



# risti

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 0 0 9 . D i c i m b r o 2 0 0 9 .



**Nº 4**



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

**Edição / Edición**

Nº 4, 12/2009

**Tiragem / Tirage:** 500

**Preço por número / Precio por número:** 12,5€

**Preço de subscrição anual / Precio de suscripción anual:**

20€ (2 números)

**ISSN:** 1646-9895

**Depósito legal:**

**Propriedade / Propiedad:**

AISTI – Associação Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação

Morada: Rua Júlio Dinis 748 - 7º andar, Dtº, 4050-012 Porto

E-mail: [risti@aisti.eu](mailto:risti@aisti.eu)

Web: <http://www.aisti.eu>

## **Ficha Técnica**

### **Coordenador da Edição / Coordinador de la Edición**

Álvaro Rocha, Universidade Fernando Pessoa

### **Conselho Editorial / Consejo Editorial**

Álvaro Rocha, Universidade Fernando Pessoa (Director)

Carlos Ferrás Sexto, Universidad de Santiago de Compostela

Francisco Restivo, Universidade do Porto, FEUP

Manuel Pérez Cota, Universidad de Vigo

Maria Manuela Cruz-Cunha, Instituto Politécnico do Cávado e do Ave

### **Secretariado Editorial**

Avelino Victor, Instituto Superior da Maia e Instituto de Informática do Porto

Paulo Teixeira, Instituto Politécnico do Cávado e do Ave

### **Conselho Científico / Consejo Científico**

Adolfo Lozano-Tello, Universidad de Extremadura

Aldemar Santos, Universidade Federal de Pernambuco

Ana Paula Afonso, Instituto Superior de Contabilidade e Administração do Porto

Anita Maria Fernandes, UNIVALI

António Godinho, ISLA-Gaia

Antonio Guevara, Universidad de Málaga

António José Balloni, CTI/MCT

Armando Mendes, Universidade dos Açores

Arturo J. Méndez, Universidad de Vigo

Brígida Mónica Faria, Escola Superior de Tecnologia de Saúde do Porto

Carlos Costa, Universidade de Aveiro

Carlos Rabadão, Instituto Politécnico de Leiria

Carlos Vaz de Carvalho, Instituto Politécnico do Porto, ISEP

Carmen Galvez, Universidad de Granada

Claus Kaldeich, Polytechnic University of Namibia

Eduardo Destefanis, Universidad Tecnologica Nacional da Argentina  
Eduardo Luís Cardoso, Universidade Católica Portuguesa - Porto  
Feliz Gouveia, Universidade Fernando Pessoa  
Fernando Bandeira, Universidade Fernando Pessoa  
Fernando Diaz, Universidad de Valladolid  
Filomena Castro Lopes, Universidade Portucalense  
Francisco José Armas Quintá, Universidad de Santiago de Compostela  
García Pérez-Schofield Baltasar, Universidad de Vigo  
Henrique Gil, Instituto Politécnico de Castelo Branco  
Irene Garrigós, Universidad de Alicante  
Jaime S. Cardoso, INESC e Universidade do Porto, FEUP  
Javier Garcia Tobio, CESGA-Centro de Supercomputacion de Galicia  
Jesús M. González, Universitat de les Illes Balears  
Jesús Pardillo, Universidad de Alicante  
João Barroso, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro  
João Paulo Costa, Universidade de Coimbra  
João Sarmento, Universidade do Minho  
João Tavares, Universidade do Porto, FEUP  
Joana Maria Segui Pons, Universitat de les Illes Balears  
Joaquim Cezar Filipe, Universidade de São Paulo  
Joaquim Reis, Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa  
Jörg Thomaschewski, University of Applied Sciences OOW - Emden  
José Adriano Pires, Instituto Politécnico de Bragança  
Jose Antonio Calvo-Manzano Villalón, Universidad Politécnica de Madrid  
Jose M Molina, Universidad Carlos III de Madrid  
Juan Carlos González Moreno, Universidad de Vigo  
Juan José de Benito Martín, Universidad de Valladolid  
Juan Manuel Fernández-Luna, Universidad de Granada  
Juan-Manuel Lopez-Zafra, Universidad Complutense de Madrid  
José Silvestre Silva, Universidade de Coimbra  
Luciano Boquete, Universidad de Alcalá

Luís Borges Gouveia, Universidade Fernando Pessoa  
Luis de Campos, Universidad de Granada  
Luis Fernandez-Sanz, Universidad de Alcalá  
Luís Paulo Reis, Universidade do Porto, FEUP  
Luisa María Romero-Moreno, Universidad de Sevilla  
Marco Painho, Universidade Nova de Lisboa, ISEGI  
Maria Clara Silveira, Instituto Politécnico da Guarda  
Maria Helena Monteiro, Universidade Técnica de Lisboa, ISCSP  
María J. Lado, Universidad de Vigo  
Maria João Castro, Instituto Politécnico do Porto, ISCAP  
Maria Martins, Universidade Nova de Lisboa, ISEGI  
Mário Rui Gomes, Universidade Técnica de Lisboa, IST  
Martin Llamas-Nistal, Universidad de Vigo  
Mercedes Ruiz, Universidad de Cádiz  
Miguel de Castro Neto, Universidade Nova de Lisboa, ISEGI  
Miguel Mira da Silva, Universidade Técnica de Lisboa, IST  
Montserrat Sebastià, Universitat de Barcelona  
Orlando Belo, Universidade do Minho  
Paulo Teixeira, Instituto Politécnico do Cávado e do Ave  
Paulo Pinto, Universidade Nova de Lisboa, FCT  
Paulo Silva, Universidade Lusíada de Famalicão  
Pedro Isaías, Universidade Aberta  
Pedro Nogueira Ramos, Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa  
Pedro Pimenta, Universidade do Minho  
Pedro Sanz Angulo, Universidad de Valladolid  
Ramiro Gonçalves, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro  
Ricardo Cruz-Correia, Universidade do Porto, FMUP  
Ricardo Machado, Universidade do Minho  
Sergio Gálvez Rojas, Universidad de Málaga  
Thomas Panagopoulos, Universidade do Algarve  
Vitor Santos, Microsoft Portugal  
Xose A. Vila, Universidad de Vigo

## Editorial

É com grande satisfação que escrevemos o editorial do quarto número da RISTI (Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação).

Por um lado porque a RISTI continua em consolidação; continua a perseguir a melhoria contínua, para que possa ser indexada por bases de dados científicas de relevo; e continua a ser muito procurada para publicação de trabalhos científicos por investigadores ibéricos e latino-americanos. Neste número foram submetidos 39 artigos para avaliação pelo Conselho Científico, sendo publicados somente 7, cifrando-se a taxa de sucesso, portanto, nuns apertados 18%.

Por outro lado porque é dedicado à Informática de Saúde, uma das temáticas que esteve na génese da CISTI (Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação), cujo sucesso levou à criação da AISTI (Associação Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação), entidade proprietária e promotora da RISTI.

A Informática de Saúde é um domínio técnico-científico que foca a aplicação de novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) na gestão da informação associada a serviços de cuidados de saúde, à promoção da própria saúde e ainda à educação e investigação em ciências da saúde.

É um domínio que se encontra em exponencial ascensão, um pouco por todo o mundo, por se reconhecer nas novas TIC potencialidades capazes de facilitarem o acesso a serviços de saúde e levarem à melhoria da qualidade dos cuidados de saúde prestados assim como à racionalização dos processos e recursos envolvidos.

Foi este reconhecimento que levou a Comissão Europeia a apresentar no ano de 2004 um Plano Estratégico para a evolução europeia no domínio da Informática de Saúde, com consequentes avaliações dos progressos registados ao longo do tempo em cada um dos países membros da União Europeia, e ainda à reformulação e consolidação desse mesmo plano.

Neste contexto, tem-se assistido um pouco por toda a Europa a reformas e esforços significativos, não escapando Portugal e Espanha a esse movimento. Exemplo disso, entre outros, tem sido, e continua a ser, o esforço para se conseguir chegar a um Registo de Saúde Electrónico de âmbito nacional, numa primeira fase, e de âmbito europeu, numa segunda fase.

O conjunto de artigos que se publica neste número da RISTI cobre, efectivamente, como anunciado na chamada de artigos, as dimensões tecnológica, social e organizacional da Informática de Saúde.

No primeiro artigo é proposta uma plataforma orientada ao desenvolvimento de soluções de Telemedicina. O modelo de solução proposto permite o seguimento à distância de um serviço móvel de assistência à saúde, integrando mecanismos de electromedicina e serviços de vídeo-conferência.

No segundo artigo é proposto um sistema de auxílio ao diagnóstico médico da Síndrome de Kawasaki utilizando Raciocínio Baseado em Casos. A Síndrome de Kawasaki é uma doença infantil rara que afecta principalmente crianças abaixo dos cinco anos e é considerada a principal causa de cardiopatia adquirida em crianças nos países desenvolvidos.

No terceiro artigo é proposto um modelo de apoio ao diagnóstico no âmbito de serviço de urgências de psiquiatria de um hospital. Para o diagnóstico aplicam-se questionários com o objectivo de obter informação dos pacientes, que muitas vezes é incompleta e pode ainda possuir ruído/lixo. A proposta consiste num sistema de recuperação de informação perdida e verificação da proporcionada com o objectivo de incrementar a informação fornecida aos médicos e assim melhorar a sua tomada de decisão.

No quarto artigo, tendo como objectivo a aplicação de sistemas robóticos para auxílio dos cirurgiões, é proposto um sistema para determinar a posição e orientação do osso do fémur, que guie um robô em cirurgia. O sistema baseia-se no modelo 3D obtido através de imagens em pré-cirurgia e no registo de imagens ecográficas em-cirurgia.

No quinto artigo é abordada a odontologia focada em pacientes portadores de necessidades especiais, em especial os deficientes visuais, sendo proposta uma ferramenta web utilizando tecnologias como Java Applets, PHP e MySQL, que permite a navegação em áudio para deficientes visuais, facilitando o acesso destes pacientes aos cuidados com a saúde bucal e promovendo a interacção destes com o computador e a web.

No sexto artigo é abordada a aplicação de sistemas inteligentes na criação de organizações virtuais dinâmicas para prevenção do maltrato infantil, sendo proposta a adaptação de uma plataforma informática usada com sucesso noutros domínios.

Por último, no sétimo artigo, é enquadrada a gestão da mudança no domínio dos sistemas de informação de unidades de saúde, sendo demonstrado que muito do insucesso dos sistemas de informação de unidades de saúde se deve a lacunas no processo de gestão da mudança, o que justifica uma investigação com o objectivo principal de desenvolver uma metodologia de gestão da mudança que ajude a diminuir o insucesso dos Sistemas de Informação de Unidades de Saúde portuguesas.

Boa leitura!

Álvaro Rocha  
Universidade Fernando Pessoa

# Índice

Presentación de una Plataforma Arquitectónica para desarrollo de soluciones de E-Health ..... 1

*Loxo Lueiro-Astray, Rubén Romero-González, Cástor Sánchez-Chao, Juan Carlos González-Moreno*

SISDSK – Sistema de auxílio no diagnóstico médico da Síndrome de Kawasaki utilizando Raciocínio Baseado em Casos ..... 15

*Fábio M. Fernandes, Fernanda dos Santos Cunha, Cristina M R de Magalhães*

Modelo Predictivo Colaborativo de Apoyo al Diagnóstico en Servicio de Urgencias Psiquiátricas ..... 29

*J. R. Cano, M.J. del Jesús, P. González, J.J. Aguilera, A.G. López, F. Herrera, M. Navío, M. A. Jiménez*

Registo de Imagens Ecográficas com Modelo 3D de Ossos – aplicação ao fémur ..... 43

*Paulo J.S. Gonçalves, Miguel V. Carvalho, Daniela F.A. Mateus, Pedro M.B. Torres*

Educação em Saúde Bucal para Deficientes Visuais com Utilização da Tecnologia da Informação para Web ..... 57

*Fabiana Oro Cericato Costa, Ana Paula Soares Fernandes Lamha, Anita Maria da Rocha Fernandes, Daniela Souza Moreira*

Aplicación de Sistemas Inteligentes en la Creación de Organizaciones Virtuales Dinámicas para la Prevención del Maltrato Infantil ..... 69

*Pedro Sanz Angulo, Juan José de Benito Martín*

Enquadramento da Gestão da Mudança em Sistemas de Informação de Unidades de Saúde ..... 85

*Paulo Teixeira, Álvaro Rocha*



## Presentación de una Plataforma Arquitectónica para desarrollo de soluciones de E-Health

Loxo Lueiro-Astray 1, Rubén Romero-González 1, Cástor Sánchez-Chao 1, Juan Carlos González-Moreno 1

loxomp@gmail.com, rrglez@gmail.com, cschao@cschao.org, jcmoreno@uvigo.es

<sup>1</sup> GWAI group – Intelligent Agents Web Group Dept. Informática, Universidad de Vigo, Escuela Superior de Ingeniería Informática. Edificio Politécnico, Campus Universitario As Lagoas s/n, 32004, Ourense, Spain

**Resumen:** El desarrollo de nuevas tecnologías de comunicación ha proporcionado mejores mecanismos de acceso a la información, con unas enormes posibilidades. La implementación de estas tecnologías proporciona un medio ideal para transmitir información en tiempo real, desde cualquier situación geográfica. Uno de los sectores con mayores oportunidades de explotar estas tecnologías es el socio-sanitario. La aplicación de estas nuevas tecnologías para apoyar la práctica clínica, ha dado lugar al nacimiento de un nuevo concepto, e-Health. Este término engloba una variedad de servicios distintos relacionados con el binomio medicina/salud y las TI. Dotar a los transportes sanitarios de una mayor capacidad de atención sobre el paciente es un reto pendiente. Dentro de este contexto nace una plataforma orientada al desarrollo de soluciones de Telemedicina. El modelo de solución propuesto permite el seguimiento a distancia de un servicio móvil de asistencia sanitaria; integrando en él, dispositivos de electromedicina y servicios de videoconferencia.

**Palabras clave:** e-Health; Telemedicina; Teleasistencia; Urgencias médicas; Monitorización;

**Abstract:** In recent years, the incessant development of new communication technologies has provided a better way for accessing information and also a lot of useful opportunities. The implementation of these new technologies gives us an ideal environment for transmitting and receiving real-time information from anywhere. One of the sectors that have a great potential to use and exploit this kind of technologies is the healthcare sector. Nowadays, the application of all these new technologies to support the clinical procedures has taken part in the definition of a new concept known as e-Health. This concept involves a lot of different services related with the medicine/health terms and the information technologies. However, to provide emergency transportation with better care capabilities to the patient is something that still has a lot to improve. Within this context, the system presented in this work, comes into being a software platform oriented for developing Telemedicine solutions. The solution model proposed here allows

remote assistance for a mobile health emergency (for example, an ambulance), integrating in this service electro-medical devices and videoconference services.

**Keywords:** e-Health; Telemedicine; Social care; Medical Emergencies; Health care; Monitoring services;

## 1. Introducción

En la actualidad, el auge de la comunicación entre dispositivos móviles y el potencial que presentan para su integración en sistemas distribuidos a través de Web, hacen posible el desarrollo de soluciones mucho más dinámicas y cada vez más demandadas en la actual sociedad de la información. La aplicación de estos sistemas en todos los sectores de nuestra sociedad, y principalmente en instituciones públicas y privadas, está revolucionando la forma en la que los usuarios pueden acceder a los diferentes servicios ofrecidos. Un claro ejemplo de esta revolución es que acciones como la recarga de saldo en un teléfono móvil, consulta de parrillas de programación de cine y televisión, consulta de noticias en tiempo real, o incluso algo tan cotidiano como realizar la compra, están plenamente integradas en sistemas distribuidos, facilitándonos su realización independientemente del lugar en el que nos encontremos.

Uno de los sectores que más puede explotar este tipo de tecnologías es el sector socio-sanitario. La atención socio-sanitaria abarca muchos campos distintos en los que la integración de nuevos elementos tecnológicos es muy dependiente del entorno. La atención a personas mayores mediante servicios de teleasistencia, el control centralizado del estado de pacientes en un hospital, o los recientes sistemas de telemedicina son sólo el principio. Concretamente, la aplicación de estas nuevas tecnologías para apoyar la práctica clínica, ha dado lugar al nacimiento de un nuevo concepto conocido como e-Health. Este término puede englobar un amplio rango de servicios distintos relacionados con la medicina/salud y las tecnologías de la información:

- **Historiales clínicos electrónicos:** Permiten una fácil comunicación de los datos de los pacientes entre diferentes profesionales médicos. (Médicos de familia, especialistas, equipos de diagnósticos, farmacéuticos...).
- **Personal y Electronic Health Records (PHR y HME):** Teniendo en cuenta la información que aparece en Connecting for Health (2006), la Fundación Markle define el Registro Personal de Salud como "un solicitud electrónica a través del cual las personas pueden acceder, administrar y compartir, su información sanitaria en un entorno seguro y confidencial. Permite a las personas el acceso y administración de su información sanitaria (historial clínico) y ponerla disposición de quienes la necesiten". Por lo tanto, difiere de la de HME, que es "una versión electrónica de la historia clínica del paciente mantiene por los médicos y hospitales". Los datos del HME son controlados por y para uso de los proveedores de servicios médicos.

- **Telemedicina:** incluye todo tipo de tratamientos físicos y psicológicos que no requieran un desplazamiento del paciente al especialista. Cuando el servicio funciona correctamente los pacientes necesitan realizar menos visitas a las consultas con los especialistas.
- **Medicina basada en antecedentes:** implica que el sistema provee información sobre el tratamiento apropiado del paciente bajo condiciones concretas.
- **Información sanitaria para la sociedad:** permite que la sociedad esté al corriente de los titulares más relevantes de la información médica.
- **Gestión del conocimiento sanitario:** permiten la revisión de las últimas novedades de las revistas médicas, consultar artículos sobre determinadas prácticas clínicas o acceso a información epidemiológica.
- **Equipos sanitarios virtuales:** Consiste en grupos de profesionales médicos que colaboran compartiendo información sobre pacientes mediante distintos equipos digitales.

El trabajo presentado en esta contribución nace de la necesidad, que ha sido observada por miembros de diversos sectores de la sanidad, de dotar a los transportes sanitarios de una mayor capacidad de atención sobre el paciente, aumentando a su vez la calidad del servicio y las posibilidades de actuación sobre éste. Esta necesidad se produce con frecuencia debido a la falta de información y de formación del personal que está realizando el servicio, puesto que la mayoría de los servicios no están cubiertos por personal médico. Este problema se plantea con frecuencia cuando un simple traslado sanitario rutinario, se convierte en una urgencia vital. Un ejemplo práctico que ilustra esta situación podría ser el siguiente:

*Traslado de un paciente aquejado de una dolencia indeterminada y cuyo estado, en principio, no reviste gravedad. Según el protocolo de funcionamiento del 061 de Galicia este tipo de servicios son atendidos por ambulancias asistenciales tripuladas por dos TTS. En caso de producirse un empeoramiento repentino del estado del paciente, y que dicho empeoramiento ponga en riesgo directo su vida, es de importancia capital que el paciente reciba atención facultativa inmediata. En este supuesto nos encontramos con una clara deficiencia de la atención que esta recibiendo por parte del personal sanitario que se encuentra cubriendo dicho servicio. Un sistema como el nuestro provee la capacidad de transmitir en tiempo real los datos mas relevantes del estado del paciente, además de video y audio, para permitir que un facultativo de un servicio de urgencias, realice un primer diagnostico y asesore al personal de la ambulancia sobre el procedimiento a seguir. Además de la mejora evidente en la calidad del servicio prestado durante el traslado, existe otro beneficio añadido: El facultativo del servicio de urgencias que atenderá a dicho paciente, puede conocer exactamente el estado del paciente antes y en el momento de la llegada al servicio de urgencias, llegando incluso a ser éste mismo facultativo el que asesore al personal durante el traslado sanitario.*

Para dar respuesta al problema planteado en el desarrollo de este proyecto, se ha marcado como objetivo principal la creación de una plataforma que permita solucionar las carencias actuales en los sistemas de atención de urgencias sanitarias, facilitando el flujo de información útil en tiempo real, entre todos los sujetos implicados durante la atención de la urgencia. Para ello, esta plataforma permite realizar las siguientes tareas:

- Obtener, desde el Centro de Coordinación, información en tiempo real de todos los vehículos destinados a la atención de emergencias.
- Conexión de múltiples dispositivos de electromedicina a la plataforma móvil, para la recogida de datos clínicos.
- Envío de los datos clínicos en tiempo real desde la plataforma móvil hacia el Centro de Coordinación, Hospital y/o PAC.
- Capacidad de monitorización y seguimiento simultáneo, desde el Centro de Coordinación, de múltiples urgencias.
- Soporte de comunicación, mediante canales de audio, video y datos, entre la plataforma móvil y el Centro de Coordinación, y simultáneamente, con cualquier otro destino contemplado en la arquitectura.

### **Organizaciones, estándares e iniciativas de desarrollo en el ámbito de la Salud.**

IHE13 (Integrating the Healthcare Enterprise) - IHE Europa - IHE España : Esta es una iniciativa conjunta de la industria y los profesionales sanitarios para mejorar las vías de comunicación en los sistemas de información sanitaria. Se promueve el uso coordinado de estándares establecidos como HL7, DICOM y XML para resolver las necesidades específicas de la atención al paciente y mejorar su calidad. IHE asegura que el pliego de condiciones debe producir sistemas que se comunican entre sí con mayor facilidad y son más fáciles de aplicar. Además, estos sistemas permiten a los profesionales sanitarios un uso más eficiente de la información.

HL7 (Health Level Seven) – HL7 Spain: Todos los estándares HL7 se utilizan para el intercambio electrónico de información médica. El nivel 7 se refiere a la existencia de un nivel siete de la OSI que proporciona servicios de apoyo a las aplicaciones de red. HL7 ha sido desarrollado por ANSI y en su versión 3 algunas de las definiciones de las normas aprobadas incluyen el uso del lenguaje de modelado UML y el meta-lenguaje XML. HL7 es el estándar que se utiliza actualmente en Europa, consiguiendo varios acuerdos con el CEN, Comité Europeo de Normalización. Estos acuerdos condujeron a la compatibilidad de sus normas, lo que permite a cualquier sistema desarrollado bajo el estándar HL7 la capacidad de comunicarse con un sistema desarrollado bajo los estándares del CEN.

## 2. Sistemas E-HEALTH

Los sistemas que integran tecnologías móviles y que sirven como plataformas para el desarrollo de soluciones en el ámbito socio-sanitario centran una parte importante del campo del desarrollo e innovación de software específico destinado a servicios sanitarios. Este tipo de sistemas atañen aspectos importantes fundamentados en la mejora general de los servicios que se prestan a la ciudadanía, permitiendo mejorar servicios y actuaciones que con el avance tecnológico pueden quedarse obsoletas. En esta línea, el desarrollo presentado como E-Health pretende proporcionar un entorno de aplicación destinada, inicialmente, a la mejora de servicios de atención sanitaria urgente, en el marco de actuación protocolaria establecida por la mayoría de organismos sanitarios que en la actualidad coordinan este tipo de servicios.

De una forma más generalista, ubicándose en el ámbito del control y coordinación de cualquier tipo de emergencias, habitualmente las diversas administraciones públicas gestionan todos los recursos, tanto humanos como materiales, a través de pequeñas delegaciones territoriales, que a su vez se encuentran coordinadas por un órgano central de coordinación. En esta estructura jerárquico-piramidal es habitual la delegación de tareas y asignación de recursos, pero manteniendo un cierto control sobre los mismos, de forma inherente a la aparente descentralización. En el caso particular de los servicios de emergencia sanitarios, es de importancia capital que la gestión de los recursos disponibles así como el control de las tareas que se llevan a cabo, se desempeñen con las máximas garantías. Para ello se considera necesario que la incipiente revolución de las tecnologías móviles sea una parte importante en el proceso de mejora de estos servicios.

