 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.

El 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
Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información

©RISTI 2024 <http://www.risti.xyz>