En esencia, el sistema E-Health pretende proveer la capacidad de transmitir en tiempo real los datos más relevantes del estado de un paciente, además de video y audio, para permitir que un facultativo de un servicio de urgencias, realice un primer diagnóstico y asesore al personal de la ambulancia que lo traslada sobre el procedimiento a seguir. Además de la mejora evidente en la calidad del servicio prestado durante el traslado, existe otro beneficio añadido: El facultativo del servicio de urgencias que atenderá a dicho paciente, puede conocer exactamente el estado del paciente antes y en el momento de la llegada al servicio de urgencias, llegando incluso a ser éste mismo facultativo el que asesore al personal durante el traslado sanitario.

Además de lo enteramente ligado con el bienestar y la atención del paciente trasladado, este sistema provee de mecanismo de control centralizado de todos los servicios de emergencia realizados en un determinado ámbito geográfico a través de su correspondiente centro de coordinación. Éste centro de coordinación es quien establece las sesiones de videoconferencia con las unidades móviles destinadas a cada una de las emergencias, delegando posteriormente estas comunicaciones con las delegaciones territoriales, centros médicos u hospitales a los cuáles van destinadas las urgencias sanitarias. El enfoque práctico de este sistema es muy amplio, y este caso particular de atención de los servicios sanitarios urgentes es el que se ha tomado como punto de partida para su desarrollo. Sin embargo, las posibilidades que ofrece este sistema no se restringen exclusivamente a la mejora de atención en servicios urgentes, sino que puede llegar a establecerse en otros ámbitos, como la mejora de los servicios de teleasistencia, y migrar a otros ámbitos del sector socio-sanitario.

### **3. Trabajos relacionados**

Relacionado con el trabajo presentado, como se señala en la introducción, se pueden encontrar proyectos similares que constituyen un estado inicial del arte. En esta sección se analizan algunos de estos proyectos para la observación de un conjunto de características importantes de las que carecen y que la solución propuesta en este documento intenta proporcionar a fin de mejorar el servicio de atención sanitaria.

#### **3.1 The eSana Framework: Mobile Services in eHealth using SOA**

Desarrollado por Marco Savini, Andreea Ionas, Andreas Meier, Ciprian Pop, Henrik Stormer en la Universidad de Friburgo, eSana Framework (Savini, 2006) fue desarrollado como un sistema integrado para conectar a los pacientes con especialistas médicos de diferentes especialidades. Este framework ofrece a los desarrolladores de aplicaciones una base sólida para crear sus aplicaciones. El escenario se utiliza para obtener datos médicos de pacientes (por ejemplo, pacientes con enfermedades crónicas como la diabetes) y transmitirlos directamente a un servidor, estos datos se ofrecen después de alguna manera a un conjunto de destinatarios suscritos. Esta información puede ser utilizada para diferentes finalidades, como el diagnóstico evolutivo de diferentes patologías o control de enfermedades crónicas, pero la arquitectura no ha sido pensado para ser utilizado en línea en una situación de emergencia.

#### **3.2 E-Health with Mobile Grids: The Akogrimo Heart Monitoring and Emergency Scenario.**

Este sistema propuesto por Christian Loos de la Universidad de Hohenheim se basa en el uso de redes de comunicaciones móviles (Grid Mobile). Esta tecnología Grid basada en las redes de móviles y fijos proporciona mecanismos de comunicación para unidades de diagnóstico alrededor del paciente, acceso a los historiales médicos electrónicos, apoyo a las decisiones médicas, servicios de diagnóstico y análisis, así como expertos médicos. Por lo tanto, grandes redes móviles proporcionan una infraestructura para un desarrollo eficiente, suministro y mantenimiento de complejas aplicaciones de e-health.

#### **3.3 Realization of an e-Health System to Perceive Emergency Situations.**

Este trabajo realizado por SC Shin, CY Ryu, JH Kang, SH Nam, YS Song, TG Lim, JW Lee, DG Park, SH Kim, y YT Kim, presenta un sistema de e-health para percibir las situaciones de emergencia de un paciente. El sistema necesita usar un dispositivo biomédico integrado en una prenda de vestir (BioShirt) y un sistema de control personal (PBM). Este sistema obtiene las señales del cuerpo de un usuario. Un sistema de control recibe y transmite los signos vitales de un asistente digital personal (PDA) a través de un módulo de comunicación Bluetooth. Para detectar la emergencia dentro del conjunto de datos recibidos, un algoritmo de detección sencilla se encuentra integrado en la PDA, y es el que se encarga de discernir cuándo se trata de una emergencia. La PDA transmite los datos a un sala central de vigilancia sanitaria en caso necesario. En la sala de vigilancia, varios operadores supervisan a los usuarios registrados sobre en el sistema, analizando las señales del cuerpo proporcionadas por los dispositivos de cada uno de los usuarios. Si una situación determinada analizada

por el algoritmo genera una alarma de emergencia, los operadores se ponen en contacto con el paciente correspondiente y proceden a reconocer su estado.

Estos tres proyectos están diseñados para funcionar en entornos controlados, con espacio limitado y con un grupo muy específico de los pacientes. Sus capacidades están completamente definidas en la forma de cubrir los casos de aplicación específicos y de ciertas enfermedades. Sin embargo, nuestro sistema combina aspectos tales como la descentralización y la transferencia de datos, pero para casos y situaciones mucho más generales. En nuestro proyecto, la función principal del sistema es proporcionar los mecanismos necesarios para la inicialización y transmisión de señal de vídeo, voz y datos desde los dispositivos de electromedicina, a bordo de un vehículo, usualmente una ambulancia, ubicados en cualquier lugar en situaciones de emergencia, y atender a cualquier tipo de paciente.

## **4. Arquitectura de la Plataforma**

La arquitectura de la plataforma presentada se divide en tres partes principales: OnBoard (a bordo del vehículo), Servidor de Área y Estación de monitorización y control. Se ha estructurado este modo, teniendo en cuenta aspectos prácticos como la ubicación geográfica de cada una de las aplicaciones que dan forma a este sistema, y otros criterios tales como la distribución de la carga de trabajo, los recursos disponibles y las limitaciones de la tecnología. Además, la escalabilidad de los sistemas que dan forma a este tipo de arquitectura se ha tenido en cuenta. Este tipo de sistemas a menudo tienden a tener un crecimiento tanto horizontal como verticalmente. La duplicación del servidor conduce al aumento de la solidez o de un rendimiento mejorado. La duplicación de los clientes permite un aumento en la disponibilidad de los sistemas. Por estas razones, tanto clientes como servidores de grosor se han desarrollado, ya que a menudo tienden a ser complementarias. Las siguientes secciones presentan cada parte de la arquitectura desarrollada:

### **4.1 On Board**

La función principal proporcionada por la arquitectura de una parte de esta plataforma es la de obtener información de los dispositivos conectados al sistema y transmitirla. Además, también aporta información de lo que está sucediendo a la central o al centro donde se tratan estas solicitudes. En resumen, sus objetivos básicos son los siguientes:

- Obtener los datos de los dispositivos de electromedicina conectados al sistema.
- Almacenar los datos obtenidos.
- Presentar los datos a través de una interfaz de usuario apropiada.
- Establecer comunicación con el servidor de área.
- Crear un fichero de log para las operaciones realizadas en el sistema.

## **4.2 Server area**

La función principal de esta parte es proporcionar un enlace de comunicación entre cualquier unidad móvil y la estación de monitoreo. La información de la emergencia es administrado por la parte de la arquitectura provincial de Sie-Salud.

Teniendo en cuenta que pueden existir muchas estaciones de control, la adopción de esta solución por el SIE-plataforma de la Salud permite a los profesionales de la salud en un hospital o servicio de urgencias conseguir, con un retraso admisible, la información de los datos que obtiene el sistema de a bordo con su propios dispositivos. Además, esta información también se envía al Centro de Coordinación para el seguimiento y el almacenamiento. Más en detalle, los objetivos básicos de esta parte de la arquitectura son los siguientes:

- Capturar datos de las unidades móviles.
- Administrar las comunicaciones entre las unidades móviles y la estación de monitorización.
- Presentar la información sobre el estado de las unidades asociadas a un determinado servicio.
- Almacenamiento de datos y logs.
- Sistema de autenticación.
- Administrar y coordinar las conexiones y servir de puente entre las unidades móviles y la estación de monitorización.

## **4.3 Estación de monitorización**

Esta parte de la arquitectura centraliza las operaciones de control más importante de la plataforma, proporcionando un control total sobre todas las conexiones que se sirven en este sistema. Mediante el uso de esta parte de la arquitectura, el Centro de Coordinación pudo asistir a la llamada de emergencia entrante, o puede derivar a un servicio de urgencias hospitalario.

En este caso los objetivos básicos deben cubrir lo siguiente:

- Direccionar todas las peticiones del sistema.
- Transmitir datos entre las unidades móviles y los clientes que monitorizan la recepción de datos, ubicados en cualquier parte de la arquitectura
- Administrar y delegar el control de transmisiones en el servidor de área.
- Realizar almacenamiento masivo.

## 5. Despliegue de la Plataforma

En esta sección se explica la posible aplicación de la arquitectura. Para mejorar la comprensión, se presenta el funcionamiento de la arquitectura mediante el uso de prototipos de las interfaces gráficas de usuario que pueden utilizarse en cada parte del sistema final introducido anteriormente.

### 5.1 Vista principal – Interfaz de Control

La figura 4 muestra una posible aplicación de la solicitud, que será instalado dentro de la ambulancia. Haciendo un análisis preliminar, basado en la consulta de expertos, se ha afirmado que la aplicación debe soportar al menos las siguientes utilidades:

- Gadget de Asistencia para cada uno de los dispositivos conectados al sistema. Esto le permitirá añadir fácilmente nuevos dispositivos para la aplicación, la mejora de las extensiones de su crecimiento potencial. El uso de complementos prediseñados permite la incorporación de nuevas funciones que se incorporarán más tarde.
- Soportar video-conferencia en modo dúplex. Uno de los principales hitos de la aplicación era apoyar con vídeo-conferencia la asistencia de la emergencia. La figura utilizada para ilustrar la aplicación de "onBoard" muestra la interfaz que se dedica a cumplir este objetivo de forma satisfactoria, ya que en el diseño multi-conferencia se contempla la posibilidad de permitir a diferentes expertos atención constante a la de emergencia en tiempo real.
- Soportar canal de audio en modo dúplex. Proporcionar sistema de conferencia de audio también está marcado como un hito para este proyecto. Aunque el uso del sistema de comunicación de voz es común durante un traslado, la plataforma tiene por objeto dar un paso más y permite que estén teniendo lugar varias conversaciones a la vez acompañadas de su correspondiente imagen, en tiempo real.
- Chat de Ayuda en la consola. Aunque puede parecer un añadido sin mucha utilidad, el sistema de chat permite una conversación de forma simultánea con diferentes expertos, con un coste computacional mínimo. Esto ha sido llevado a cabo con la intención de apoyar una cobertura de posibles situaciones imprevistas, dado que no siempre se tiene un ancho de banda suficiente para transmitir o recibir. Por eso, para mantener una alta disponibilidad del sistema es necesario contar con sistemas de comunicación simple.

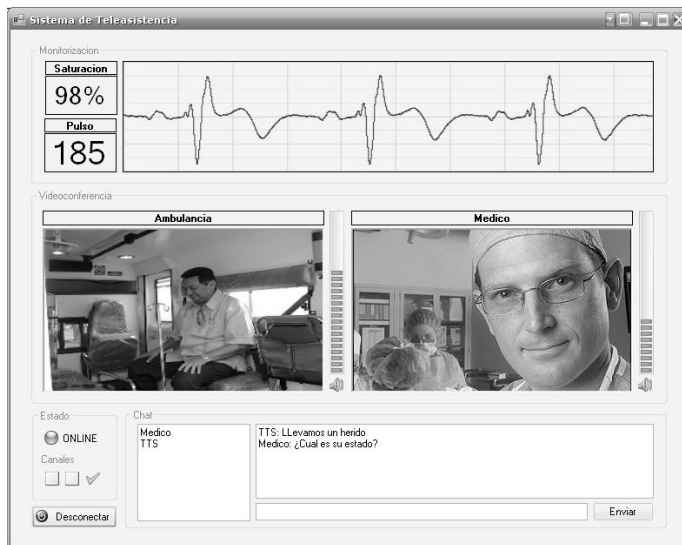


Figure 1: Videoconferencia

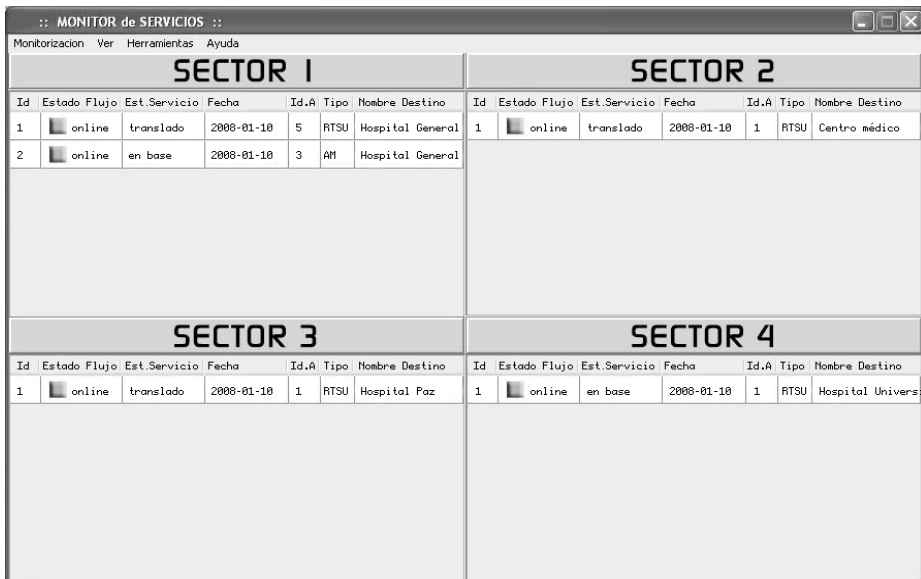
Una vez implementada la funcionalidad expuesta anteriormente, también se ha establecido un sistema de apoyo en caso de fallo y la recuperación. El sistema de apoyo se basa en los siguientes puntos:

- Sistema de log: El registro de log del sistema permitirá el registro de todos los eventos durante una asistencia de emergencia. En una situación normal, el sistema almacena los datos relativos al paciente, técnicos, médicos, dispositivos y datos de la unidad que atiende la emergencia. La aplicación de este servicio cubrirá cualquier tipo de evento que puede ocurrir durante el servicio.
- Sistema de apoyo a la transmisión: Durante un proceso de transmisión o recepción de datos deben verificarse varios factores que pueden afectar a esta. Por lo tanto, hemos considerado diferentes redes de transmisión de datos, GPRS, UMTS y 802.11g, y se han puesto en marcha diversos protocolos de actuación, según el número de tramas perdidas. Estos incluyen la reducción de los servicios ofrecidos por la interfaz en función de la capacidad de transmisión disponible, o cambiar de una red a otra con menos ruido.
- Almacenamiento de datos: Todos los datos transmitidos y recibidos durante un servicio se almacenan para su posterior estudio con objeto de mejorar los servicios. Este tipo de información es que será útil para los servicios de apoyo, mientras que la observación de sus acciones durante una emergencia, puede proporcionar un mejor servicio mediante el establecimiento de protocolos de actuación nuevo.
- Data from patient monitoring: Los datos obtenidos en tiempo real del paciente son mostrados y transmitidos desde el vehículo que cubre la emergencia.

## 5.2 Interfaz principal de control de monitorización

En esta interfaz se mostrará toda la información disponible acerca de las ambulancias adscritas al sistema en un marco de control centralizado. La información se presenta como una lista dividida en los sectores correspondientes a las distintas áreas geográficas que son gestionados por la aplicación. Asociados a cada servicio que ofrece el sistema se muestran los datos de los servicios que podrían ser gestionados en marcha en un momento dado. Para cubrir este servicio los siguientes conceptos deben tenerse en cuenta:

- Estado del servicio: indica el estado actual de la comunicación con la unidad móvil.
- Información de estado: indica el estado del servicio.
- Fecha/hora: indica la fecha y hora de inicio del servicio.
- Tipo: Indica el tipo de unidad que cubre la emergencia.
- Destino: Indica el destino hacia el cual se dirige la unidad. En la mayoría de los casos el destino serán los hospitales más próximos.



The screenshot shows a software window titled "MONITOR de SERVICIOS" with a menu bar containing "Monitorizacion", "Ver", "Herramientas", and "Ayuda". The main area is divided into four quadrants, each representing a sector. Each quadrant contains a table with columns for "Id", "Estado", "Flujo", "Est.Servicio", "Fecha", "Id.A", "Tipo", and "Nombre Destino".

SECTOR 1								SECTOR 2							
Id	Estado	Flujo	Est.Servicio	Fecha	Id.A	Tipo	Nombre Destino	Id	Estado	Flujo	Est.Servicio	Fecha	Id.A	Tipo	Nombre Destino
1	<input checked="" type="checkbox"/>	online	traslado	2008-01-10	5	RTSU	Hospital General	1	<input checked="" type="checkbox"/>	online	traslado	2008-01-10	1	RTSU	Centro médico
2	<input checked="" type="checkbox"/>	online	en base	2008-01-10	3	AM	Hospital General								

SECTOR 3								SECTOR 4							
Id	Estado	Flujo	Est.Servicio	Fecha	Id.A	Tipo	Nombre Destino	Id	Estado	Flujo	Est.Servicio	Fecha	Id.A	Tipo	Nombre Destino
1	<input checked="" type="checkbox"/>	online	traslado	2008-01-10	1	RTSU	Hospital Paz	1	<input checked="" type="checkbox"/>	online	en base	2008-01-10	1	RTSU	Hospital Univers...

Figure 2: Interfaz principal de monitorización.

El protocolo para la coordinación de un servicio de urgencias sanitarias por lo general viene predeterminado de antemano por el sistema de sanitario existente en cada comunidad autónoma. Para este caso de prueba, simplemente se ha comprobado desde el sistema central que el servicio se lleva a cabo correctamente en todo momento. De la misma forma se comprueba que el sistema "OnBoard" también ha mantenido el servicio de registro y almacenamiento de datos.

## 6. Trabajos Futuros

Hay varios cambios que podrían aplicarse a la arquitectura. Algunos de los más relevantes a realizar son:

- Estado de control del paciente a través de dispositivos móviles: En esta línea de trabajo, el objetivo sería tratar de mantener monitorizada la condición general del paciente en un ambiente controlado (complejo hospital, enfermería geriátrica, etc.) a través de la transmisión de información de diferentes dispositivos de electromedicina.
- Seguimiento y asesoramiento durante intervenciones quirúrgicas: la integración y aplicación de un sistema de videoconferencia y de transferencia de datos de dispositivos médicos presentes en la sala de operaciones.
- Módulo de Acceso del historial médico del paciente: La integración en el sistema de la plataforma de registros clínicos digitalizados es una de las partes más importantes que se deben realizar.
- Integración para MDP en la plataforma: MDP (Módulo de diagnóstico preliminar), que está en su etapa temprana de desarrollo. Su objetivo es proporcionar un diagnóstico inicial y directrices para la acción en caso de emergencia médica a través de dispositivos móviles en caso de aislamiento.

## 7. Conclusiones

La necesidad de obtener información del mundo real para su análisis se requiere cada vez más en diferentes ámbitos, y bajo unas restricciones temporales muy severas. Si esto se aplica al dominio de la medicina, la velocidad de respuesta aumenta de manera exponencial. Esta afirmación se evidencia en relación con el número de dispositivos, que surgen a diario y que permiten el acceso a esos datos o información. Independientemente de eso, hay que tener en cuenta que en muchos casos, obtener información y datos es difícil debido a varios obstáculos (distancia, formato ...). Por otra parte, también es posible que los datos no puedan ser analizados por personal competente o por los dispositivos correspondientes. El desarrollo de esta arquitectura ha tenido éxito en la solución de estos problemas y la unificación de la solución en una única plataforma. Además, es una arquitectura abierta capaz de anexar nuevas características que pueden ser demandadas por el personal, quienes son realmente los usuarios finales del sistema.

También es capaz de adaptarse a las necesidades que se derivan de los avances tecnológicos, mejora de las comunicaciones, nuevos dispositivos, etc. Uno de los mayores problemas que encontramos al comienzo del desarrollo de la arquitectura fue la necesidad de acceso a la información de una manera oportuna y con un alto grado de integridad. Se agregó el componente geográfico, que ha llevado a descartar cualquier forma de transferir datos, desde su origen hasta el lugar donde serán analizadas, que no tienen una alta calidad durante la transmisión y un espacio de amplia cobertura

para garantizar un mínimo de servicio aceptable. Este es el por qué de las tecnologías que hemos seleccionado, como GPRS, UMTS. La elección no sólo proporciona una solución fiable, sino que también implica un menor costo y mayor facilidad de desarrollo que otras opciones descartadas (satélite, etc.). Ésta es una arquitectura que facilita la obtención de información de los pacientes en un vehículo destinado a emergencias sanitarias y su posterior envío a una estación donde será analizada por personal cualificado para prestar apoyo durante el cuidado del paciente al personal que está cubriendo el servicio sanitario.

## 8. Referencias

- BC eHealth Steering Committee (2005). "BC eHealth Conceptual System Architecture". British Columbia Ministry of Health Services. National Library of Canada Cataloguing. ISBN 0-7726-5375-5. From: [http://www.healthservices.gov.bc.ca/library/publications/year/2005/BC\\_eHealth\\_cas.pdf](http://www.healthservices.gov.bc.ca/library/publications/year/2005/BC_eHealth_cas.pdf)
- Bernhard Riedl, Veronika Grasher and Thomas Neubauer (2002). "A Secure e-Health Architecture based on the Appliance of Pseudonymization". Secure Business. Austria, Vienna. Disponible en: <http://www.academypublisher.com/jsw/volo3/no02/jsw03022332.pdf>
- Connecting for Health. (2004, July). Connecting Americans to Their Healthcare. Final Report of the Working Group on Policies for Electronic Information Sharing Between Doctors and Patients. Markle Foundation and Robert Wood Johnson.
- C. Loos, "E-Health with Mobile Grids: The Akogrimo Heart Monitoring and Emergency Scenario", EU Akogrimo project Whitepaper, 2006. From: <http://www.mobilegrids.org/>
- CEN, Comité Europeo Normalización. Disponible: [www.cen.org](http://www.cen.org)
- Christian Loos (2006). "E-Health with Mobile Grids: The Akogrimo Heart Monitoring and Emergency Scenario". Universität Hohenheim, Information Systems II. Disponible en: [http://www.akogrimo.org/download/White\\_Papers\\_and\\_Publications/Akogrimo\\_eHealth\\_white\\_paper\\_short\\_20060207.pdf](http://www.akogrimo.org/download/White_Papers_and_Publications/Akogrimo_eHealth_white_paper_short_20060207.pdf)
- Gonzalez Moreno, Juan Carlos & Gómez Rodríguez, Alma M<sup>a</sup> & Romero González, Rubén & Lueiro Astray, Loxo (2009). V-MAS: a Video conference Multiagent System. Volume 55, Advances in Soft Computing, (pp. 284-292). Springer-Verlag.
- Garets D., Davis M. (2005, August 26). Electronic Medical Records vs. Electronic Health Records: Yes, There Is a Difference. A HIMSS Analytics White Paper. Chicago, IL: HIMSS Analytics.
- HL7, Health Level Seven Spain. From: <http://www.hl7spain.org>
- Marco Savini, Andreea Ionas, Andreas Meier, Ciprian Pop, and Henrik Stormer (2006). The eSana Framework: Mobile Services in eHealth using SOA. In Proceedings of EURO mGOV 2006.

- Marion J. Ball, et al. (2006). Banking on Health: Personal Records and Information Exchange. *Journal of Healthcare Information Management* — Vol.20, No.2
- Mikko Korpela, Juha Mykkänen, Jari Porrasmaa and Matti Sipilä (2005). “Software architectures for digital healthcare”, HIS R&D Unit, University of Kuopio, Finland. From: <http://www.uku.fi/tike/his/exporthis/CHIMA2005-architectures-corrected160605.doc>
- Norman López-Manzanares (2004). Servicios Móviles en la Sanidad: Un paso más en la Mejora de la Salud, Telefónica Móviles España. Disponible en: [http://www.csi.map.es/csi/tecnimap/tecnimap\\_2004/comunicaciones/tema\\_05/5\\_007.pdf](http://www.csi.map.es/csi/tecnimap/tecnimap_2004/comunicaciones/tema_05/5_007.pdf)
- Olga Ferrer-Roca (2001). “Telemedicina”. Editorial Médica Panamericana. ISBN 84-7903-606-0.
- Pedro Álvarez Díaz (2007). “Teleasistencia Médica, ¿hacia dónde vamos?”. *Revista Salud.com* Vol 3, N° 10. Disponible en: <http://www.revistaesalud.com/index.php/revistaesalud/article/viewArticle/155/411>
- Robert Null, June Wei (2009). Value increasing business model for e-hospital. *International Journal of Electronic Healthcare* 2009 - Vol. 5, No.1 pp. 48 – 67.
- S. C. Shin, C. Y. Ryu, J. H. Kang, S. H. Nam, Y. S. Song, T. G. Lim, J. W. Lee, D. G. Park, S. H. Kim, Y. T. Kim (2004). “Realization of an e-Health System to Perceive Emergency Situations”. Microsystems Research Department, Electronics and Telecommunications Research Institute, Daejeon, Korea. Disponible en: <http://ieeexplore.ieee.org/iel5/9639/30463/01403930.pdf>
- Whitney Michalek (2006). BIO-SHIRT. Disponible en: [http://www.ele.uri.edu/courses/ele382/F06/WhitneyM\\_1.pdf](http://www.ele.uri.edu/courses/ele382/F06/WhitneyM_1.pdf)

# SISDSK – Sistema de auxílio no diagnóstico médico da Síndrome de Kawasaki utilizando Raciocínio Baseado em Casos

Fábio M. Fernandes<sup>1</sup>, Fernanda dos Santos Cunha<sup>1</sup>, Cristina M R de Magalhães<sup>2</sup>

[fabbao@gmail.com](mailto:fabbao@gmail.com), [fernanda.cunha@univali.br](mailto:fernanda.cunha@univali.br), [Cristina.Magalhaes@stj.jus.br](mailto:Cristina.Magalhaes@stj.jus.br)

<sup>1</sup> Curso de Ciência da Computação – Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar – Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI, Rod. SC 407 Km4 – Sertão do Imaruim – 88.122-000 – São José/SC – Brazil

<sup>2</sup> Serviço de Reumatologia - Hospital de Base do Distrito Federal – Brasília/DF – Brazil

**Resumo:** A Síndrome de Kawasaki é uma doença infantil rara que afeta principalmente crianças abaixo de cinco anos e é considerada a principal causa de cardiopatia adquirida em crianças nos países desenvolvidos. Ainda não existe um teste de diagnóstico específico capaz de comprovar a presença ou ausência da doença, bem como ela pode se manifestar de forma completa (todos os sintomas compatíveis ocorrem) e incompleta (apenas alguns sintomas são apresentados). Devido à necessidade de auxiliar o médico durante este complexo processo de diagnóstico, desenvolveu-se uma ferramenta via web baseada na técnica de Raciocínio Baseado em Casos. Espera-se minimizar a complexidade no diagnóstico médico da Síndrome de Kawasaki, tanto pelo fato da ferramenta ser on-line e estar acessível a qualquer ponto, quanto por servir de guia médico durante o processo de diagnóstico e a possibilidade de apresentar um resultado mais acurado sobre o diagnóstico do paciente que foi submetido ao teste.

**Palavras-chave:** diagnóstico; auxílio; raciocínio baseado em casos.

**Abstract:** The Kawasaki Syndrome is a rare infantile illness that it affects five year children mainly below and is the main cause of the cardiopathy acquired for children from developed countries. There is no still specific diagnostic test able to prove the presence or absence of this disease. Besides, the disease can manifest itself in a complete way (in which all symptoms compatibly occur) and incomplete (when only some symptoms are shown). Due to the complexity of diagnosis and the necessity to assist the doctor during this process, a tool for web was developed using the technique of Reasoning Based on Cases. Through the effective use of the tool, is expected to minimize the complexity in diagnosis of Kawasaki syndrome, either because the tool is online and be accessible at any point, to serve as a guide during the process of medical diagnosis and the possibility to present a more accurate result on the diagnosis of patients who have undergone the test.

**Key-words:** diagnostic; aid; case-based reasoning.

## 1. Introdução

A Síndrome de Kawasaki (conhecida também por DK) foi descrita pela primeira vez pelo Dr. Tomisaku Kawasaki, desde então milhares de casos foram diagnosticados em todo o mundo, sendo mais prevalente no Japão. Nos Estados Unidos, estima-se que ocorram anualmente milhares de casos. A maioria de crianças que são acometidas com DK tem idade que varia entre 2 meses a 5 anos, embora já tenha sido descrita em crianças com até 8 anos, porém com uma frequência menor (Ramos, 2007). A DK inicia com febre alta, sem razão aparente, que se prolonga por no mínimo 5 dias, deixando a criança muito irritada. A febre pode ser acompanhada ou seguida de uma conjuntivite (vermelhidão do olho), sem pus nem secreções. A criança pode possuir vários tipos de irritação da pele, semelhantes ao sarampo, escarlatina, etc. Esta irritação afeta, principalmente, o tronco, as extremidades e a área das fraldas. São verificadas alterações na boca, que podem ser lábios muito vermelhos e rachados, língua vermelha (chamada de língua “em morango”) e vermelhidão na faringe. As palmas das mãos e dos pés também podem inchar e haver vermelhidão (Ramos, 2007).

Como não existe um teste de diagnóstico específico ou um sinal evidente, o comitê japonês de pesquisa em DK em conjunto com a American Heart Association (AHA) desenvolveu um critério clínico com base nas manifestações, para assim auxiliar os médicos no diagnóstico da DK Clássica. Tal critério é apresentado a seguir.

Tabela 1. Critério de diagnóstico da DK completa, conforme especificação da AHA.

MANIFESTAÇÕES
Febre com duração de pelo menos 5 dias;
Pelo menos 4 dos 5 parâmetros seguintes:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hiperemia conjuntival bilateral, bulbar, não supurativa;</li> <li>• Alteração na mucosa oral ou lábios: eritema de orofaringe, fissuras labiais, descamação, língua em framboesa;</li> <li>• Alteração das extremidades: eritema e edema de palmas e plantas, descamação de pontas de dedos;</li> <li>• Exantema polimorfo, sem vesículas;</li> <li>• Adenomegalia cervical maior que 1,5 cm;</li> </ul>
Na presença de acometimento de coronária, o diagnóstico pode ser feito se houver febre e 3 dos parâmetros presentes (forma incompleta da DK).

Fonte: Adaptado de (Ramos, 2007).

Infelizmente nem todos os indivíduos com DK preenchem todas as manifestações clínicas da DK clássica (apresentados anteriormente Tabela 1). Estes pacientes possuem a chamada DK incompleta. Assim o critério de diagnóstico convencional deve ser visto como um guia, particularmente útil para prevenir o sobrediagnóstico, mas que pode falhar em reconhecer as formas incompletas da doença (Ramos, 2007).

Conforme ilustrado a seguir na Figura 1, em 2004, a AHA, providenciou um novo algoritmo e proposta de tratamento para auxiliar os clínicos na decisão de quais



na elaboração de um diagnóstico. Para atingir esse objetivo, gerenciar o conhecimento descrito em manuais, livros e experiência é aspecto crucial para a tomada de decisão no dia-a-dia dos profissionais ligados a esta área. Segundo Montani (2003), as organizações coletam diariamente uma grande quantidade de informações clínicas como status dos pacientes (nome, endereço, idade, etc.) e ações médicas (terapias, cirurgias, procedimento, etc.), porém seu uso prático é ainda limitado para reuso e avaliações dos procedimentos na área médica.

O crescimento da Informática Médica deve-se, em grande parte, aos avanços nas tecnologias de computação e comunicação, à crescente convicção de que o conhecimento médico e as informações sobre os pacientes são ingerenciáveis por métodos tradicionais baseados em papel, e devido à certeza de que os processos de acesso ao conhecimento e tomada de decisão desempenham papel central na medicina moderna (O QUE É INFORMÁTICA EM SAÚDE?, s.d., para. 2). Sistemas de Apoio à Decisão Médica vêm sendo desenvolvidos com o intuito de auxiliar os profissionais da saúde a tomar decisões que influenciem diretamente no diagnóstico de pacientes ou no gerenciamento de processos que levem à definição de diagnóstico e de seu decorrente tratamento. Um dos principais motivadores para o uso destes sistemas é a esperança de que eles possam ajudar a superar algumas das dificuldades intrínsecas à própria natureza do conhecimento médico, caracterizado como incerto, impreciso e incompleto (Silva, 2005).

Dadas que as características da DK se encaixam nesta situação, pensou-se em desenvolver uma ferramenta para ser utilizada na Web, cuja principal funcionalidade fosse o auxílio no diagnóstico médico. Através de uma página, todas as possíveis manifestações da doença seriam apresentadas de acordo com o quadro clínico diário de cada paciente, no intuito de guiá-lo durante o processo de diagnóstico. Ao final deste processo, que leva em média de 3 a 5 dias, podendo se estender por até 10 dias, se chegaria a um resultado com DK confirmada ou não confirmada. Esta confirmação seria dada através da similaridade do caso atual com os demais casos que formam a base do RBC.

O RBC é um paradigma para resolução de problemas que em muitos aspectos difere de forma fundamental de outros enfoques da IA. Em vez de se basear unicamente em conhecimento generalizado acerca de um domínio de problemas ou de realizar associações lógicas ao longo de relacionamentos abstratos entre descritores de problemas e conclusões, ele é capaz de utilizar o conhecimento específico de soluções de problemas concretos, experimentadas anteriormente, denotadas como casos (Wangenheim e Wangenheim, 2003).

O RBC pode ser entendido como um método de soluções de problemas usando adaptações de soluções anteriores similares a estes problemas. Desta forma, também está relacionado com o problema de aprender a partir de analogia. Para reusar experiências passadas, deve-se não apenas reconhecer as características salientes do passado, mas também construir um mapeamento de como esta experiência pode ser usada na situação presente (Luger, 2004).

## 2.1. Funcionamento da ferramenta

A partir das informações do processo de diagnóstico, elaborou-se uma ideia geral sobre como a ferramenta deveria funcionar. Inicialmente, médico acessa a ferramenta e realiza seu cadastro, para somente após realizar o cadastro do paciente que está sobre suspeita da doença. Conforme ilustrado na Figura 2, o paciente é monitorado pelo médico durante o processo de diagnóstico (1.0 Monitorar o paciente), que normalmente dura em média 5 dias, podendo se estender por até 20 dias.

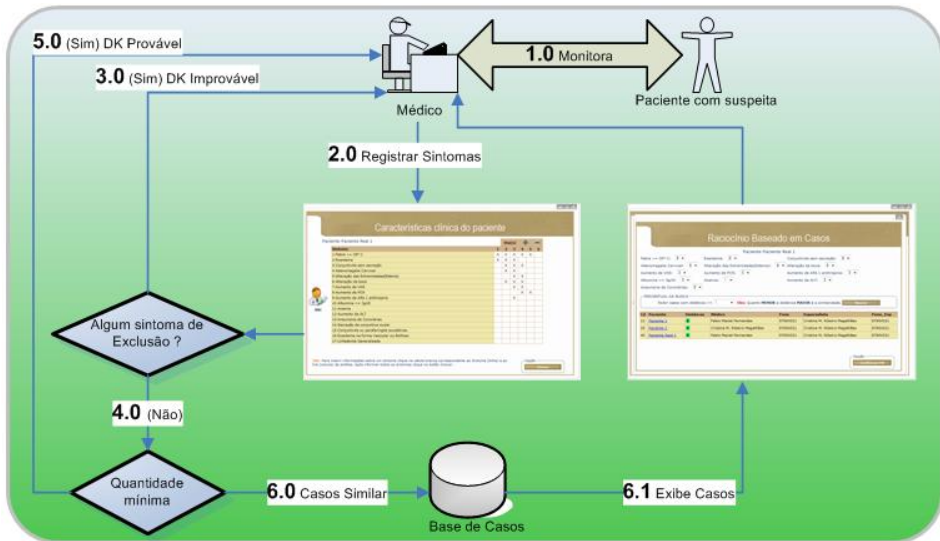


Figura 2. Visão abstrata do funcionamento da ferramenta.

À medida que os sintomas estão sendo acometidos no paciente, o médico acessa o sistema via browser e faz o cadastramento destes sintomas (2.0 Registrar sintomas). Ressalta-se que ao informar algum dos sintomas de exclusão do diagnóstico, como secreção da conjuntiva ocular, conjuntivite ou parafaringite exsudativas, entre outros, o sistema exibe a mensagem de DK improvável ao médico devido à presença do sintoma (X) (3.0 (Sim) DK Improvável).

Se nenhum sintoma de exclusão for informado (4.0 (Não)), e o paciente apresentar pelo menos cinco dias de febre é habilitada a opção para o RBC, para que o mesmo possa visualizar se existe algum paciente possui alguma similaridade com o caso atual (6.0 Casos Similares e 6.1 Exibe Casos).

A ferramenta é capaz de auxiliar o médico durante o processo de diagnóstico da DK atuando da seguinte maneira:

1. A ferramenta apresenta um conjunto de possíveis sintomas que a doença pode manifestar. Esse conjunto de sintomas faz parte do *script* de inicialização da ferramenta, ou seja, estão previamente cadastrados e ainda se permite ao especialista em DK a inclusão de novos sintomas. Desta maneira os médicos que não possuem o conhecimento ou estão desatualizados sobre quais sintomas devem ser considerados, terão

auxílio da ferramenta, que com a colaboração do médico especialista estará sempre atualizada;

2. Como existem alguns sintomas que excluem o diagnóstico da DK, a ferramenta também permite ao médico verificar a presença de algum desses sintomas ao registrar os sintomas que o paciente apresentou. A partir daí, a ferramenta alerta o médico que na presença desse sintoma a presença da DK é improvável;
3. Ao registrar as características do paciente é possível consultar a base do RBC que é formada por pacientes que foram diagnosticados com DK. Essa consulta objetiva buscar casos similares ao paciente atual. Se a ferramenta encontrar algum caso, este será apresentado juntamente com o médico responsável pelo diagnóstico e o médico especialista que revisou este caso, além do contato desses médicos. Assim, caso o médico que está analisando o paciente, queira sanar algumas dúvidas em relação ao paciente sobre suspeita;
4. Na gravação do estado clínico do paciente pelo médico, é realizada uma verificação. Caso o paciente ainda não for confirmado com DK, se o conjunto de sintomas que o paciente apresentou é compatível com o guia desenvolvido pelo Comitê Japonês de Pesquisa em DK em conjunto com American Heart Association (AHA), ilustrado na Tabela 1, o médico é alertado sobre a suspeita da doença. Solicita-se a esse médico a consulta por casos que sejam similares ao novo caso, ressaltando que se encontrar algum caso, terá a possibilidade de visualizar contato de outros médicos. Desta forma a ferramenta permite uma rede de comunicação entre esses especialistas da área de saúde, com o intuito de colaborar na eficácia do diagnóstico.

## **2.2. RBC Aplicado ao Projeto**

Neste sistema foi utilizado todo o ciclo do RBC (Junior, 2001), da seguinte forma:

- Problema: Paciente com suspeita de DK;
- Recuperação: Recuperar na base de casos por casos que sejam semelhantes ao caso atual, através de funções de similaridade local e global;
- Adaptação: Nula;
- Revisão: Todos os casos que são confirmados por um médico com DK necessitam ser revisados pelo especialista em DK para confirmar se realmente são casos válidos;
- Aprendizagem: Depois de revisado pelo especialista o caso fica disponível para uso.

O caso será representado pelas manifestações clínicas que um paciente com suspeita de DK possa apresentar. Conforme ilustrado anteriormente, existem sintomas que são perceptíveis e outros que são exames laboratoriais. A identificação destes sintomas foi

realizada pelo estudo de casos reais fornecidos por especialista em DK. A representação do caso será através dos pares atributo-valor, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Caso (Possíveis sintomas).

Atributo	Valor
Febre $\geq 39^{\circ}$ C	Sim/Não
Exantema	Sim/Não
Conjuntivite sem secreção	Sim/Não
Alteração das Extremidades	Sim/Não
Alteração da boca	Sim/Não
Aumento de VHS	Sim/Não
Aumento de PCR	Sim/Não
Aumento de Alfa 1 antitripina	Sim/Não
Albumina $\leq 3$ g/dl	Sim/Não
Anemia	Sim/Não
Aumento da ALT	Sim/Não
Aneurisma de Coronárias	Sim/Não

A doença de Kawasaki é uma doença rara, no entanto é uma das formas mais comuns de vasculite na infância. É quase exclusivamente uma doença de crianças pequenas. Cerca de 80 em 100 pacientes (80%) têm menos de cinco anos (DOENÇA DE KAWASAKI, s.d., para. 3). Em função disso há dificuldade em se obter casos reais, tanto que atualmente a base de casos é composta por apenas 24 pacientes diagnosticados com DK. Mesmo assim, a representatividade desses casos permite aos médicos um diagnóstico mais preciso, porque o médico ao consultar esta base é possível visualizar através da ferramenta qual a distância de similaridade que esse caso possui em relação aos demais. Através da visualização desta base, o médico pode tirar conclusões sobre o paciente atual e também sanar alguma dúvida com os médicos responsáveis por cada caso. A partir do uso frequente da ferramenta, novos casos poderão ser incluídos na base de casos, aumentando o conhecimento sobre a doença.

O processo de recuperação visa obter casos que sejam similares ao novo caso, após o médico ter registrado pelo menos cinco dias de sintomas do paciente (sintoma febre  $\geq 39^{\circ}$  C tem que estar presente nesses cinco dias) e habilitado um botão (Analisar RBC) na tela de exame de patient, que o direciona à tela do RBC, onde o novo caso será comparado com cada caso na base de casos do RBC. Essa comparação é feita da forma:

1. **Similaridade Local:** é utilizada a função igual, para cada sintoma apresentado, é feito uma multiplicação por 1, caso o sintoma não exista é multiplicado por 0.
2. **Similaridade Global:** é utilizada a função da distância euclidiana ponderada.

Para melhor entender como se dá este processo, apresenta-se a seguir um pequeno exemplo. Na tabela 3 tem-se os casos representados por alguns dos seus sintomas e na tabela 4 apresenta-se a aplicação da função igual.

Tabela 3. Comparação entre casos

Sintomas	Peso	Novo Caso	Caso 1	Caso 2
Febre $\geq 39^{\circ}$ C	9	Sim	Sim	Sim
Exantema	9	Sim	Não	Sim
Conjuntivite sem secreção	9	Sim	Sim	Não
Edema	9	Sim	Sim	Não

Tabela 4. Aplicação da função igual

Sintomas	Peso	Novo Caso	Caso 1	Caso 2
Febre $\geq 39^{\circ}$ C	9	1	1	1
Exantema	9	1	0	1
Conjuntivite sem secreção	9	1	1	0
Edema	9	1	1	0

Após, utiliza-se estas informações no cálculo da similaridade global, conforme demonstrado abaixo. Considerando X como o Caso 1 e C como o novo caso, na comparação tem-se:

$$\text{Distância (X, C)} = ((9^* | 1-1 |^2) + (9^* | 1-1 |^2) + (9^* | 0-1 |^2) + (9^* | 0-1 |^2))^{1/2} = \mathbf{3}$$

Considerando agora X como sendo o Caso 2 e C continuando a representar o novo caso, na nova comparação tem-se:

$$\text{Distância (X, C)} = ((9^* | 1-1 |^2) + (9^* | 1-1 |^2) + (9^* | 0-1 |^2) + (9^* | 0-1 |^2))^{1/2} = \mathbf{4,2}$$

Conforme o exemplo acima, o Caso 1 apresentou a distância de **3** e o Caso 2 a distância de **4.24**, portanto o Caso 1 é mais similar ao novo caso pelo fato de haver menor distância entre esses dois casos.

Pela tela do RBC (Figura 3) o médico pode alterar os pesos de cada sintoma, que já vêm configurados com um valor padrão. O médico então submete a operação de busca e é realizada uma consulta pelos pacientes que foram diagnosticados com DK e tiveram seu caso revisado pelo especialista.

É importante ressaltar que ao se listar os sintomas dos pacientes realiza-se uma consolidação dos mesmos, por exemplo: se o paciente do novo caso ou do caso atual, apresentou o sintoma Exantema durante 5 dias, para o cálculo de similaridade não se contabiliza 5 vezes esse sintoma, pois segundo o Critério de Diagnóstico da DK, não é importante saber quantos dias o sintoma X foi acometido e sim se houve ou não a presença.

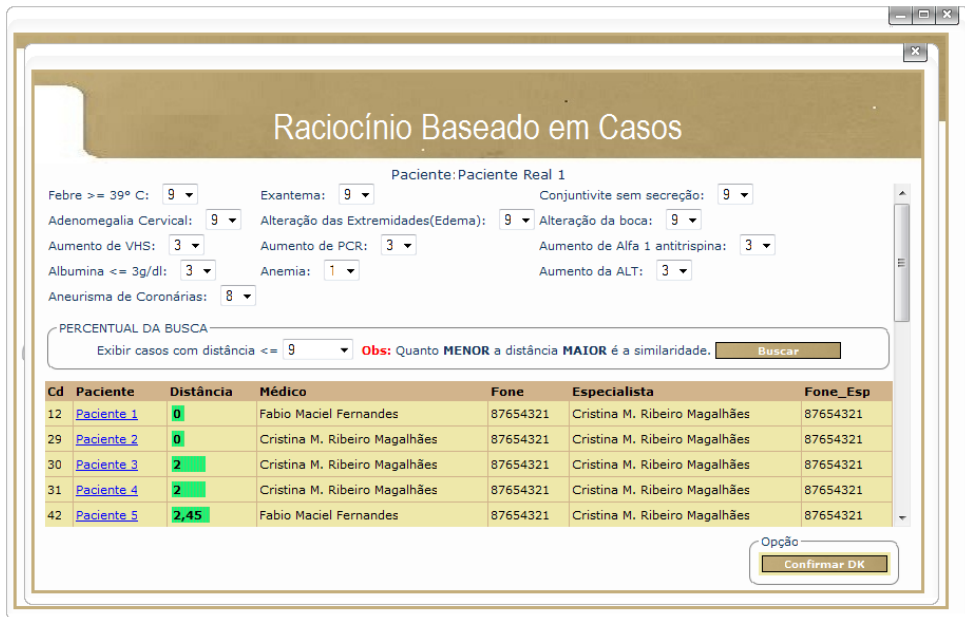


Figura 3. Tela de recuperação de casos (RBC).

Conforme ilustrado na Figura 3, esta tela permite que o médico possa visualizar pacientes que sejam similares ao caso atual devido à distância - lembrando que quanto maior a distância menos similar é o caso.

É também disponibilizado fazer um comparativo direto entre o caso atual e algum caso similares que seja selecionado (conforme apresentado pela Figura 4, a seguir).



Figura 4. Tela de comparação entre casos similar (RBC).

Ao visualizar que um ou mais pacientes apresentaram distância igual a 0 (zero), ou seja, o paciente é 100% similar ao(s) caso(s) com distância 0, não resta dúvidas de que se trata de DK provável uma vez que os casos da base são confirmados e revisados com DK. Porém, a ferramenta não comprova o diagnóstico, pois essa é uma tarefa que cabe aos médicos, uma vez que a ferramenta propõe o auxílio ao diagnóstico.

Ao clicar no botão de confirmação do diagnóstico de DK (lado inferior direito da tela), esse caso ficará disponível para que o especialista em DK possa revisá-lo.

O processo de revisão é realizado por qualquer médico que tenha na ferramenta o perfil de especialista em DK. Ao acessar a área restrita da ferramenta ele tem uma opção no menu que possibilita revisar casos que foram diagnosticados por outros médicos. Ao clicar na opção Revisar Casos, a ferramenta apresenta ao especialista os pacientes que foram diagnosticados com a doença e ainda não tiveram seus casos revisados.

Para tanto, o especialista clica na seta para analisar o paciente, e a ferramenta apresenta a tela com as características clínicas que foram registradas ao paciente, conforme ilustrado na Figura 5.

Paciente: Hugo

Sintoma	Dia(s)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1-Febre >= 39° C	X	X	X	X	X	X	X	
2-Exantema			X	X	X	X		
3-Conjuntivite sem secreção		X	X	X				
4-Adenomegalia Cervical								
5-Alteração das Extremidades(Edema)				X	X	X	X	
6-Alteração da boca		X	X	X	X	X		
7-Aumento de VHS			X					
8-Aumento de PCR				X				
9-Aumento de Alfa 1 antitripsina					X			
10-Albumina <= 3g/dl								
11-Aritmia					X			
12-Aumento da ALT								
13-Aneurisma de Coronárias								
14-Secreção da conjuntiva ocular								
15-Conjuntivite ou parafaringite exudativas								
16-Exantema na forma Vesicular ou Bolhoso								
17-Linfadenite generalizada								

Obs: Para inserir informações sobre um sintoma clique na célula branca correspondente ao Sintoma (linha) e ao Dia (coluna) da análise. Após informar todos os sintomas clique no botão Gravar.

Opção

Figura 5. Tela de revisão de um caso.

O especialista analisa as características do paciente, e clica no botão Revisar, localizado no centro a esquerda, para efetivar a revisão do caso. Nesse momento o caso fica disponível na base de casos do RBC e o médico que diagnosticou esse caso não poderá excluir o paciente ou alterar as características clínicas do mesmo.

Após o especialista revisar o novo caso, ele passa a ficar disponível na base do RBC, garantindo o aprendizado da ferramenta. Todo caso revisado é utilizado no cálculo de similaridade, mesmo que já se possua na base um caso idêntico ao novo caso, este pode ser armazenado e utilizado no RBC. A decisão de se permitir a existência de casos

idênticos na base de casos da ferramenta foi tomada pensando em futuras estatísticas médicas que poderão ser realizadas sobre os casos.

### 2.3. Algumas Considerações sobre Implementação da Ferramenta

Para a implementação da ferramenta utilizou-se a linguagem C# na plataforma *Visual Studio .NET 2008* e o banco de dados no *Sql-Server 2005 Express*, e desenvolveu-se a modelagem no *Enterprise Architect*.

A arquitetura é baseada no padrão *Model View Controller (MVC)*, escolhido pelo fato separar a aplicação em camadas gerando inúmeras vantagens para o desenvolvimento da ferramenta, sendo composta pelas camadas descritas abaixo (e também apresentadas na Figura 6):

- Camada Limite possui as telas do sistema, subdividida em:
  - Área pública: páginas com acesso público sem restrições de usuários;
  - Área restrita: páginas com acesso restrito, somente médicos cadastrados e autorizados na ferramenta possuem acesso;
- Camada Negócios: concentra todas as regras de negócios da ferramenta;
- Camada Dados: Camada de persistência da ferramenta.
  - *Language Integrated Query (Linq)* é uma linguagem que permite acessar o banco de dados através de objetos, ele permitiu um ganho de produtividade no desenvolvimento da aplicação, uma vez criado o banco, bastava arrastar as tabelas para um arquivo de mapeamento do Linq e ele criava automaticamente os objetos e suas devidas operações CRUD.

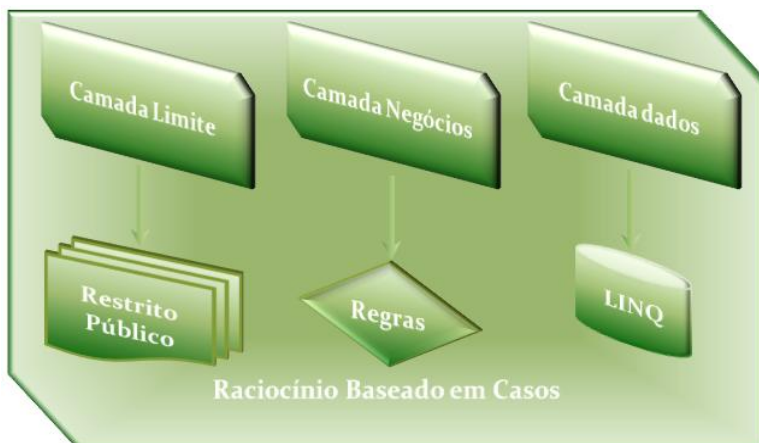


Figura 6. Arquitetura do sistema.

O banco de dados da ferramenta, conforme ilustrado na Figura 7, possui 9 tabelas, das quais o RBC faz uso das seguintes: Pessoa, Medico, Pacientes, Sintomas e Analise.

A tabela **Medico** é utilizada na obtenção dos médicos responsáveis pelo diagnóstico e revisão daquele caso, enquanto que a tabela Pessoa é utilizada para obter dados do médico (Nome, Telefone e E-mail).

A tabela **Paciente** é utilizada para saber quais os pacientes foram diagnosticados com a doença através do filtro FLDKConfirmado = ‘S’, ou também é utilizado FLDKRevisado = ‘S’.

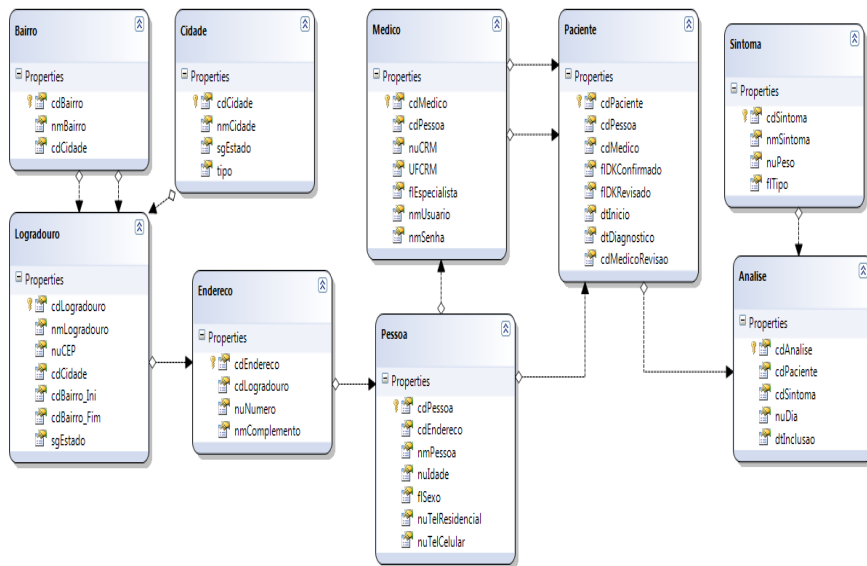


Figura 7. Modelagem do Banco de Dados da Ferramenta.

De posse destes pacientes, é utilizada a tabela de **Analise** para obter quais foram as características registradas de cada paciente de forma consolidada.

Encontrados os sintomas do paciente é utilizada a tabela de Sintomas para saber o peso de cada sintoma que será utilizado no cálculo de similaridade.

### 3. Conclusões

Durante o estudo sobre a doença, constatou-se que as características dos sintomas apresentados, em conjunto com a dificuldade do diagnóstico e a dificuldade de aquisição intensa do conhecimento de um especialista sobre o domínio da DK, refletiram diretamente na escolha da técnica de Raciocínio Baseado em Casos. Esta técnica vem sendo bastante utilizada em ferramentas de diagnóstico médico, porque como se baseia em experiências passadas, o médico intuitivamente a utiliza, com seu conhecimento acadêmico em conjunto com outras experiências para diagnosticar um paciente.

A ferramenta se encontra em testes, porém já se pode perceber o seu imenso potencial, uma vez que ela consegue auxiliar o médico durante o diagnóstico de várias maneiras: 1. pelo conjunto de possíveis sintomas da DK, que servem como um guia para que o médico possa analisar o paciente; 2. pela rápida verificação de sintomas que excluem o diagnóstico, ao registrar algum desses sintomas o médico é alertado que é DK improvável; 3. pelo RBC que possibilita ao médico tirar conclusões sobre outros casos que sejam semelhantes ao caso atual, podendo inclusive contatar médicos responsáveis por cada caso; 4. por ser baseada no guia de características desenvolvido pelo Comitê Japonês em Pesquisa em DK juntamente com a AHA, a ferramenta analisa se o paciente preenche esses requisitos e alerta o médico que na presença desses sintomas é DK provável, com isso chega-se a comprovação do diagnóstico.

Após as pesquisas realizadas sobre ferramentas de IA para diagnóstico médico, notou-se que existem várias doenças que são semelhantes à DK, ou seja, não existe um exame que comprove a presença da doença. Desta forma, modelou-se a ferramenta pensando que novas doenças podem ser introduzidas e trabalhadas por ela. Para tal serão necessárias poucas alterações na ferramenta, uma vez que o RBC é todo dinâmico, desde considerações sobre os pacientes até os sintomas de cada doença.

## Referências

- Doença de Kawasaki. (s.d.). Em *The Pediatric Rheumatology INternational Trials Organisation (PRINTO)*. Acessado de [http://www.printo.it/pediatric-rheumatology/information/Brasil/PDF/6\\_KD\\_Portugal.pdf](http://www.printo.it/pediatric-rheumatology/information/Brasil/PDF/6_KD_Portugal.pdf)
- Junior, M. S. B. (2001). *Proposta de Modelo RBC Para a Recuperação Inteligente de Jurisprudência na Justiça Federal*. Dissertação (Mestrado em Gestão do Conhecimento e da Tecnologia da Informação). Florianópolis: UFSC.
- Luger, G. F. (2004). *Inteligência Artificial: estruturas e estratégias para a solução de problemas complexos*. 4ª.ed. Porto Alegre : Bookman.
- Montani, S. et al. (2003). Applying Case-Based Retrieval to Hemodialysis Treatment, *Workshop on CBR in the Health Sciences*. Trondheim-Norway.
- O que é Informática em Saúde?. (s.d.) Em *SBIS – Sociedade Brasileira de Informática na Saúde*. Acessado em <http://www.sbis.com.br/indexframe.html>.
- Ramos, R. C. (2007). *Doença de Kawasaki: doença rara ou mal diagnosticada?*. Monografia (Especialista em Pediatria). Brasília: Secretaria de Estado de Saúde do Distrito Federal, 2007.
- Silva, R. P. (2005). *Modelo de apoio ao diagnóstico no domínio médico aplicando raciocínio baseado em casos*. Dissertação (Mestrado em Gestão do Conhecimento e da Tecnologia da Informação). Brasília: UCB.
- Wangenheim A. von; Wangenheim, C. G. von. (2003). *Raciocínio Baseado em Casos*. Barueri: Manole.



## Modelo Predictivo Colaborativo de Apoyo al Diagnóstico en Servicio de Urgencias Psiquiátricas \*

J. R. Cano<sup>1</sup>, M.J. del Jesús<sup>1</sup>, P. González<sup>1</sup>, J.J. Aguilera<sup>1</sup>, A.G. López<sup>1</sup>, F. Herrera<sup>2</sup>, M. Navío<sup>3</sup>, M. A. Jiménez<sup>3</sup>

[jrcano@ujaen.es](mailto:jrcano@ujaen.es), [mjjesus@ujaen.es](mailto:mjjesus@ujaen.es), [pglez@ujaen.es](mailto:pglez@ujaen.es), [jjaguile@ujaen.es](mailto:jjaguile@ujaen.es), [aglopez@ujaen.es](mailto:aglopez@ujaen.es), [herrera@decsai.ugr.es](mailto:herrera@decsai.ugr.es), [mercedes.navioacosta@gmail.com](mailto:mercedes.navioacosta@gmail.com), [jimenezarriero@gmail.com](mailto:jimenezarriero@gmail.com)

<sup>1</sup> Dep. de Informática, Universidad de Jaén, 23071, Jaén, España

<sup>2</sup> Dep. Ciencias de la Comp. e I.A., Universidad de Granada, 18071, Granada, España

<sup>3</sup> Hospital Doce de Octubre de Madrid, 28041, Madrid.

**Resumen:** En este trabajo se presenta un modelo de apoyo al diagnóstico para el servicio de urgencias psiquiátricas del Hospital Doce de Octubre de Madrid. Para el diagnóstico, en este servicio se emplean encuestas con el objetivo de adquirir información de los pacientes, las cuales en muchos casos están incompletas o presentan ruido. La propuesta consiste en un sistema de recuperación de información perdida y verificación de la proporcionada con el objetivo de incrementar la información aportada al personal médico para la toma de decisiones. Para ello se emplea un algoritmo de ascensión de colinas que aprende el conjunto de entrenamiento y el algoritmo de minería de datos que extrae los mejores modelos predictivos para cada uno de los datos que conforman las encuestas, completando la información ausente o bien, verificando su integridad por sí portara ruido.

**Palabras clave:** Urgencias psiquiátricas, Asistencia al Diagnóstico, Modelo Predictivo, Minería de Datos, Preprocesamiento.

**Abstract:** This paper presents a model of diagnostic support for the psychiatric emergency department of the Hospital Doce de Octubre in Madrid. For diagnosis, in this emergency service, forms are used for the purpose of acquiring information from patients, which in many cases are incomplete or contain noise. This proposal consists in a system for lost information recovery and verification of the provided, with the aim of increasing the information offered to medical personnel for decision making. It uses a hill climbing algorithm that learns the training set and the data mining algorithm that extracts the best predictive models for each of the

---

\* Este trabajo está financiado por los proyectos UJA\_07\_16\_07 (Universidad de Jaén), TIN-2008-06681-Co6-02 (Ministerio de Ciencia e Innovación) y TIC-3928.

data which compose the form. These models are used to complete the missing information or to check the integrity of the data if noise values are present.

**Keywords:** Emergency psychiatric, Diagnostic Support, Predictive Model, Data Mining, Preprocessing.

## 1. Introducción

Esta propuesta se sitúa en el área de la extracción de conocimiento centrando su interés en el dominio médico del servicio de urgencias psiquiátricas del Hospital Doce de Octubre de Madrid. En este servicio se registra información de cada persona que llega a urgencias mediante el empleo de encuestas. Dicha información se utiliza tanto para el diagnóstico como para la concesión del alta del paciente.

Al ser información recogida en una situación de estrés, es frecuente que no se recojan todos los datos del paciente de entre los presentes en la encuesta. El inconveniente en estos casos se refleja en que algunos de esos datos pueden ser muy útiles para poder efectuar diagnósticos efectivos en tiempo real o confeccionar modelos predictivos o relacionales sobre comportamiento de pacientes.

Como añadido a la pérdida de algunos de esos datos, puede darse el caso de que algunos pacientes no contesten con sinceridad a alguna de las preguntas (consumo de drogas, alcohol, etc.). Dicha circunstancia puede añadir ruido, lo cual incrementa la dificultad del problema.

Para intentar hacer frente a estos inconvenientes se propone la generación de diferentes modelos predictivos mediante técnicas de minería de datos (Witten & Frank, 2005), uno para cada dato del paciente recogido en las encuestas. El objetivo de la utilización de estos modelos presenta una doble vertiente: por un lado, recuperar la información que no se haya recolectado del paciente, mediante un proceso predictivo (recuperándose información perdida), y por otro, en caso de haberse introducido esa información, verificar si conserva la integridad de la información del caso clínico al que pertenece (detección de errores o casos anómalos).

La extracción de modelos se lleva a cabo utilizando algoritmos de minería de datos (Witten & Frank, 2005). Existen distintos algoritmos de este tipo, los cuales extraen modelos de diferente naturaleza y prestaciones según sean los datos de entrenamiento. Por esta razón, en el proceso de búsqueda uno de los objetivos se centra en encontrar el algoritmo de minería de datos que extraiga los modelos con mayores capacidades de predicción. Se pretende con ello ajustar el tipo de modelo predictivo al dato o característica concreta que se desea modelar.

Al mismo tiempo, en el proceso de búsqueda, se le presta atención al conjunto de entrenamiento empleado para extraer el modelo. Como la literatura ha demostrado en trabajos previos (Cano, Herrera & Lozano, 2003), la calidad del modelo predictivo depende en gran medida del conjunto de entrenamiento considerado (Cano, Herrera & Lozano, 2006, y Cano, Herrera & Lozano, 2007). Por ello, se introducen en el proceso de búsqueda mecanismos de ajuste del conjunto de entrenamiento siguiendo dos vías: selección de instancias, para la selección de los casos relevantes en la confección del

modelo (Liu & Motoda, 2001), y selección de características, donde de cada caso clínico se escogerán los datos (características) que se consideran más interesantes según una determinada heurística (Liu & Motoda, 2007).

Tras la ejecución del algoritmo, se ofrecen tantos modelos predictivos como características o datos aparezcan en cada caso clínico. De esta forma, cada vez que se recoja un nuevo caso clínico podrá analizarse cada característica utilizando su modelo predictivo concreto. En caso de no haberse introducido el dato correspondiente a esa característica, el modelo efectuará un predicción acerca del valor que le correspondería. En el caso de que se haya introducido, el modelo predictivo correspondiente puede evaluar cual sería el valor que le correspondería según el modelo y verificar si tendría sentido o no con respecto al resto de valores del caso clínico.

De esta forma el trabajo se organiza en las siguientes secciones: En la Sección 2 se presenta el dominio de adquisición de conocimiento. La Sección 3 está dedicada a presentar el algoritmo propuesto para la extracción de los modelos. En la Sección 4 se ofrece el estudio experimental, con resultados y su análisis y finalmente en la Sección 5 se incluyen las conclusiones.

## **2. Adquisición de Conocimiento en el Servicio de Urgencias Psiquiátricas**

Tal y como se ha indicado en la sección de introducción, en este caso el área de extracción de conocimiento se centra en el dominio médico de datos del servicio de urgencias psiquiátricas del Hospital Doce de Octubre de Madrid. En este servicio se registra información de cada persona que llega a urgencias mediante el empleo de encuestas. La información recogida en una encuesta hace referencia a un caso clínico, dentro del cual aparece información del paciente como por ejemplo: sexo, edad, nivel educativo, situación laboral, antecedentes médicos, antecedentes psiquiátricos, consumo de alcohol, etc., hasta un total de 72 datos. A cada dato adquirido del paciente (su sexo, edad, etc.) le llamaremos variable o característica. Dicha información se utiliza tanto para el diagnóstico como para la concesión del alta del paciente.

El inconveniente que tiene la adquisición de esta información viene dado por la propia naturaleza de la tarea que aborda. Se trata de recopilar información del paciente en urgencias, donde el nerviosismo y el estrés del momento pueden producir que algunos de los campos no se completen. Al mismo tiempo, alguno de los datos consultados al paciente pueden incomodarle y puede que la respuesta no sea la real (por ejemplo al consultarle sobre consumos de alcohol, drogas, etc.). Dichas circunstancias provocan que los datos de que dispone el servicio médico de urgencias no sean de calidad, lo cual dificulta su tarea de diagnóstico.

El problema de la pérdida de información aparece tratada de forma clásica en la literatura empleando métodos de imputación (Little & Rubin, 1987, Farhangfar, Kurgan & Pedrycz, 2007). Los métodos de imputación son técnicas de recuperación de información siguiendo una determinada heurística. Dentro de este grupo de métodos podemos encontrar diferentes estrategias: desde eliminar los casos con datos perdidos, pasando por recuperar la información basándose en resultados medios o más frecuentes, o bien el empleo de clasificadores que, basándose en criterios de vecindad,

estiman el valor perdido. En todos los casos, el objetivo se centra en imputar el valor perdido más que en la búsqueda de relaciones entre los datos.

En nuestro caso el interés se orienta en mayor medida en encontrar relaciones entre los datos, desde la perspectiva predictiva. De esta forma, más que recuperar un dato concreto, nos interesa modelar esa característica con respecto a todos los demás datos pertenecientes a un caso clínico. Estos modelos pueden permitir encontrar relaciones entre las diferentes características, predecir futuros valores perdidos con un cierto valor de certeza basándose en las capacidades predictivas del modelo y servir de apoyo verificando la integridad de información que sí haya sido suministrada. Otra diferencia del enfoque seguido en nuestra propuesta frente a los métodos clásicos de imputación radica en que en los métodos de imputación se utiliza una misma heurística para todas las características, frente a la nueva propuesta en la que adaptamos la heurística a cada una de los datos. Como añadido, en la nueva propuesta se introduce un proceso de preprocesamiento para optimizar el modelo, lo cual permite generalizar y evitar sobreaprendizaje (Cano, Herrera & Lozano, 2003).

De esta forma se diseña un sistema inteligente de apoyo a la decisión del equipo médico para mejorar la calidad de la información de que disponen en cada caso clínico. Como se indica anteriormente, el sistema completa mediante procesos predictivos la información no suministrada por el paciente, verifica la integridad de la información que sí se ha facilitado y proporciona los modelos predictivos encontrados para que los expertos puedan interpretar las relaciones presentes en ellos.

### **3. Algoritmo de Aprendizaje de Modelos Predictivos**

En esta sección presentamos el método propuesto para la generación de los modelos. La búsqueda del mejor modelo se lleva a cabo mediante la selección del conjunto de entrenamiento más prometedor, empleando técnicas de preprocesamiento, combinado con la elección del método de minería de datos que produce los modelos con mayor capacidad predictiva.

#### **3.1. Preprocesamiento: Selección de Conjuntos de Entrenamiento**

Revisando la literatura se puede comprobar la mejora que ofrecen las técnicas de preprocesamiento sobre los modelos extraídos posteriormente a partir de los conjuntos de datos (Cano, Herrera & Lozano, 2003). Dichas mejoras pueden verse reflejadas en la precisión del modelo, capacidad de generalización, su interpretabilidad, etc. (Cano, Herrera & Lozano, 2006, y Cano, Herrera & Lozano, 2007).

Dentro de las diferentes líneas de trabajo a seguir en preprocesamiento, la atención se ha dirigido hacia la selección de instancias y la selección de características (Derrac, García & Herrera, 2009).

El proceso de selección de instancias consiste en elegir de entre todos los casos clínicos de que dispongamos, aquellos que sean más representativos según una heurística determinada, y que permitan extraer modelos con mayores prestaciones (Liu & Motoda, 2001). En nuestro caso concreto, la selección de instancias se ha llevado a cabo empleando una variante del algoritmo *Edited Nearest Neighbor by Random Selection (ENNRS)* (Wilson & Martinez, 2000), sin prefijar el número de instancias. La

elección de las instancias más adecuadas se lleva a cabo mediante un proceso iterativo de ascensión de colinas.

La selección de características tiene como objetivo la elección del subconjunto de características presentes en los casos clínicos de forma que considerando solo esas características de todos los casos clínicos, se puedan extraer modelos con mejores prestaciones (Liu & Motoda, 2007). En este caso se han considerado diferentes heurísticas para efectuar la selección de características. Los posibles métodos de selección utilizados son (Witten & Frank, 2005):

1. Selección de todas las características presentes (No Selec. Caract.).
2. Selección aleatoria de las características (Sel. Caract. Aleatoria).
3. Selección basada en la heurística Chi -cuadrado, considerando una dirección de búsqueda basada en ranking (ChiSquaredAttributeEval - Ranked).
4. Selección basada en medir la razón de beneficio de una característica con respecto a la clase, considerando una dirección de búsqueda basada en ranking (GainRatioAttributeEval - Ranked).
5. Selección basada en medir la ganancia de información de cada atributo con respecto a la clase, considerando una dirección de búsqueda basada en ranking (InfoGainAttributeEval - Ranked).
6. Selección basada en el clasificador OneR, el cual usa el atributo de mínimo error para predecir, considerando una dirección de búsqueda basada en ranking (OneRAttributeEval - Ranked).
7. Selector basado en evaluar un subconjunto de características considerando la habilidad predictiva individual de cada variable (CfsSubsetEval). Los posibles métodos de búsqueda del subconjunto son La mejor primera (-BestFirst), Basada en Ranking (-RankSearch), Búsqueda Voraz (-GreedyStepWise) y Búsqueda Genética(-GeneticSearch).
8. Selector basado en evaluar un subconjunto de características considerando la consistencia en los valores de la clase al proyectar las instancias sobre el subconjunto de características (ConsistencySubsetEval). Los posibles métodos de búsqueda del subconjunto son: La mejor primera (-BestFirst), Basada en Ranking (-RankSearch), Búsqueda Voraz (-GreedyStepWise) y Búsqueda Genética(-GeneticSearch).
9. Selector basado en evaluar un subconjunto de características considerando el clasificador C4.5 (Quinlan, 1993) (ClassifierSubsetEval). Las posibles métodos de búsqueda del subconjunto son La mejor primera (-BestFirst), Basada en Ranking (-RankSearch), Búsqueda Voraz (-GreedyStepWise) y Búsqueda Genética(-GeneticSearch).

El proceso de preprocesamiento desarrollado en el algoritmo consiste en la elección de las instancias (por medio del algoritmo *ENNRS*) y de las características (utilizando cualquiera de las 9 combinaciones anteriores) tales que su aplicación, junto con la elección del método de minería de datos adecuado, ofrezca los modelos con las mejores capacidades predictivas. Ésta es la primera propuesta que se hace en la literatura en ese sentido, efectuándose selección de instancias, características y algoritmo de minería de datos.

### 3.2. Algoritmos de Minería de Datos

Los algoritmos de minería de datos han sido seleccionados considerando los destacados en (Wu & Kumar, 2009). Así mismo hemos incluido el Random Forest por ser una de las técnicas de minería de datos capaz de ofrecer modelos con elevadas capacidades predictivas (Breiman, 2001). Los algoritmos empleados son los siguientes:

1. C4.5 (Quinlan, 1993): Algoritmo que genera clasificadores expresados en forma de árboles de decisión.
2. Naive-Bayes (Domingos & Pazzani, 1997): Dado un ejemplo  $x$  representado por  $k$  valores el clasificador busca la hipótesis más probable que describa a ese ejemplo, basándose en el teorema de Bayes.
3. 3-Vecinos Más Cercanos (3NN) (Papadopoulos & Manolopoulos, 2004): Este algoritmo busca en el conjunto de entrenamiento, el grupo de 3 instancias más cercanas a la que se desea clasificar, y basa la predicción de clase en la predominancia de una determinada clase en el vecindario.
4. Máquina de Soporte Vectorial (SMO) (Meyer, Leisch & Hornik, 2003): El objetivo de SMO consiste en encontrar la mejor función de clasificación que distinga entre los miembros de las clases en el conjunto de entrenamiento.
5. Random Forest (Breiman, 2001): Consiste en una combinación de clasificadores basados en árboles de decisión, de forma que la clase a la que pertenece una nueva instancia vendrá determinada por el voto de cada uno de esos árboles.
6. Adaboost (Freund & Schapire, 1997): Se trata de un clasificador robusto compuesto mediante la combinación de clasificadores más simples.

El algoritmo propuesto en nuestro caso lleva a cabo la elección tanto del conjunto de entrenamiento como del tipo de clasificador más prometedor, de entre los anteriormente citados, teniendo como objetivo optimizar el porcentaje de acierto del clasificador.

### 3.3. Algoritmo de Extracción de Modelos mediante Selección de Conjuntos de Entrenamiento y Técnica de Minería de Datos

La técnica utilizada para llevar a cabo esta tarea se trata de un método de ascensión de colinas. Se considera como función objetivo el mejorar el porcentaje de entrenamiento obtenido con el modelo, usando el conjunto de entrenamiento preprocesado como entrada. El algoritmo se ejecutará extrayendo modelos para cada característica o dato que forma parte de un caso clínico.

A continuación vamos a mostrar la representación de las soluciones considerada, la función objetivo y el algoritmo empleado.

#### *Representación de las soluciones*

Cada solución va a estar compuesta por un vector de  $n+3$  casillas, siendo  $n$  el número de instancias del conjunto de entrenamiento (véase Figura 1). Dicha solución aparece dividida en tres partes:

- La primera parte del vector, correspondiente a las casillas desde la 0 a la  $n-1$ , se emplea para llevar a cabo la selección de instancias empleando el algoritmo *ENNRS*, utilizando para ello una codificación binaria donde un 1 representa que la instancia situada en ese orden dentro del conjunto inicial de entrenamiento si está incluida en el conjunto seleccionado, mientras que un 0 refleja que no lo está.
- La segunda parte de la solución, asociada a las casillas  $n$  y  $n+1$ , hace referencia a la selección de características. La casilla  $n$  representa la heurística de selección de características considerada. Es un valor entero entre 1 y 9 (ver Sección 3.1). Desde el 1, que hace referencia al caso en el que se seleccionan todas las características, hasta el 9, donde se selecciona el subconjunto considerando el clasificador C4.5 (ClassifierSubsetEval). La casilla  $n+1$  indica el método de búsqueda del subconjunto seguido. Dicha casilla toma valores entre 1 y 4 (ver Sección 3.1), donde el 1 representaría la búsqueda basada en los mejores (-BestFirst), el 2, basada en Ranking (-RankSearch), la 3, búsqueda Voraz (-GreedyStepWise) y finalmente la 4, búsqueda Genética (-GeneticSearch).
- La última casilla  $n+2$  de la solución codificará el algoritmo de minería de datos que se empleará para extraer el clasificador. Almacenará un valor entero entre 1 y 6, haciendo referencia a los algoritmos situados en la Sección 3.2, tal y como aparecen numerados.

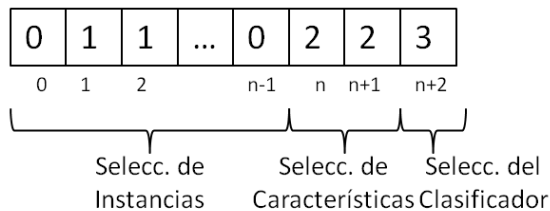


Figura 1 - Representación de la solución

### Función Objetivo

Para cada característica el objetivo consiste en optimizar el porcentaje de acierto sobre el conjunto de entrenamiento, conseguido mediante las selecciones del conjunto de entrenamiento y del algoritmo de minería de datos apropiado (ver Expresión 1).

Función Objetivo = Porc. Acierto Alg. Minería de Datos (  $\sigma(\pi(TR)), TR$  )

Expresión 1 - Cálculo de la Función Objetivo

Donde  $TR$  es el conjunto de entrenamiento inicial,  $\pi(TR)$  representa la selección de características aplicada sobre  $TR$ , y  $\sigma(TR)$  la selección de instancias sobre el conjunto

que se le introduce como entrada entre paréntesis. La función devuelve el porcentaje de acierto que ofrece el algoritmo de minería de datos

### *Descripción del Algoritmo*

Los pasos que componen el algoritmo son los siguientes:

1. Para car=0 mientras car<Numero de Características.
2.     solucion[]=Generación Aleatoria();
3.     iteracion=0;
4.     mejor Porc. Acierto=0
5.     mejor Solucion[]={};
6.     Hacer
7.         TR=Conjunto Entrenam. Completo
8.         TR'=procesaSeleccionCaracterísticas(solucion[],TR,car)
9.         TR''=procesaSeleccionInstancias(solucion[],TR',car)
10.        porc. Ac. Entren=procesaMineriaDatos(solucion[],TR'',car)
11.        Si porc. Ac. Entren > mejor Porc. Acierto Entonces
12.            mejor Porc. Acierto= porc. Ac. Entren.
13.            mejor Solucion[]= solucion[]
14.        Fin si
15.        solucion[]=mutarSolucion(mejor Solucion[])
16.        iteracion=iteración+1;
17.     Mientras (iteración < maxIteraciones)
18.        mejores Soluciones[car][]=mejor Solucion[]
19.     Fin Para
20. Devolver mejores Soluciones[][]

Como se puede ver en la línea 1 del algoritmo, el proceso se repite para cada característica. De esa forma se obtendrá para cada una la solución que consigue el modelo con el mejor porcentaje de acierto, comprendiendo la solución: la mejor selección de instancias y características encontrada y el algoritmo de minería de datos con el que mejor se comporta en acierto.

La mutación efectuada sobre una solución en el paso 15 consiste en modificar ese vector solución en un 15% de sus componentes. Para ello se altera su contenido entre 0 y 1 en caso de las celdas dedicadas a la selección de instancias o bien generando un número entero aleatorio en caso de las celdas para la selección de características y la selección del algoritmo de minería de datos.

El objetivo final del algoritmo es obtener tantos modelos predictivos de calidad como características presente cada instancia del conjunto de entrenamiento, para así poder usar esos modelos como apoyo al diagnóstico.

En la Figura 2 se muestra una representación del modelo predictivo combinado propuesto, donde se combinan los diferentes modelos.

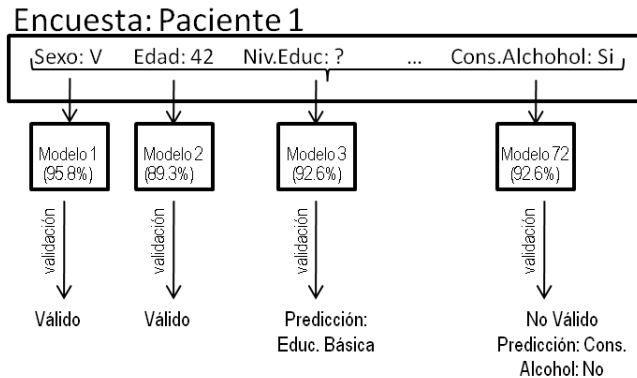


Figura 2 - Modelo combinado colaborativo de apoyo.

Tras recoger la encuesta se evalúan sus datos con los diferentes modelo extraídos. Se validan en caso de coincidir con la respuesta del modelo si el dato está presente, como aparece reflejado en la Figura 2 en el caso de Sexo y Edad. En caso de no coincidir la predicción (Figura 2, caso del Consumo Alcohol), se refleja esa inconsistencia y se aporta el valor predicho por el modelo. Si falta el dato (notado con '?' en la Figura 2'), como aparece en el caso del Nivel Educativo, el modelo se emplea para predecir el valor que le correspondería.

## 4. Estudio Experimental

En esta sección se describe el estudio experimental desarrollado. En la Sección 4.1 presentamos la metodología de experimentación. La Sección 4.2 está dedicada a los resultados y finalmente, en la Sección 4.3, se ofrece el análisis de los mismos.

### 4.1. Metodología de Experimentación

En esta sección presentamos el conjunto de datos utilizado, el proceso de validación seguido y los parámetros empleados en el algoritmo.

#### *Conjunto de Datos*

El conjunto de datos de que disponemos contiene información adquirida de pacientes en el servicio de urgencias psiquiátricas del Hospital Doce de Octubre de Madrid. El conjunto está compuesto por 913 casos, con 72 variables (características) por caso. De las 72 variables hay 69 nominales y 3 de tipo entero.

El conjunto de datos se caracteriza por presentar un elevado número de datos perdidos. Así podemos destacar que existe algún tipo de información no recogida de entre esas 72 variables en 720 de los 913 casos. Es evidente que esta pérdida de información es una situación habitual en la toma de datos. Del total de información recogida (913 casos con 72 características por caso) existe un 5.3% de información ausente. Dicha situación refleja que aunque la mayoría de los casos se ven afectados por ausencia de información, ésta solo afecta a un número reducido de variables por caso.

Algunos de los algoritmos de minería de datos no pueden aplicarse en presencia de datos perdidos. Para solventar esa situación y poder extraer los modelos predictivos que serán posteriormente evaluados sobre los conjuntos de test, se aplica en una primera fase como algoritmo de imputación el *Event-Covering* siguiendo las indicaciones sugeridas en (Luengo, García & Herrera, 2007).

### *Proceso de Validación*

Para poder analizar la robustez de los modelos obtenidos se ha seguido un proceso de validación cruzada de tamaño 10. Según este modelo se hacen 10 particiones del conjunto inicial de datos, donde para cada partición se tiene un conjunto de entrenamiento del 90% (*TR*) y otro de test del 10% (*TST*). Los modelos se aprenden utilizando el conjunto de entrenamiento y posteriormente se validan considerando el de test. En los resultados se presenta la media de los porcentajes de acierto sobre los conjuntos de test.

### *Parámetros del algoritmo*

Los parámetros a fijar en el algoritmo son, por una lado, el número máximo de iteraciones a efectuar (*maxIteraciones*) para optimizar un modelo, y por otro, durante el paso 15 del algoritmo al efectuar la mutación, el porcentaje de la solución a modificar. Como número máximo de iteraciones se ha empleado un valor de 500 y cada solución se modificará un 15% de forma aleatoria en cada iteración.

## **4.2. Resultados**

En esta sección presentamos algunos de los resultados significativos obtenidos. En la Tabla 1 aparecen reflejados, empleando la siguiente estructura: la primera columna (*Carácter.*) muestra el nombre de la característica sobre la que se extrae el modelo (a clasificar), la segunda columna (*Selec. Instanc.*) el número de instancias seleccionadas de entre un total de 821, la tercera (*Selec. Carácter.*) la heurística y el método de búsqueda en la selección de características, la cuarta (*Alg. Min. Datos*) indica el algoritmo de minería de datos empleado y la última (*Porc. Ac. Test*), el porcentaje medio de acierto en test conseguido.

Tabla 1 – Resultados por característica, indicando instancias seleccionadas, algoritmos de selección de características y minería de datos y porcentaje de acierto en test.

<b>Carácter.</b>	<b>Selec. Instanc.</b>	<b>Selec. Carácter.</b>	<b>Alg. Min. Datos</b>	<b>Porc. Ac. Test</b>
<i>consumoSustan</i>	564	InfoGain-Ranked	RndForest	91.30%
<i>alcohol</i>	530	GainRat-Ranked	RndForest	85.87%
<i>cannabis</i>	553	CnsSub-BestFirst	RndForest	85.86%
<i>opiáceos</i>	572	CnsSub-Greedy	RndForest	93.47%
<i>cocaína</i>	459	CnsSub-BestFirst	RndForest	92.39%
<i>Otros</i>	656	No Selec. Caract.	SMO	97.82%
<i>ttoPsicofarmPr</i>	534	CnsSub-BestFirst	RndForest	93.48%

Carácter.	Selecc. Instanc.	Selecc. Carácter.	Alg. Min. Datos	Porc. Ac. Test
<i>Bdz</i>	679	InfoGain-Ranked	RndForest	78.80%
<i>neurolepClas1</i>	542	ChiSqua-Ranked	SMO	92.39%
<i>neurolepAtip1</i>	497	GainRat-Ranked	RndForest	91.30%
<i>antidepTric1</i>	543	No Selecc. Caract.	SMO	92.93%
<i>eutimizante</i>	637	CnsSub-Greedy	RndForest	93.47%
<i>nlDepot</i>	428	InfoGain-Ranked	SMO	99.45%
<i>Isma</i>	666	InfoGain-Ranked	SMO	97.82%
<i>otrosAntidepr</i>	527	CnsSub-BestFirst	RndForest	95.65%
<i>Litio</i>	694	InfoGain-Ranked	SMO	98.36%
<i>nlDepot</i>	628	CnsSub-RankSch	RndForest	99.45%
<i>ingMedPrevios</i>	563	CnsSub-BestFirst	RndForest	86.95%
<i>tMentalOrganico</i>	486	InfoGain-Ranked	SMO	94.02%
<i>tPsicotico</i>	562	CnsSub-BestFirst	RndForest	95.10%
<i>tDisfuncFisiologicas</i>	587	InfoGain-Ranked	SMO	98.36%
<i>retrasoMental</i>	674	CfsSub-Greedy	Adaboost	96.19%
<i>tAlimentacion</i>	596	CnsSub-BestFirst	RndForest	99.45%
<i>litio2</i>	741	GainRat-Ranked	Adaboost	99.45%

De entre los 72 modelos extraídos, uno para cada característica, en 45 casos se supera el 80% de acierto en test. En 14 características este porcentaje se encuentra entre 60% y 80%, y las restantes son inferiores al 60%. El sistema conjunto de ayuda al diagnóstico estará compuesto por estos modelos, acompañando a cada modelo por ese porcentaje de acierto en test que ha conseguido. De esa forma el equipo médico puede otorgar mayor o menor confianza a la predicción ofrecida por un modelo.

### 4.3. Análisis

Con los resultados ofrecidos en la sección anterior (Tabla 1), podemos extraer las siguientes consideraciones:

- Teniendo en cuenta la segunda columna de la tabla, referida a la Selección de Instancias, podemos apreciar como en todos los casos se lleva a cabo una reducción del conjunto inicial de datos en torno a un 60%. Dicha situación refleja el hecho de que se consiguen modelos con mayores capacidades de predicción al escoger las muestras más representativas.
- Algo semejante sucede con la Selección de Características (columna 3 de la Tabla 1). En casi todos los casos se ha llevado a cabo selección de características, adaptándose esta tanto a nivel de heurística como de método

de búsqueda del subconjunto óptimo, al modelo predictivo de calidad que se desea obtener.

- Con respecto al algoritmo de minería de datos podemos ver que sucede algo parecido. El algoritmo selecciona el mecanismo de minería de datos que ofrece los modelos con mayores porcentajes de acierto a partir del conjunto previamente preprocesado mediante selección de instancias y características. De entre los algoritmos utilizados se destacan claramente el RandomForest, seguido de SMO y en menor medida Adaboost.
- Prestando atención a los porcentajes de acierto, se aprecia que una gran parte de los modelos obtenidos ofrecen más de un 80% de predicción considerando los conjuntos de test. Son por tanto modelos capaces de ofrecer predicciones de calidad.
- La calidad predictiva no es homogénea en los modelos obtenidos para todas las características, por lo que hay que valorar las respuestas de los mismos en función de su capacidad predictiva demostrada en test.
- Analizando los resultados conjuntamente se destaca que el algoritmo propuesto ajusta los conjuntos de entrenamiento y busca el método de aprendizaje capaz de generar modelos de calidad en la mayoría de los casos.

De esta forma, se pueden emplear dichos modelos como apoyo para la toma de decisiones por el cuerpo médico. Cuando se adquiere información de un nuevo paciente, se pueden emplear para completar la información no proporcionada o bien para verificar la ofrecida.

## 5. Conclusiones

En este trabajo se ha analizado la extracción de modelos predictivos como apoyo para la toma de decisiones en el servicio de urgencias psiquiátricas del hospital Doce de Octubre de Madrid.

Las principales conclusiones alcanzadas son las siguientes:

- El algoritmo propuesto es capaz de ofrecer modelos predictivos de calidad para la mayoría de las características que forman parte de cada caso clínico, seleccionando el conjunto de entrenamiento más adecuado y el modelo que mejor se ajusta.
- El uso combinado de los modelos predictivos de calidad obtenidos proporcionan una herramienta de apoyo al diagnóstico, proporcionando relaciones sobre la información que haya podido adquirirse o verificando la integridad de la que se haya recogido.

Como conclusión final podemos indicar que la extracción de modelos predictivos utilizando el algoritmo propuesto permite la construcción de un modelo conjunto de apoyo al diagnóstico, proporcionando valioso conocimiento sobre información ausente y analizando la proporcionada. La mayoría de los modelos obtenidos son de calidad,

apareciendo un conjunto reducido de ellos mejorable. Una futura línea de trabajo consistirá en la optimización del proceso de extracción de modelos.

## Referencias bibliográficas

- Breiman, L. (2001). Random Forests. *Machine Learning* 45(1), 5–32.
- Cano, J.R., Herrera, F. & Lozano, M. (2003). Using Evolutionary Algorithms as Instance Selection for Data Reduction in KDD: and Experimental Study. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation* 7(6), 567-575.
- Cano, J.R., Herrera, F. & Lozano, M. (2006). On the Combination of Evolutionary Algorithms and Stratified Strategies for Training Set Selection in Data Mining. *Applied Soft Computing* 6, 323-332.
- Cano, J.R., Herrera, F. & Lozano, M. (2007). Evolutionary Stratified Training Set Selection for Extracting Classification Rules with trade off Precision-Interpretability. *Data & Knowledge Engineering* 60(1), 90-108.
- Derrac, J., García, S. & Herrera, F. (2009). A First Study on the Use of Coevolutionary Algorithms for Instance and Feature Selection. In *Proceedings of the Fourth International Conference on Hybrid Artificial Intelligence Systems (HAIS 2009)*, June 10-12, Salamanca (Spain), *Lecture Notes in Artificial Intelligence* 5572, 557-564.
- Domingos, P. & Pazzani, M. (1997). On the optimality of the simple Bayesian classifier under zero-one loss. *Machine Learning* 29,103–137.
- Farhangfar, A., Kurgan, L.A. & Pedrycz, W. (2007). A novel framework for imputation of missing values in databases. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics* 37(5), 692-709.
- Freund, Y. & Schapire, R.E. (1997). A decision-theoretic generalization of on-line learning and an application to boosting. *Journal of Computer and System Sciences* 55(1), 119–139.
- Little, R.J. & Rubin, D.B. (1987). *Statistical Analysis with Missing Data*. John Wiley and Sons.
- Liu, H. & Motoda, H. (2001). *Instance Selection and Construction for Data Mining*. The Springer International Series in Engineering and Computer Science.
- Liu, H. & Motoda, H. (2007). *Computational Methods of Feature Selection*. Chapman & Hall/Crc Data Mining and Knowledge Discovery Series.
- Luengo, J., García, S. & Herrera, F. (2007). Estudio de la influencia de los métodos de imputación en Redes Neuronales de Base Radial para clasificación. *Proceedings of the II Congreso Español de Informática (CEDI 2007). Simposio de Inteligencia Computacional*, Zaragoza (Spain), 81-88, 11-14 Septiembre.
- Meyer, D., Leisch, F. & Hornik, K. (2003). The support vector machine under test. *Neurocomputing* 55(1-2), 169-186.

- Papadopoulos, A.N. & Manolopoulos, Y. (2004). *Nearest Neighbor Search: A database perspective*. Springer.
- Quinlan, J.R. (1993). *C4.5: Programs for machine learning*. Morgan Kaufmann.
- Wilson, D.R. & Martinez, T.R. (2000). Reduction Techniques for Instance-based learning algorithms. *Machine Learning* 38, 257-268.
- Witten, I.H. & Frank, E. (2005). *Data Mining: Practical Machine Learning tools and techniques with Java implementations*. Morgan Kaufmann.
- Wu, X. & Kumar, V. (2009). *The Top Ten Algorithms in Data Mining*. Chapman & Hall/

## Registo de Imagens Ecográficas com Modelo 3D de Ossos – aplicação ao fémur

Paulo J.S. Gonçalves<sup>1,2</sup>, Miguel V. Carvalho<sup>1</sup>, Daniela F.A. Mateus<sup>1</sup>,  
Pedro M.B. Torres<sup>1</sup>

paulo.goncalves@ipcb.pt, miguel.v2@hotmail.com, dany\_mateus181104@hotmail.com,  
pedrotorres@ipcb.pt

<sup>1</sup>Instituto Politécnico de Castelo Branco - EST, Av Empresário, 6000-767 Castelo Branco, Portugal

<sup>2</sup>IDMEC/IST, Av Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, Portugal

**Resumo:** Tendo como objectivo a aplicação de sistemas robóticos para auxílio do cirurgião, no presente artigo é apresentado um sistema para determinar a posição e orientação do osso do fémur, para assim guiar um robô em cirurgia. O sistema baseia-se no modelo 3D obtido através de imagens (TC) (pré-cirurgia) e no registo de imagens ecográficas (US) (em-cirurgia). Para a obtenção do modelo 3D foram analisados vários programas freeware. Os resultados obtidos para um osso do fémur de vaca, demonstram a validade do sistema, tendo para tal sido desenvolvido um aparato experimental.

**Palavras-chave:** Registo de Imagens; Processamento de Imagem; Imagens ecográficas; Tomografia Computorizada; Modelação 3D.

**Abstract:** In this paper is presented a system to obtain the position and orientation of a bone, to guide a robotic manipulator in orthopedic surgery. The system is applied to the femur for hip surgery. The system is based in the bone's 3D model obtained from Computed Tomography images (in the pre-operative scenario) and the registration of ecographic images to it (in the intra-operative scenario). To obtain the 3D model several freeware packages were applied and discussed. An experimental apparatus was developed and the experimental results, obtained from a cow femur, demonstrate the validity of the system.

**Keywords:** Image Registration; Image Processing; Ultrasound images; Computed Tomography; 3D Modeling.

### 1. Introdução

Em cirurgia ortopédica procura-se obter a posição e orientação do osso e do instrumental, utilizando formas cada vez menos invasivas, com o intuito da aplicação de sistemas robotizados em cirurgia (Taylor & Stoianovici 2003), (Casals; Frigola &

Amat, 2009). É proposto no presente artigo um sistema para determinar a posição e orientação do osso do fémur, tendo como base o modelo 3D do mesmo e o registo efectuado através do método *Iterative Closest Point* (ICP) (Besl & McKay 1992). Estes resultados foram obtidos utilizando um osso real do fémur de vaca.

Numa primeira fase são abordadas várias técnicas para obter modelos de ossos, neste caso o fémur, através de imagens de tomografia computadorizada (TC) e de ultrasons (US), para posterior aplicação em cirurgia ortopédica.

A obtenção do modelo através da literatura encontra-se bastante consolidada e surgiram recentemente vários programas freeware que realizam tarefas análogas que os dos grandes fabricantes mundiais de equipamento de TC. Assim, no presente artigo serão comparadas as reconstruções 3D resultantes dos vários programas analisados: (MedINRIA 2009), (MeVisLab 2009), (Invesalius 2009), (Martins, Barbara, Silva, Faria, Cassaro & Silva, 2007) e por último o programa comercial da Siemens.

A obtenção de um modelo 3D de ossos a partir de US é bastante complicada, pois o osso é uma superfície reflectora e os ultrasons não penetram neste, o que inviabiliza a visualização da sua parte posterior. Mas a utilização de US durante a cirurgia é bastante benéfica, devido ao seu baixo custo, portabilidade e não exposição à radiação, quando comparado com TC.

A aplicação dos mesmos algoritmos utilizados para as imagens ecográficas, fornece no máximo uma superfície do osso. Esta informação será utilizada durante a cirurgia para determinar a posição e orientação do osso relativamente a um referencial de inércia, e assim ser possível guiar um robô em cirurgia.

Vários métodos têm sido desenvolvidos para o registo de imagens de TC (pré-cirurgia) a imagens ecográficas (em-cirurgia) (Brendel, Winter, Rick, Stockheim, & Ermert, 2003) (Brendel, Winter, Rick, Stockheim, & Ermert, 2002) (Tyryshkin, Mousavi, Beek, Ellis, Pichora & Polmaesumi, 2007) (Descoteaux, Audette, Chinzei, Siddiqi, 2006), sendo actualmente um campo ainda em desenvolvimento pela comunidade científica e fabricantes de equipamentos de saúde.

Assim, é apresentado um sistema que através de uma imagem ecográfica tirada durante a cirurgia permite obter a posição e orientação do fémur, sendo para tal necessário o modelo 3D do osso obtido off-line através de imagens de TC, para que se possa realizar o registo da imagem ecográfica com este.

Na secção 2 são apresentados os programas utilizados para a reconstrução 3D baseada em TC, assim como os resultados obtidos. Na secção 3 é abordado o tema da reconstrução 3D baseada em imagens ecográficas. Na secção 4 são apresentados três métodos para o registo de imagens médicas. Em seguida, na secção 5 são apresentados os resultados obtidos com o registo de imagens TC com imagens ecográficas para obter a posição e orientação relativa entre elas. Na secção 6 apresentam-se as conclusões e perspectivas de trabalho futuro.

## **2. Reconstrução 3D baseada em TC**

O processamento de imagens médicas compreende um conjunto de técnicas utilizadas para extrair informações a utilizar, pelos profissionais de saúde, na elaboração de

diagnósticos. A imagiologia médica compreende um conjunto de métodos de recolha de dados que vão desde a mais conhecida radiologia convencional, a Ecografia, a Tomografia Computorizada (TC), a Ressonância Magnética (RM), entre outros.

Tradicionalmente, estas imagens são apresentadas sob a forma de imagens bidimensionais a partir dos equipamentos que as geram utilizando o padrão internacional DICOM (Digital Image Communications in Medicine). Contudo cada vez mais têm sido desenvolvidas plataformas/software capazes de processar estas imagens médicas bidimensionais e obter um modelo 3D da estrutura em análise.

A reconstrução 3D de estruturas anatómicas revolucionou a Medicina, permitindo a visualização anatómica mais pormenorizada de estruturas humanas de modo não-invasivo.

Nas últimas décadas, têm-se verificado progressos notáveis na reconstrução, tanto no que se refere à qualidade como no que se refere à velocidade da reconstrução.

Hoje em dia, é rotina nas salas de cirurgia recorrer às imagens da tomografia computadorizada, à ressonância magnética ou aos ultra-sons na fase pré-cirúrgica. Com isso, os médicos obtêm uma imagem bastante precisa da situação no interior do corpo humano antes de se iniciar a cirurgia.

Com o aumento da capacidade de processamento dos computadores, estes, a partir dos dados/imagens recolhidas obtêm uma reconstrução/representação tridimensional da(s) estrutura(s) anatómica(s) de interesse. Utilizando software desenvolvido para o efeito, é possível analisar em diferentes ângulos e profundidades as imagens tridimensionais. Em seguida são apresentados os três programas freeware utilizados para obter o modelo 3D do osso do fémur de vaca (Figura 1). Posteriormente é apresentado o modelo 3D obtido pelo software comercial da máquina de TC onde as imagens foram adquiridas.



Figura 1. Osso de fémur de vaca.

## 2.1. Software de reconstrução 3D

1. O (MedINRIA 2009), é um software constituído por vários módulos dedicados ao processamento e visualização de imagens médicas. Estes foram desenvolvidos no seio de um grupo de investigação do INRIA, França e

utilizam as bibliotecas VTK – Visualization Toolkit (Schroeder, Geveci & Malaterre 1992) para obter o modelo. Na (Figura 2) é apresentado o resultado da aplicação do software ao osso do fémur em estudo.



Figura 2. Resultado da reconstrução com o MedINRIA.

2. O (MeVislab 2009), é um software constituído por vários módulos dedicados ao processamento e visualização de imagens médicas. Tem sido desenvolvido por MeVis Research, GmbH, Alemanha, e utilizam as bibliotecas VTK – Visualization Toolkit (Schroeder, Geveci & Malaterre 1992) para obter o modelo. Na (Figura 3) é apresentado o resultado da aplicação do software ao osso do fémur em estudo.

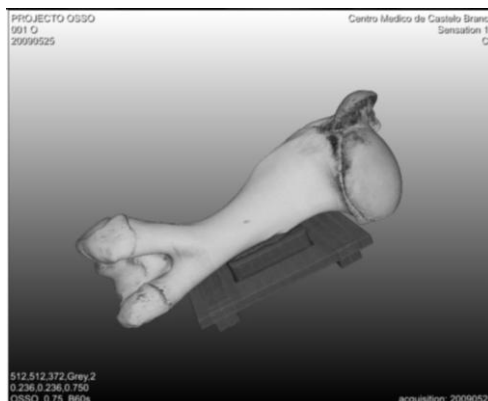


Figura 3. Resultado da reconstrução com o MeVisLab.

3. O (Invesalius 2009), (Martins, Barbara, Silva, Faria, Cassaro & Silva, 2007), é um software constituído por vários módulos dedicados ao processamento e visualização de imagens médicas. É desenvolvido pelo Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer, no Brasil, e utilizam as bibliotecas VTK – Visualization Toolkit (Schroeder, Geveci & Malaterre 1992) para obter o modelo. Na (Figura 4) é apresentado o resultado da aplicação do software ao osso do fémur em estudo.

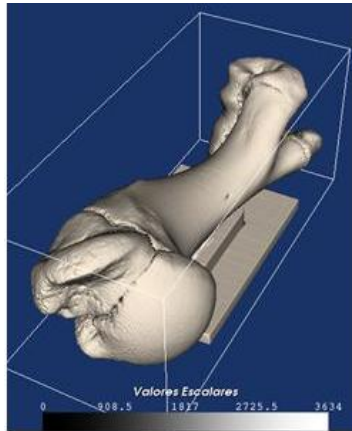


Figura 4. Resultado da reconstrução com o InVesallius.

Verifica-se que todos os programas obtêm uma reconstrução 3D do osso válida e similar, quando se comparam as (Figuras 1 a 4), pois na sua génese estão as livrarias VTK. Na (Figura 5) é apresentado o resultado obtido com o software comercial, utilizado na prática clínica, da Siemens do equipamento onde foram adquiridas as imagens de TC, verificando-se o mesmo nível de resultados. Relativamente aos programas grátis, o MedINRIA revelou ser um pouco mais sensível ao valor limite, para a segmentação do osso nas imagens de TC, ficando o modelo 3D com mais incorrecções. O programa mais simples de utilizar é o InVesallius.

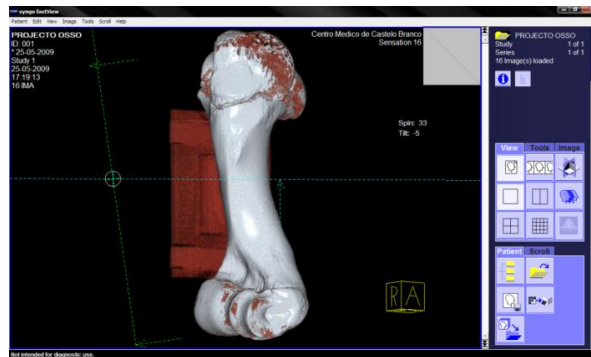


Figura 5. Resultado da reconstrução com o software comercial da Siemens.

### 3. Imagens Ecográficas e Reconstrução

Para obter o modelo 3D do osso do fémur da vaca, a partir de imagens ecográficas deste é numa primeira fase necessário adquirir as respectivas imagens. Estas foram adquiridas através do aparato experimental apresentado na (Figura 6), e que é composto por uma tina com água (para colocar o fémur da vaca e o respectivo suporte), um ecógrafo Siemens Sonoline Versa Pro, um PC equipado com uma placa standard

para captura de vídeo (não apresentado na Figura 6) e um sistema de visão stereo (Silva 2008) para determinar as coordenadas.



Figura 6. À esquerda, aparato experimental para recolha de imagens ecográficas. Ao centro, o pormenor dos marcadores acoplados à sonda. Na direita, sistema de visão stereo.

Uma imagem ecográfica, representativa de todas as obtidas do fémur da vaca é apresentada na (Figura 7). A sonda de 3,5MHz foi colocada à superfície da água, sendo o nível desta escolhido para minimizar o ruído *speckle* sempre existente nas imagens ecográficas. A imagem apresentada corresponde à secção central do osso, destacando-se a superfície superior do mesmo, com nível de cinzento mais claros, bem como a inexistência de outras superfícies, pois todos os ultra-sons são reflectidos na superfície superior.



Figura 7. Imagem ecográfica do fémur de vaca.

Para a reconstrução 3D de ossos não é possível somente a partir de aquisição de imagens ecográficas como a apresentada na (Figura 7). Utilizando o programa MeVisLab para a reconstrução 3D, a partir de imagens ecográficas ao longo de todo o comprimento do osso, foi obtido o resultado apresentado na (Figura 8), após binarização das imagens ecográficas adquiridas com intervalos de 1 (mm).

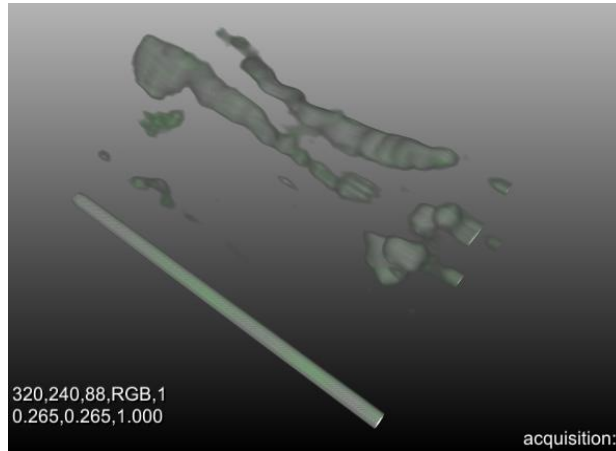


Figura 8. Reconstrução 3D baseada em imagens ecográficas.

A (Figura 8) não apresenta de forma clara a superfície superior do osso. Todavia, é perceptível que falta uma parte da superfície devido à descontinuidade verificada também na (Figura 7). Na (Figura 9) é apresentada a vista de frente do modelo 3D sobreposta com a imagem real do osso, verificando-se que o modelo segue a forma do osso.

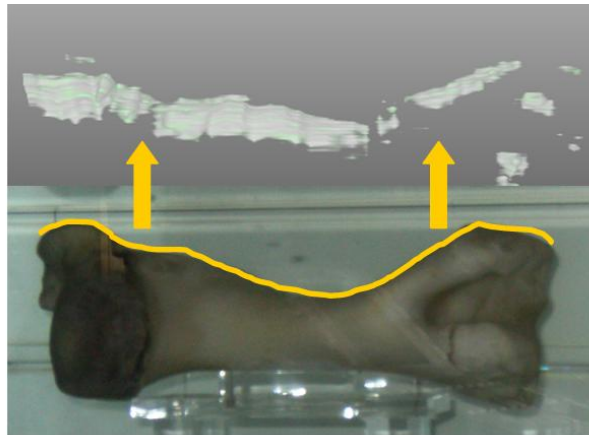


Figura 9. Modelo 3D baseado em imagens ecográficas e imagem real do osso.

A reconstrução do modelo 3D através de imagens ecográficas como as apresentadas, não resulta num resultado global satisfatório. Seriam necessárias mais imagens retiradas em planos diferentes para ser possível modelar toda a superfície do osso e não só a superior.

#### 4. Registo de Imagens Médicas

Uma questão diversas vezes colocada pelos cirurgiões é o saber a posição e orientação do osso e instrumental, durante a cirurgia. Usualmente esta localização é realizada através de imagens radiográficas adquiridas na sala de operações, levando à exposição aos raios-x dos presentes.

Tendo o modelo 3D do osso obtido através de imagens de TC, no pré-operatório, é possível obter através de uma ou várias imagens ecográficas do osso a sua posição e orientação (Brendel, Winter, Rick, Stockheim, & Ermert, 2003) (Brendel, Winter, Rick, Stockheim, & Ermert, 2002) (Tyryshkin, Mousavi, Beek, Ellis, Pichora & Polmaesumi, 2007) (Descoteaux, Audette, Chinzei, Siddiqi, 2006). Para tal é necessário efectuar o registo de imagens de TC com imagens ecográficas.

O registo de imagens é um método utilizado em processamento de imagem para efectuar o alinhamento entre imagens. Estas imagens, no caso mais simples duas, descrevem o mesmo objecto físico, embora possam ser muito diferentes, quer seja por serem adquiridas em diferentes equipamentos, ou em condições ambientais diferentes, ou em instantes de tempo diferentes, etc. Assim, para que se possam comparar as imagens é pois necessário proceder ao seu registo. O registo não é mais que determinar a relação matemática existente entre imagens como descrito em (1) e na (Figura 10).

$$u = f_x(x,y); v = f_y(x,y) \quad (1)$$

Os parâmetros da relação de mapeamento (Figura 10), definida pelas funções  $f_x$  e  $f_y$ , (1), que mapeiam as coordenadas  $(x,y)$  da imagem fixa para as coordenadas  $(u,v)$  da imagem móvel, são, em geral, determinados através de critérios de optimização.

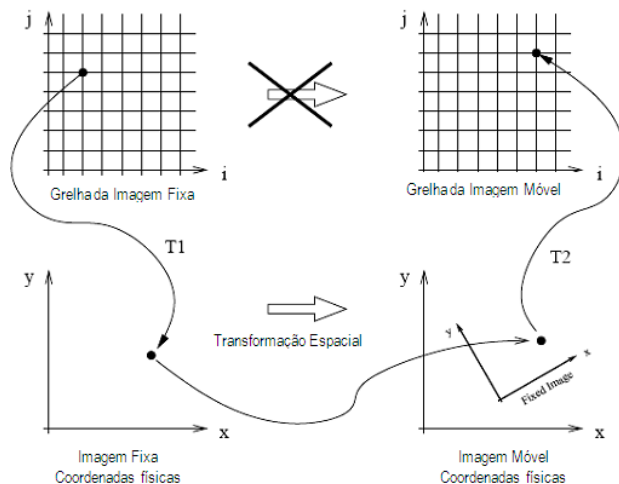


Figura 10. Processo de registo de imagens.

No caso em estudo, foram obtidas imagens do fémur do osso de vaca através de TC e de ultrasonografia. De acordo com a (Figura 11) e através do modelo 3D baseado em TC, pretende-se efectuar o registo da imagem ecográfica com o referido modelo, para que o

cirurgião possa ter disponível um auxiliar durante o procedimento cirúrgico, para saber a posição e orientação do osso.

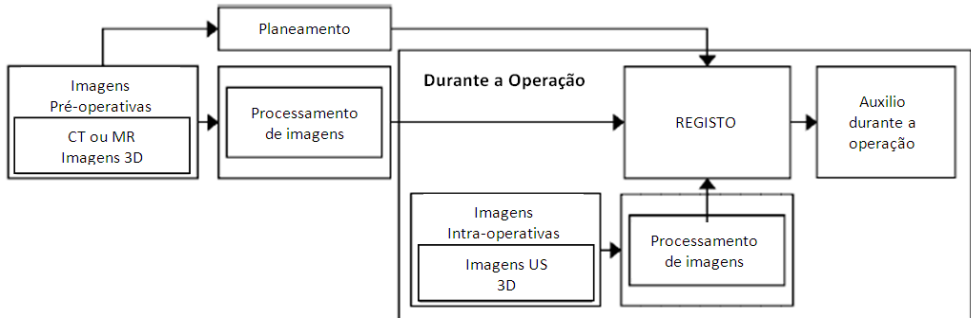


Figura 11. Processo de registo de imagens.

Existem na literatura vários métodos para efectuar o registo de imagens de TC com imagens ecográficas, mas nenhum aplicado ao fémur. Aplicados à coluna vertebral, ombro, nariz (Brendel, Winter, Rick, Stockheim, & Ermert, 2002) (Tyryshkin, Mousavi, Beek, Ellis, Pichora & Polmaesumi, 2007) (Descoteaux, Audette, Chinzei, Siddiqi, 2006). O método proposto em (Brendel, Winter, Rick, Stockheim, & Ermert, 2002) estima os parâmetros de translação e rotação entre as imagens, e baseia-se no valor médio dos níveis de cinzento da imagem. Através da aplicação do método do vizinho mais próximo determina a localização da zona de nível de cinzento correspondente entre as imagens. Posteriormente é utilizado o método de optimização de Levenberg-Marquart, para determinar os parâmetros. (Brendel, Winter, Pechlivanis, Schmieder & Igel, 2008) baseia-se na soma dos valores de cinzento na superfície brilhante da imagem ecográfica, que corresponde à superfície do osso, para determinar as correspondências. O método proposto em (Beek, Abolmaesumi, Luenam, Ellis, Sellens & Pichora, 2008), que utiliza o método ICP, baseia-se nos pontos 3D extraídos das imagens TC e ecográficas. No primeiro tipo de imagens, os pontos 3D são disponibilizados directamente. No segundo é necessário um equipamento de ultrasonografia 3D. No método ICP, a correspondência entre os pontos extraídos das duas imagens é realizada através da minimização da distância entre os pontos. Posteriormente são calculados os parâmetros de rotação e translação utilizando o método dos mínimos quadrados. Um terceiro método (Chen, Abolmaesumi, 2005) utiliza o algoritmo da informação mútua.

## 5. Resultados

Os resultados apresentados no presente artigo foram obtidos utilizando o modelo 3D apresentado na secção 2 (MeVisLab) e as imagens de TC utilizadas para o construir. São apresentados os resultados da aplicação dos métodos descritos na secção 4 para efectuar o registo entre imagens de TC, (Figura 12) utilizadas na secção 2, e ecográficas (Figura 7).

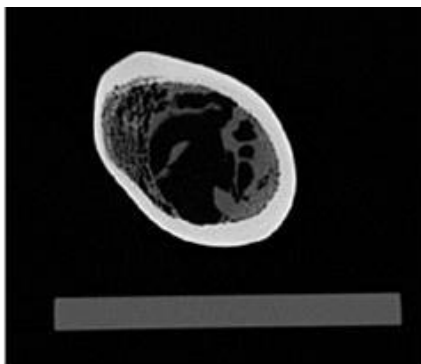


Figura 12. Imagem de TC do fémur de vaca.

Um estudo prévio elaborado pelos autores (Carvalho & Mateus, 2009) mostra que dos métodos apresentados na secção 4, o registo baseado no método ICP apresenta melhores resultados. Em seguida (Tabela 1) são apresentados os resultados do erro quadrático médio (RMSE) e o normalizado (NRMSE) para o método ICP, do registo entre os pontos 3D do modelo baseado em TC com os pontos 3D obtidos através de imagens ecográficas. Esta tabela reflecte o resultado da média de trinta experiências efectuadas no mesmo osso, como apresentadas na (Figura 15), em que se variou a posição da sonda ecográfica na proximidade do meio do osso.

Tabela 1 – Erro do Método de Registo

Método	RMSE [mm]	NRMSE
ICP	21.6431	0.2677

Para a obtenção das coordenadas 3D através das imagens do ecográficas foi necessário utilizar a posição da sonda no espaço 3D, dada através do sistema de visão stereo, bem como o valor real da calibração do ecógrafo, em que a dimensão do pixel é de [1.5120x1.7166] (mm).

Na (Figura 14) são apresentados os pontos 3D provenientes da TC (a vermelho) e os provenientes da imagem ecográfica (a azul). A vermelho são apresentados dez conjuntos de pontos que correspondem a várias imagens (fatias) consecutivas. O resultado do registo será determinar qual a fatia de TC, a que o conjunto de pontos provenientes da imagem ecográfica lhe corresponde, bem como a respectiva transformação. As imagens ecográficas e de TC utilizadas foram adquiridas do meio do osso do fémur, a que correspondem 183 (mm) da extremidade direita (Figura 14).

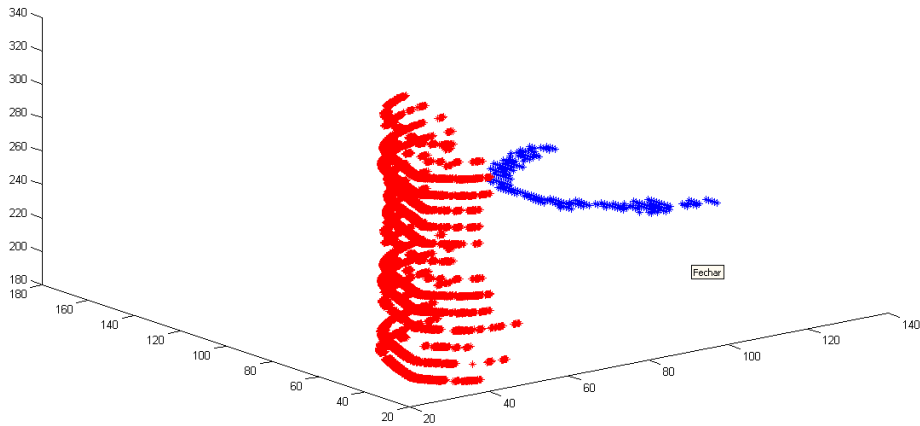


Figura 14. Pontos das superfícies antes do registo. Pontos a azul da imagem ecográfica.

Verifica-se na (Figura 15) que foi efectuada o alinhamento dos pontos provenientes da imagem ecográfica com os pontos proveniente da TC. Verifica-se ainda que a imagem ecográfica corresponde à quinta fatia e que o resultado apresentado obteve um  $NRMSE=0.2677$ . O erro em (mm) é elevado, muito devido ao erro associado ao sistema de visão stereo disponível, que é da mesma ordem de grandeza (20x20x100 mm, nas direcções X, Y, Z).

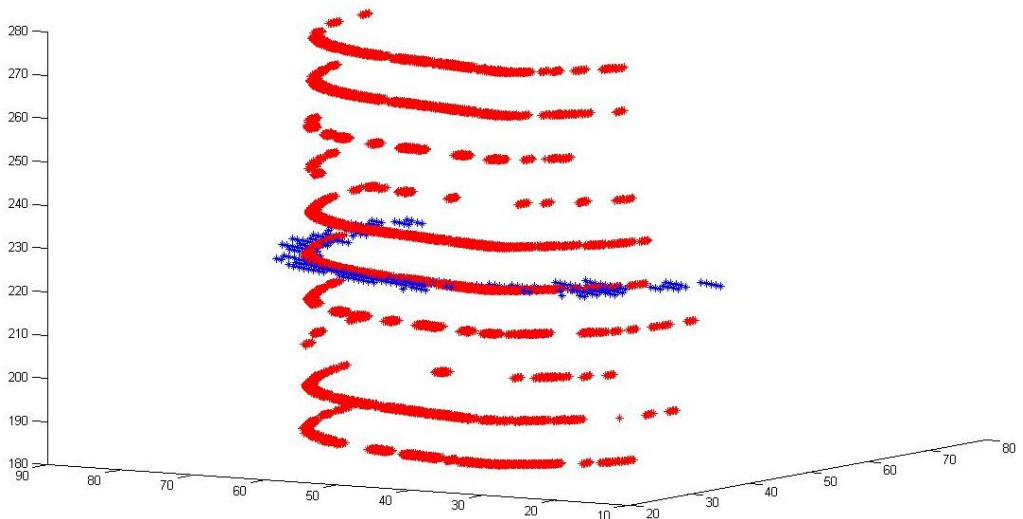


Figura 15. Pontos das superfícies após o registo. Pontos a azul da imagem ecográfica.

Para o caso apresentado na (Figuras 14 e 15) a matriz de transformação entre a imagem ecográfica (US) e a de TC, resultante é:

$${}^{TC}T_{US} = \begin{bmatrix} 0.2642 & 0.1431 & -6.7980 & 045.1166 \\ 0.2183 & 0.4038 & +6.8311 & 000.3790 \\ 0.0001 & 0.0002 & +0.1452 & 103.1364 \\ 0.0000 & 0.0000 & +0.0000 & 001.0000 \end{bmatrix}$$

#### 4. Conclusões

É proposto no presente artigo um sistema para determinar a posição e orientação do osso do fémur, tendo como base o modelo 3D do mesmo e o registo efectuado através do método ICP recorrendo a imagens ecográficas. Estes resultados foram obtidos utilizando um osso real do fémur de vaca. Várias fases, que em seguidas se descrevem, foram abordadas no artigo.

No artigo foram estudadas várias técnicas para obter modelos 3D de ossos, neste caso o fémur, através de imagens de tomografia computadorizada (TC) e ecográficas, para posterior aplicação em cirurgia ortopédica. Para tal foram utilizados os programas freeware: InVesallius, MeVisLab e MedINRIA, tendo resultado sido comparado com a solução comercial da Siemens, onde as imagens foram adquiridas.

Foi verificado experimentalmente que a reconstrução 3D baseada em imagens ecográficas do osso não pode ser realizada da mesma forma que a baseada em TC. Este facto deve-se a que os ultra-sons são totalmente reflectidos na superfície superior, não se visualizando quaisquer outras estruturas. Para tal será necessário recolher imagens em vários planos do osso, o que será investigado em trabalhos futuros.

O registo de imagens TC e ecográficas foi realizado com sucesso, a menos de um erro que se deve à pouca exactidão do sistema de visão stereo, no que se refere à posição e orientação da sonda de ultra-sons.

Em trabalhos futuros será melhorada a precisão do sistema através da utilização da substituição do sistema de visão stereo por um outro com maior precisão. É objectivo prosseguir com os testes em cadáveres para que se possa avaliar o método em condições mais próximas da prática clínica.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem o Centro Médico de Castelo Branco pelo apoio dado na aquisição de imagens de TC do fémur de vaca. Agradecem ainda à FCT através do "Programa POCI2010, Unidade 46", subsidiado pelo FEDER, e ainda através do projecto PTDC/EME-CRO/099333/2008.

#### Referências

Beek M., Abolmaesumi P., Luenam S., Ellis R.E., Sellens R.W., Pichora D.R. (2008); "Validation of a new surgical procedure for percutaneous scaphoid fixation using intra-operative ultrasound", *Medical Image Analysis*, Volume 12, Issue 2, April, pp 152-162

- P. J. Besl and N. D. McKay (1992), "A method for registration of 3-d shapes". *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 14(2), pp 239-25.
- Brendel B., Winter S., Rick A., Stockheim M., Ermert H. (2003); "Bone registration with 3D CT and ultrasound data sets", *International Congress Series, Computer Assisted Radiology and Surgery*. Volume 1256, June 2003, pp. 426-432
- Brendel B., Winter S., Rick A., Stockheim M., and Ermert H. (2002); "Registration of 3D CT and Ultrasound Datasets of the Spine using Bone Structures" *Computer Aided Surgery*, Volume 7, Issue 3, pp 146-155.
- Brendel B., Winter S., Pechlivanis I., Schmieder K., and Igel C. (2008), "Registration of CT and Intraoperative 3-D Ultrasound Images of the Spine Using Evolutionary and Gradient-Based Methods" *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, Volume 12, Issue 3, , pp 284-296
- Carvalho M., Mateus D., (2009)"Registo de Imagens de Ultra-sons com Imagens de TC", *Relatório do Projecto de Equipamentos de Saúde*, Escola Superior de Tecnologia, Instituto Politécnico de Castelo Branco, Setembro de 2009
- Casals, A.; Frigola, M. ; Amat, J. La Robotica (2009), "La robótica una Valiosa Herramienta Cirugia". *Revista Iberoamericana de de Automática e Informática Industrial*, Vol.6, Num. 1, pp. 5-19
- Chen T.K., Abolmaesumia P. (2005); "A Mutual Information Based Registration Algorithm for Ultrasound-guided Computer-assisted Orthopaedic Surgery", *Medical Imaging 2005: Visualization, Image-Guided Procedures*, volume 5744, pp 111-122
- Descoteaux M., Audette M., Chinzei K., SiddiqiK. (2006); "Bone enhancement filtering: application to sinus bone segmentation and simulation of pituitary surgery", *Computer aided surgery : official journal of the International Society for Computer Aided Surgery* 11, pp 247-55
- Invesalius (2009), <http://www.softwarepublico.gov.br>, consultado em 05/11/2009
- Martins, T. A. C. P. ; Barbara, A. S. ; Silva, G. B. C. ; Faria, T. V. ; B. Cassaro ; Silva, J. V. L. (2007). "InVesalius: Three-dimensional medical reconstruction software". In: *3rd International Conference on Advanced Research in Virtual and Rapid Prototyping*, Leiria - Portugal. Virtual and Rapid Manufacturing, Taylor & Francis,. p. 135-142
- MedINRIA (2009), <http://www-sop.inria.fr/asclepios/software/MedINRIA/>, consultado em 05/11/2009
- Mevislab (2009), <http://www.mevislab.de>, consultado em 05/11/2009
- Taylor, R. & Stoianovici, D. (2003) "Medical Robotics in Computer-Integrated Surgery". *IEEE Transactions on Robotics and Automation*, Vol.19, No. 5, pp. 765-781
- Tyryshkin K, Mousavi P, Beek M, Ellis R E, Pichora D R, and bolmaesumi P. (2007); "A navigation system for shoulder arthroscopic surgery", *Proceedings of the Institut of Mechanical Engineers. Part H, Journal of engineering in medicine*, pp 221-801

Schroeder W. J., Geveci B., Malaterre M., “Compatible Triangulations of Spatial Decompositions”, <http://www.vtk.org/VTK/img/OrderedTriangulator.pdf>, consultado em 16/12/2009

Silva, P. (2008), “Controlo Visual de Robôs Manipuladores Utilizando um Sistema de Visão Estéreo”. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Lisboa, Portugal.

# Educação em Saúde Bucal para Deficientes Visuais com Utilização da Tecnologia da Informação para Web

Fabiana Oro Cericato Costa <sup>1</sup>, Ana Paula Soares Fernandes Lamha <sup>2</sup>, Anita Maria da Rocha Fernandes <sup>3</sup>, Daniela Souza Moreira <sup>4</sup>

**fabicericato@gmail.com, anapaulasflamha@gmail.com, anita.fernandes@univali.br, daniela.moreira@univali.br**

<sup>1,2</sup> Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/Santa Catarina, Brasil

<sup>3,4</sup> Universidade do Vale do Itajaí, São José/Santa Catarina, Brasil

**Resumo:** A odontologia voltada ao atendimento dos pacientes portadores de necessidades especiais, em especial os deficientes visuais, ainda é precária no Brasil. Apesar dos avanços tecnológicos na informática e na saúde, não existe no mercado uma ferramenta que auxilie os deficientes visuais na manutenção de bons níveis de saúde bucal. Pensando nisso, foi desenvolvida uma ferramenta web utilizando tecnologias como Java Applets, PHP e MySQL, que permite a navegação em áudio para deficientes visuais, facilitando assim o acesso desses pacientes nos cuidados com a saúde bucal e promover a interação destes com o computador e a web.

**Palavras-chave:** web; deficientes visuais; odontologia; pacientes portadores de necessidades especiais.

**Abstract.** The dental attention given to handicap people can be considered incipient in our country. Although the technological advances in computer science and the health, do not exist in the market a tool that assists the deficient appearances in the maintenance of good levels oral health. Thinking about this, web was developed a tool using technologies as Java Applet, PHP and MySQL, that the audio navigation in for deficient appearances, thus facilitating the access of these patients in the cares with the oral health allows and to promote the interaction of these with the computer and web.

**Keywords:** web; visually impaired; dentistry; handicap people.

## 1. Introdução

Apesar dos avanços que vem ocorrendo na área da saúde atualmente, no que tange a atenção odontológica voltada ao paciente portador de necessidades especiais, esta ainda é muito precária no país (AGUIAR et al, 2000).

Deficiência visual pode ser conceituada como uma limitação sensorial que abrange vários graus de acuidade visual, a qual possibilita várias classificações no que tange a redução da visão. Porém, quando da adoção de uma determinada classificação, devem ser consideradas as finalidades propostas para sua utilização, sendo que as classificações mais utilizadas são aquelas que tratam da sua conotação clínica e a classificação com propósitos educacionais (MASI, 2002).

De acordo com Bonatto (2003), as contribuições que a informática vem proporcionando às pessoas deficientes são valiosas. O homem trabalha para que outros que possuam algum tipo de necessidade especial possam ter acesso à educação, mercado de trabalho, informações, entretenimento e dignidade perante uma sociedade exclusiva. A tecnologia disponível, atualmente, permite que se possa atender a nível tecnológico, porém no nível social ainda está muito longe de ser atingido um patamar aceitável.

Dentre os recursos existentes na informática os sistemas de ampliação de imagens estão indicados para as pessoas com visão subnormal, o qual permite ao usuário o acesso às informações do computador (CERQUEIRA & FERREIRA, 2000; MIN, SAMPAIO & HADDAD, 2001). Já para aqueles indivíduos que possuem cegueira total, hoje já estão disponíveis no mercado os sintetizadores de voz, o qual vai possibilitar a pessoa portadora de deficiência visual tenha acesso ao computador. Através do uso de recursos sonoros nos programas de computador, o sintetizador de voz “fala” todas as informações que estão contidas no monitor. Dessa maneira, é possível também ter acesso a Internet (GOLIN, 2003).

Quanto à relação existente entre odontologia e os portadores de deficiência visual, nota-se a necessidade da realização de programas de educação em saúde bucal que sejam adaptados as necessidades dos portadores de deficiência visual, pois mesmo sendo informados, eles apresentam dificuldades para exercer uma higiene bucal adequada (CERICATO, 2007). Portanto, segundo Costa (2008), o atendimento destes pacientes deve ser diferenciado, e existem algumas regras básicas para o manejo do portador de deficiência visual durante o tratamento odontológico, porém poucos são os profissionais treinados para tal atendimento, dificultando a motivação destes pacientes.

Podem-se citar algumas dessas soluções, como o DOSVOX (INTERVOX, 2009), o Jaws (LER PRA VER, 2009), o ReadSpeak (READ SPEAK, 2009) e o próprio Leitor de telas (BRASIL, 2009), desenvolvido pelo Ministério das Comunicações do Brasil, mas a grande maioria destas soluções ainda são proprietárias. No Brasil, várias entidades vêm investindo em inclusão digital para portadores de deficiências, mas a falta de cooperação entre estas entidades não está tornando possível a criação de um projeto completo. Outros países investem bastante em inclusão digital, como Alemanha e Estados Unidos. Este último, por exemplo, propôs uma solução de hardware que fotografa ou escaneia imagens de texto e as converte em áudio. (ZDNET, 2009)

No que diz respeito ao acesso à internet, esse está diretamente ligado a um fator muito importante: a acessibilidade na web. Acessibilidade na web significa permitir o acesso a conteúdos na internet por todos, independente das dificuldades do usuário, situação ou ferramenta. Ou seja, fazer com que as ferramentas e páginas web estejam acessíveis a um maior número de usuários, sejam eles idosos, usuários de navegadores alternativos,

usuários de tecnologia assistida, usuários de acesso móvel e pessoas com deficiências. (SERPRO, 2009)

Durante o desenvolvimento de páginas web existem algumas diretrizes propostas pela Web Accessibility Initiative - WAI para verificar se a ferramenta desenvolvida possui acessibilidade na Web. Essas diretrizes fornecem uma série de pontos de verificação para desenvolvedores Web e possuem o intuito de ampliar a funcionalidade e a universalidade da Web. (WAI, 1999)

A grande maioria das soluções para portadores de deficiência visual hoje no mercado permite o acesso à web, porém esse acesso muitas vezes é prejudicado pelo não seguimento de algumas regras de acessibilidade como, por exemplo, nomear uma figura como “figura1.jpg”, ou um botão como “button1”. Além disso, muitas ferramentas possuem restrições em relação a figuras, vídeos, frames.

O acesso à web normalmente é realizado por softwares leitores de textos. Esses softwares interpretam o texto que está sendo visualizado na tela do computador e o transforma em áudio, através de sintetizadores de voz ou displays em Braille. (SERPRO, 2006 apud DELLA PASQUA, 2007)

A partir da necessidade da realização de programas de educação em saúde bucal que sejam adaptados as necessidades dos portadores de deficiência visual e a inovação tecnológica que hoje proporciona recursos que possibilitam aos portadores de deficiência visual o acesso ao computador, foi proposto o desenvolvimento de uma ferramenta web que ajudasse na educação e higiene bucal desses pacientes.

Aliado a um acompanhamento odontológico profissional, a solução desenvolvida tem por objetivo melhorar a higiene bucal dos deficientes visuais e facilitar também a interação com o teclado do computador, possibilitando uma navegação fácil de ser efetuada, além da acessibilidade e usabilidade adequadas.

## **2. Ferramenta Web/Odonto Voice**

Para possibilitar e facilitar o acesso em websites às pessoas portadoras de deficiência visual, Della Pasqua (2007) desenvolveu uma solução de navegação em websites em áudio para deficientes visuais, capaz de prover o acesso às informações da internet de uma forma fácil e rápida. A solução traz entretenimento aos deficientes, que tem acesso a informações como: notícias, novidades do mundo automotivo e horóscopo, por exemplo.

A ferramenta foi desenvolvida utilizando a tecnologia Java Applet integrada ao código HTML. O website disponibiliza duas interfaces alternativas, uma para os deficientes visuais através de áudio e outra para pessoas sem restrições, com a apresentação visual do website. Com esta característica, pode-se ter um instrutor para auxiliar os deficientes visuais em casos de maior necessidade e acompanhamento. Portanto, o design do website é apresentado normalmente e agregado a este um Applet é capaz de oferecer a navegação via áudio para os deficientes visuais. Esta navegação proporcionada pelo Applet é efetuada com a utilização somente do teclado numérico, ou seja, com a utilização dos números de 0 a 9 e a tecla “enter”.

Com base na ferramenta desenvolvida por Della Pasqua (2007), foi proposto o desenvolvimento de uma ferramenta capaz de auxiliar deficientes visuais na educação em saúde bucal e proporcionar aos pesquisadores dados reais de como se encontra a saúde bucal de seus pacientes. Para isso, ao invés de entretenimento, como na ferramenta desenvolvida por Della Pasqua (2007), é utilizado um conteúdo educativo e explicativo sobre cuidados, práticas e tratamentos da saúde bucal.

A intenção é que após a consulta odontológica os pacientes sejam instruídos a cuidar de sua higiene bucal. Para auxílio a essa instrução, o paciente pode, quantas vezes quiser, acessar a ferramenta que disponibiliza conteúdos educativos e explicativos sobre o assunto. Esses conteúdos permitem que o paciente relembre as instruções que recebeu do profissional e aumente seu conhecimento, acessando conteúdos complementares às instruções.

### **2.1. Tecnologias e Recursos**

Bem como na ferramenta de Della Pasqua (2007), a ferramenta proposta utiliza o teclado, através das teclas numéricas do 0 ao 9, e a tecla “enter”. Para o usuário receber as informações contidas na tela, foram utilizados recursos sonoros. Quando as informações são apresentadas na tela, as mesmas são emitidas sonoramente, possibilitando ao usuário o acompanhamento das páginas.

A ferramenta inicial gerenciava todas as páginas e os conteúdos através de um Java Applet. Como para esta solução foi necessária a inserção de um banco de dados, optou-se pelo desenvolvimento do site em PHP, com algumas funções em Java Script, utilizando o Java Applet apenas para emitir os sons das páginas. O banco de dados utilizado foi o MySQL, por ser um software livre e grátis. A apresentação das telas foi desenvolvida na linguagem HTML com uso dos Java Applets para emitir os sons assim que as páginas são acessadas. A ferramenta é acessível através de um endereço Web na Internet.

Alguns pré-requisitos são necessários para prover o correto funcionamento da ferramenta, tanto na máquina servidora (utilizada para hospedagem do website), quanto na máquina cliente (utilizada pelo deficiente visual para o acesso ao website). A máquina Servidora deve dispor de recursos como: Apache HTTP Server; PHP com bibliotecas para o Apache e acesso ao MySQL; Banco de dados MySQL versão 5.0 ou superior. Já para a máquina cliente, são necessários recursos como: JRE 5.0 (Java Runtime Environment) - contém a Máquina Virtual Java, ou JVM (Java Virtual Machine); Navegador Firefox Mozilla 1.5 ou Microsoft Internet Explorer 6.0 – ou versões superiores; Teclado numérico; Caixas de Som Multimídia; Acesso a internet.

### **2.2. Funcionamento**

Ao acessar a ferramenta, a página inicial é apresentada e, por voz, são dadas boas vindas ao usuário. Após pressionar a tecla enter, é apresentada a tela de login. O usuário deve, então, digitar seu login e pressionar a tecla enter. O login do usuário corresponde ao seu nome completo. Se o login já existir, o usuário é direcionado para a primeira pergunta do questionário. A Figura 1 apresenta a tela de login da ferramenta.



Figura 1 – Tela de Login da Ferramenta

Se o login digitado não existir, a ferramenta automaticamente direciona o usuário para uma tela de cadastro de usuário, como apresentado na Figura 2, e sonoramente solicita que o usuário peça o auxílio de um monitor para efetuar o cadastro.

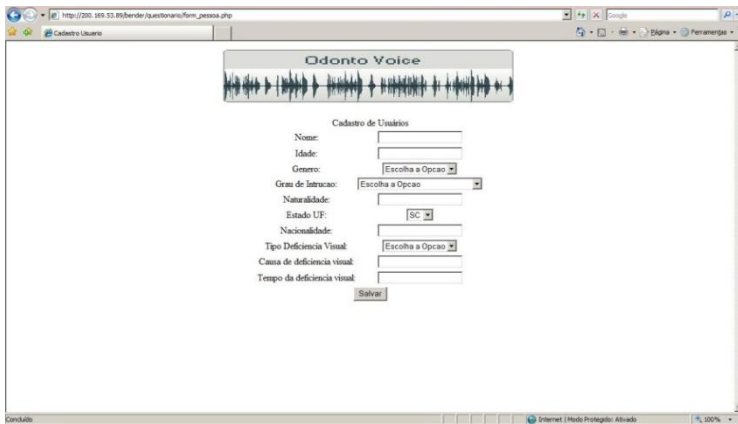


Figura 2 – Tela do cadastro sistema

Após o login, o usuário é direcionado para a primeira pergunta do questionário. O questionário possui 24 perguntas, todas relacionadas a higiene bucal do paciente. A Figura 3 apresenta uma tela correspondente a uma das perguntas do questionário. Quando é confirmada uma resposta, a página submete as respostas ao servidor onde é feito o processamento, em PHP, das respostas que são armazenadas no banco de dados MySQL.



Figura 3 – Pergunta do questionário

Algumas perguntas aceitam mais de uma resposta, neste caso, é informado ao usuário que ele pode marcar mais de uma opção. A Figura 4 ilustra esta opção:



Figura 4 – Perguntas que aceitam mais de uma resposta

Todas as perguntas e opções de respostas são apresentadas visualmente e sonoramente. Caso o usuário selecione uma opção erroneamente, basta que ele pressione novamente o número do teclado correspondente a opção que ela será desmarcada. Quando a pergunta só possui uma opção de resposta, o sistema não permitirá que o usuário assinalasse mais de uma opção. Caso o usuário não entenda a pergunta, ou uma das opções, o som é repetido automaticamente após 15 segundos.

Ao final do questionário o usuário é direcionado a uma página com um conteúdo pré-definido, dependendo da pontuação que obteve no questionário. A ferramenta calcula a pontuação do usuário conforme pesos pré-definidos para cada pergunta e para cada opção de resposta da pergunta. A ferramenta então gera a pontuação do usuário e através dela direciona o usuário para o conteúdo correspondente ao seu nível de conhecimento. O nível de conhecimento foi definido como: menos de 6 pontos o nível

de conhecimento é baixo, entre 6 e 8 pontos o nível de conhecimento é intermediário, e acima de 8 pontos o nível de conhecimento é avançado. A Figura 5 apresenta a tela correspondente ao conteúdo do nível avançado.



Figura 5 – Tela do conteúdo do nível avançado

Dessa maneira o usuário pode interagir com o sistema reduzindo a barreira da deficiência visual, utilizando a audição para entender o conteúdo e as mãos para interagir com o sistema.

### 2.3. Acesso do Pesquisador

O pesquisador possui uma área restrita na ferramenta. Nesta área, o pesquisador deve digitar sua senha de administrador e terá acesso a relatórios de todos os usuários que acessaram o sistema.

Ao clicar no usuário, é apresentada uma tela com o relatório deste usuário. Este relatório, como mostram as Figuras 6 e 7, apresenta todos os acessos do usuário à ferramenta. São apresentadas as perguntas, uma a uma, o horário no qual a pergunta foi respondida, e as respostas do usuário para cada pergunta. No fim da página é apresentado o escore obtido pelo usuário ao final do questionário, ou seja, a pontuação que o usuário obteve ao responder o questionário.

genero	idade	grau_instrucao	naturalidade	UF	nacionalidade	tipo_deficiencia	causa_deficiencia	tempo_deficiencia
feminino	12	ensino fundamental incompleto	saõ jose	SC	brasileiro	ouçeira total	nascença	12
masculino	12	ensino fundamental completo	blumenau	PR	brasileiro	visão subnormal	anos	2
feminino	29	ensino medio incompleto	Tapajara	SC	brasileira	ouçeira total	nascença	29
feminino	24	ensino medio incompleto	florianopolis	SC	brasileiro	ouçeira total	nascença	24
masculino	22	ensino fundamental	blumenau	SC	brasileiro	ouçeira total	desconhecida	4
feminino	66	ensino fundamental	florianopolis	SC	brasileiro	ouçeira total	geral	2
masculino	14	ensino fundamental incompleto	Tapajara	RS	brasileira	ouçeira total	nascença	14
feminino	19	ensino medio	ANGELINA	SC	brasileira	visão subnormal	NASCIMENTO	19

Figura 6 – Tela de relatório do usuário

id_pontos	cod_usuario	hora	score
1	1	2009-04-20 16:59:49	6,3
2	3	2009-05-11 17:27:35	8,5
3	9	2009-05-11 19:41:59	3,7
4	8	2009-05-12 10:35:51	-2,4
5	10	2009-05-12 20:51:07	7,2
6	12	2009-08-17 09:12:15	9,8

SELECT \* FROM pontos' LIMIT 0,1000

Record 6 of 6 in Page 1

Figura 7 – Tela do relatório do usuário com os escores

Com este relatório é possível ao pesquisador obter informações importantes como: qual o nível de aprendizado do usuário, qual a evolução que ele obteve do primeiro ao último acesso, se houve discordância de informações entre as respostas, qual a maior dificuldade encontrada pelos usuários, sem contar que, através do uso da estatística pode-se verificar se a metodologia aplicada obteve os efeitos esperados ou não.

### 3. Dificuldades Encontradas

É possível identificar algumas restrições na ferramenta desenvolvida por Della Pasqua (2007) em relação a figuras, tags e frames. Essas restrições não foram alteradas no desenvolvimento da nova ferramenta, pois o tempo de desenvolvimento era curto e este não era o foco do trabalho.

Na ferramenta desenvolvida por Della Pasqua (2007), a interação do usuário com a ferramenta tem a finalidade de alternar entre os conteúdos para os quais lhe fosse de seu maior interesse. Aproveitando esta visão, neste trabalho foi alterado o modo de interação fazendo com que o usuário pudesse responder a perguntas de múltipla escolha, e os conteúdos lhe seriam apresentados de acordo com as respostas informadas. Foi descartado o redirecionador do Java Applet, pois este era utilizado para um conteúdo específico e não um questionário. Na nova ferramenta, como existe a interação com o banco de dados, o redirecionamento é feito através do HTML, o Java Script e o PHP.

Devido a falta de experiência com Java Applets, tornou-se inviável, no tempo disponível, desenvolver funcionalidades referentes ao banco de dados e suas restrições. Então, integrou-se ao sistema a linguagem PHP para acesso e armazenamento no banco de dados. A Figura 8 exemplifica a inserção de uma resposta no banco de dados:

```
require_once('conecta.php');
$data = date('Y-m-d - H:i:s');
$peso_questao = "ponto_".$pergunta;
$sql = "insert into p$pergunta (cod_ident,hora,$respostas,$peso_questao) values ($nome,'$data',$selecionadas,$sp); ";
$$saida =mysql_query($sql);
echo $sql;
exit();
```

Figura 8 – Trecho do código referente à conexão ao banco de dados

Um problema encontrado foi que a ferramenta de Della Pasqua (2007) não gera os áudios automaticamente. E utilizada uma biblioteca de áudios. Só que a chamada de todos os conteúdos e feita dentro do Java Applet, então para alterar o conteúdo do site é necessário alterar o Java Applet também. O tipo de arquivo de áudio utilizado também foi alterado, de “.au” na ferramenta de Della Pasqua (2007) para “.wav”, já que os arquivos “.wav” ocupam menos espaço em disco e conseqüentemente são baixados de forma mais rápida na execução da ferramenta.

Para executar os áudios ao iniciar cada página foi criada uma função em Java Script que indica ao Java Applet qual áudio deve ser tocado. Na Figura 9 é apresentado um exemplo da função. Neste exemplo o áudio indicado é o “p21”, que corresponde à pergunta 2.1 do questionário.

```
<script language="javascript">
function executarPagina() {
    document.dv.inicializar("p21.");
}
</script>

<style type="text/css">
</head>
<body onload="javascript:executarPagina();">
```

Figura 9 – Função para execução do áudio da pergunta 2.1

Foi necessário tirar o reconhecimento da tecla digitada pelo usuário do Java Applet, e criar um código em Java Script que realizasse esta função. O código, apresentado na Figura 10, indica qual resposta foi digitada pelo usuário.

```

var caixa =document.getElementById('a');
if ((verificacheck()==0) && (pergunta() == false) && (caixa.checked == false) ){
caixa.checked = true;
}else if ((pergunta() == true)&& (caixa.checked == false)){
caixa.checked = true;
}else if(caixa.checked == true){
caixa.checked = false;
}
}

```

Figura 10- Trecho da função para reconhecimento da tecla pressionada

Foi desenvolvida a navegação automática entre as páginas. Esta funcionalidade foi desenvolvida na linguagem PHP, e faz com que a ferramenta direcione o navegador automaticamente para a próxima página assim que o usuário pressiona a tecla enter.

Existem vários problemas na utilização da ferramenta, para se utilizar o teclado numérico ao responder as perguntas, por exemplo, deve-se obrigatoriamente clicar sobre a área útil da tela para que então seja possível marcar as opções. Este problema ocorre porque o Java Applet recebe o foco do navegador e não devolve para a página atual, forçando o usuário a clicar na área útil para poder responder às questões.

Outro problema é a falta de “*feedback*” quando as opções são selecionadas, pois o usuário não tem confirmação das opções que foram selecionadas.

A qualidade dos áudios gerados também influencia no desempenho do usuário, pois se um áudio tem uma baixa qualidade pode-se tornar necessária a repetição deste áudio várias vezes. Esta baixa qualidade pode causar também uma dificuldade no entendimento correto das palavras, o que pode fazer com que o usuário marque uma opção diferente do que imaginava, por exemplo.

Outra dificuldade é caso seja necessária a alteração do conteúdo de qualquer uma das páginas, pois os áudios referentes à página alterada devem ser alterados também. Se os áudios fossem gerados dinamicamente, por exemplo, só seria preciso alterar os textos, os áudios seriam gerados automaticamente, de acordo com os textos atualizados.

Dependendo da velocidade da internet utilizada, o sistema pode tornar-se lento, já que a cada página o áudio da mesma deve ser carregado e tocado.

A utilização da ferramenta em notebooks é limitada, pois a grande maioria dos notebooks não possui o teclado numérico. Para estes dispositivos com ausência de teclado numérico, faz-se necessária a aquisição de um teclado numérico USB, facilmente conectado e reconhecido pela máquina.

A real necessidade do uso dos Java Applets também é um ponto que poderia ser melhorado. Poderia ser utilizada, por exemplo, uma biblioteca desenvolvida em PHP para gerar e tocar os áudios nas páginas.

Para o aprimoramento do sistema poderia ser pesquisada uma ferramenta que, agregada ao website desenvolvido em PHP e HTML, possa melhorar a qualidade dos áudios, ou mesmo gerá-los de maneira dinâmica.

#### 4. Conclusões

Através da utilização da ferramenta desenvolvida foi possível perceber sua importante contribuição para as pesquisas odontológicas pacientes portadores de deficiência visual, uma vez que, as ferramentas existentes no mercado não possuem o foco na saúde bucal dessa população.

Como o trabalho é inédito, várias melhorias são necessárias e podem ser propostas: como a utilização de bibliotecas criadas para gerar o áudio dinamicamente; a utilização de alguma ferramenta já consolidada no mercado, que possa ser utilizada tanto para o website como para outros recursos do computador; ou inovações no método de interação com o usuário.

O Odonto Voice está sendo aplicado na ACIC (Associação Catarinense para Integração do Cego) com um grupo de alunos que possuem algum conhecimento em informática. O experimento é realizado em três partes: primeiro o profissional de odontologia realiza uma consulta odontológica com o paciente e o instrui sobre como proceder para melhorar sua higiene bucal; depois o profissional ensina o paciente a acessar o Odonto Voice e se o paciente ainda não possui login, cadastra-o como usuário da ferramenta; por último, o profissional de odontologia tem acesso aos relatórios da ferramenta e pode tirar suas conclusões sobre os dados recolhidos.

Esse trabalho abre um leque de oportunidades aos pesquisadores, que terão dados reais e concretos do conhecimento e capacidade de aprendizado dos deficientes visuais.

#### 5. Referências

- Aguiar, S. M. H. C. A. et al. (2000). Eficiência de um programa para a educação e a motivação da higiene buco-dental direcionado a pacientes excepcionais com deficiência mental e disfunções motoras. *Revista Faculdade Odontologia Lins*, 12, 16-23.
- Brasil. (2009). *Leitor de telas*. Disponível em: <<http://www.mc.gov.br/>>.
- Bonato, S. J. (2003). *O Desenvolvimento de Um Modelo de Ambiente Promotor de Inclusão de Pessoas com Deficiência Visual na Web*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.
- Cericato, G. O. (2007). *Educação em saúde bucal em portadores de necessidades especiais: um estudo de caso em deficientes visuais*. Florianópolis. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Odontologia). UFSC.
- Cerqueira, J. B. & Ferreira, E. M. B. (2000). Recursos didáticos na educação especial. *Revista Benjamin Constant*, 15, 24-8.

- Costa, F. O. C. (2008). *Desenvolvimento de uma metodologia para educação em saúde bucal para deficientes visuais utilizando tecnologia da informação*. Trabalho de Qualificação para obtenção do título de Doutor – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.
- Della Pasqua, R. (2007). *Solução de navegação em websites para deficientes visuais*. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, SC.
- Golin, A. F. (2003). *O trabalhador portador de deficiência visual: um estudo de caso*. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. 102.
- Intervox. (2009). *Projeto DOSVOX*. Disponível em: <<http://www.intervox.nce.ufrj.br/dosvox/>>.
- Ler Para Ver. (2009). *Clube do Jaws*. Disponível em: <<http://www.lerparaver.com/jaws/index.html>>.
- Masi, I. e col. (2002). Deficiente visual: educação e reabilitação. *Programa Nacional de Apoio à Educação dos Deficientes Visuais*. Brasília: Ministério da educação, 47.
- Min, H. Y., Sampaio, M. W. & Haddad, M. A. O. (2001). *Baixa visão: conhecendo mais para ajudar melhor*. São Paulo: Laramara.
- Read Speak. (2009). *ReadSpeak*. Disponível em: <<http://www.readspeak.com.br/>>.
- Serpro. (2009). *Acessibilidade na web*. Disponível em: <<http://www.serpro.gov.br/acessibilidade/>>.
- Wai. (1999). Checklist para os pontos de verificação para a acessibilidade ao conteúdo da Web – Diretrizes 1.0. Disponível em: <<http://www.maujor.com/w3c/clistpointac.html>>.
- Zdnet. (2009). *Seeing for the blind*. Disponível em: <<http://www.zdnet.com.au/news/software/soa/Seeing-for-the-blind/0,130061733,139172890,00.htm>>.

# Aplicación de Sistemas Inteligentes en la Creación de Organizaciones Virtuales Dinámicas para la Prevención del Maltrato Infantil \*

Pedro Sanz Angulo<sup>1</sup>, Juan José de Benito Martín<sup>1</sup>

[psangulo@eis.uva.es](mailto:psangulo@eis.uva.es), [debenito@eis.uva.es](mailto:debenito@eis.uva.es)

<sup>1</sup> Universidad de Valladolid, Escuela de Ingenierías, Paseo del Cauce, 59, 47011, Valladolid, España.

**Resumen:** El vertiginoso avance de las Tecnologías de la Información y Comunicación ha supuesto un cambio radical en la forma de abordar los problemas en multitud de áreas de investigación y aplicación, generando, a su vez, un marco incomparable para la creación de nuevas formas organizativas que plantean innovadoras e interesantes posibilidades. Entre esas nuevas formas destacan las Organizaciones Virtuales Dinámicas caracterizadas, sobre todo, por un uso intensivo de la tecnología y por la agilidad que demuestran ante cualquier nueva necesidad o cambio en el entorno. Esta agilidad en la respuesta es un elemento clave a la hora de afrontar un problema tan espinoso en la sociedad actual como es el maltrato infantil. Partiendo de esta idea, nuestro trabajo está dirigido hacia la creación de Organizaciones Virtuales Dinámicas que den una respuesta ágil a las distintas situaciones de maltrato que puedan surgir, gracias al uso de tecnologías procedentes del ámbito de la Inteligencia Artificial.

**Palabras clave:** Prevención del Maltrato Infantil, Organizaciones Virtuales Dinámicas, Sistemas Multiagente, Sistemas Expertos.

**Abstract:** The rapid development of the Information and Communication Technologies has radically changed the way the problems are being addressed in many areas of research and application. In turn, it has allowed developing an incomparable framework for the creation of new organizational forms with innovative and interesting possibilities: in this context, the Dynamic Virtual Organization paradigm clearly stands out among the rest. This new architecture is characterized, above all, by an intensive use of technology and by the agility it

---

\* Este trabajo se deriva de la participación de sus autores en un proyecto de investigación financiado por la Junta de Castilla y León en su convocatoria EDU/1534/2008, con referencia VA009A09 y titulado "Las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones en la Creación de Redes Organizativas: Aplicación en el Ámbito de la Prevención del Maltrato Infantil".

shows to respond to any new need or change in the environment. This agility is a key element in tackling a problem as difficult in contemporary society as the child abuse. With this idea in mind, we have directed our work towards the creation of Dynamic Virtual Organizations able to give a quick and efficient response to any abuse situation may arise through the use of technologies from the Intelligence Artificial domain.

**Keywords:** Child Abuse Prevention, Dynamic Virtual Organizations, Multi-Agent Systems, Expert Systems.

## 1. Introducción

En la década de los 80, y como consecuencia de una creciente globalización de los mercados, muchas de las grandes corporaciones empezaron a observar que no siempre eran capaces de superar a sus competidores más pequeños y especializados: su elevada diversificación e integración vertical les privaba de la flexibilidad y agilidad necesarias para seguir siendo competitivas en un mercado global y en continua transformación.

Por otro lado, la creación de valor añadido para los clientes se convirtió en un proceso cada vez más complejo que exigía la combinación de diferentes clases de conocimiento que las compañías no necesariamente poseían (Beer, Eisenstat & Spector, 1990). Para asegurar su supervivencia, y alcanzar metas cada vez más ambiciosas, las empresas se veían forzadas a cooperar, a veces incluso con los competidores directos (Davidow & Malone, 1992), compartiendo sus procesos de negocio clave, además de sus recursos, competencias esenciales, habilidades y su *know-how* (Applegate, Holsapple, Kalakota, Radermacher & Whinston, 1996).

Enseguida empezaron a buscarse modelos de empresa alternativos a los tradicionales, en los que la externalización de las actividades a diferentes niveles y el uso intensivo de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (ICT, *Information and Communication Technologies*) desempeñaran un papel clave. Esta búsqueda derivó en el concepto de Empresa Virtual (VE, *Virtual Enterprise*), considerado por numerosos investigadores como la estrategia organizativa del siglo XXI (Davidow & Malone, 1992; Fischer, Heimig, Org & Uller, 1996; Mowshowitz, 1997; Park & Favrel, 1999; etc).

La VE y, sobre todo su arquetipo dinámico (DVE, *Dynamic VE*), han despertado enormes expectativas en diferentes dominios de aplicación como consecuencia de sus múltiples beneficios potenciales: acceso más rápido a nuevos mercados y a nuevas oportunidades de negocio; se superan desafíos y se tiene acceso a recursos (habilidades, *know-how*,...) que normalmente están fuera de las posibilidades de un único participante; se incrementa la utilización de los activos; se mejora el servicio al cliente y la calidad del producto o servicio; se disminuyen y comparten riesgos, costes, etc.; se logran economías de escala; las pequeñas y medianas empresas logran presencia internacional; etc.

Pero de entre todas las características la que destaca sobre las demás es, sin duda, la *agilidad*, entendida como la capacidad para adaptarse de forma rápida y flexible a los cambios en el entorno o a las necesidades de los usuarios. La agilidad es, sin duda, un

requisito indispensable para garantizar la supervivencia de las empresas y el éxito de las organizaciones en un contexto como el actual, tan turbulento, competitivo y globalizado. Pero la agilidad también es una cualidad deseable y necesaria en muchas situaciones que se enmarcan fuera del contexto empresarial. Éste es el caso, por ejemplo, de la *prevención del maltrato infantil*.

Pese a la extraordinaria evolución de la humanidad en el último siglo, el maltrato infantil sigue siendo, hoy en día, un fenómeno universal. Lograr la erradicación completa de este problema constituye un objetivo muy ambicioso que exige trabajar intensamente en la educación de cada individuo y en el reconocimiento de los derechos de los niños. Aunque en los últimos años se ha avanzado de manera significativa en estos aspectos, nuestros esfuerzos deben continuar mientras existan niños y niñas afectados por este problema. Tenemos la responsabilidad de protegerles, empleando para ello los múltiples y variados recursos disponibles, y avanzar en la búsqueda de nuevas soluciones y herramientas que nos permitan proporcionar una respuesta rápida y adaptada a cada situación de maltrato.

Para suministrar esta respuesta es necesario potenciar un modelo de trabajo en red desde todos los ámbitos y organismos involucrados en la prevención, detección e intervención de situaciones de maltrato infantil, aportando a la colaboración lo que en la literatura económica se denomina su "*core business*". Este trabajo de colaboración interinstitucional plantea problemas y exigencias difíciles de solventar si no se tienen presentes las tecnologías de la información y las comunicaciones. El objetivo primordial ha de ser, por tanto, proveer una nueva vía de actuación eficiente e innovadora que favorezca el trabajo en red orientado a la prevención y solución del maltrato infantil en todas sus variantes.

Partimos, por tanto, de la necesidad de agilizar la respuesta a las situaciones de maltrato, lo que nos ha hecho considerar la formación de Organizaciones Virtuales Dinámicas (DVO, *Dynamic Virtual Organization*) y, por tanto, a adaptar algunas de las ideas y herramientas ICT construidas *ad hoc* de las Empresas Virtuales Dinámicas donde la investigación y el desarrollo de soluciones técnicas son más prolíficos. Aquí es donde se puede englobar parte del trabajo que estamos desarrollando actualmente en la Universidad de Valladolid y que presentamos a lo largo de este artículo; en particular, pretendemos explicar la labor desarrollada y describir cómo se va a adaptar una aplicación software desarrollada inicialmente para agilizar la formación de DVE a la gestación de DVO capaces de intervenir ante las diversas situaciones de maltrato infantil.

Esta herramienta, denominada DVEBreeder, hace uso de dos tecnologías procedentes del ámbito de la Inteligencia Artificial (AI, *Artificial Intelligence*) como son los Sistemas Multiagentes (MAS, *Multi-Agent System*) y los Sistemas Expertos (ES, *Expert System*). La combinación de ambas tecnologías constituye, además de un enfoque totalmente novedoso e innovador en este ámbito de actuación, una respuesta completamente adaptada a las necesidades del problema: por un lado, los MAS afrontan de forma eficiente los problemas de interacción en entornos distribuidos (como el que constituye el trabajo en red), mientras que el ES proporciona a los agentes un módulo de decisión que les hace comportarse de forma similar a como lo haría una persona experta en este dominio de aplicación.

Para lograr esta personalización contamos con el interés y el apoyo de la Asociación Castellano Leonesa para la Infancia y la Juventud, REA, y con el trabajo de un grupo de investigación multidisciplinar. Gracias a todo ello, se dispondrá de una herramienta capaz de agilizar el trabajo en red al permitir, de forma fácil e intuitiva, la configuración de DVO configuradas a medida de cada situación de maltrato. Con ésta y otras herramientas en fase de desarrollo, las distintas entidades y organismos involucrados en la prevención del maltrato dispondrán de los medios necesarios para coordinar su respuesta de forma ágil y eficiente.

## **2. La empresa virtual dinámica y los entornos de gestación**

Las últimas décadas del siglo XX han sido testigos de una expansión de los negocios sin precedentes en la historia de la humanidad. Este proceso de continuo crecimiento y transformación tiene su origen en un desafío común a todos los seres vivos: la lucha por la supervivencia (Sanz, 2008). En el caso particular de las empresas, esta lucha supone la obligación de satisfacer permanentemente los deseos de los clientes, cada vez más exigentes, mejorando la eficiencia productiva y adaptándose continuamente a los cambios de un entorno global, competitivo y dinámico.

La empresa virtual permite que un número de organizaciones, instituciones o individuos legalmente independientes y geográficamente dispersos desarrollen un entorno de cooperación y trabajo común orientado a la consecución de una meta concreta. Este entorno posibilita la fabricación de productos de mayor calidad y adaptados a las necesidades del mercado, pero incurriendo en un menor coste, una distribución del riesgo y una reducción del “*time to market*”, etc., lo que se traduce en una mejor respuesta a las exigencias de los clientes. La VE permite a sus participantes acceder de manera colectiva a mercados globales con soluciones de clase mundial que no podrían proporcionar individualmente (Park & Favrel, 1999).

Sin embargo, que una empresa sea capaz de suministrar un producto de calidad cuando el cliente lo necesite y a un coste adecuado, no significa que posea la capacidad de cambiar eficientemente para adaptarse mejor a las necesidades de sus clientes. Esta característica es lo que se conoce como agilidad, y es lo que proporcionan los modelos dinámicos de VE, también conocidos como VE Ágiles. En las DVE un conjunto de socios de negocio se unen dinámicamente, bajo demanda, y de acuerdo con las necesidades y requisitos de los clientes (Ouzounis, 2001), desapareciendo cuando dichas necesidades han sido satisfechas. Son, en definitiva, organizaciones de rápida creación y rápida disolución (Browne & Zhang, 1999), construidas *ad hoc* de la oportunidad de colaboración. Constituyen, por tanto, los modelos de negocio más prometedores para las empresas del siglo XXI, sobre todo para las de pequeño y mediano tamaño.

Sin embargo, la creación de una empresa virtual cada vez que surge una nueva oportunidad de negocio consume grandes cantidades de tiempo y recursos lo que representan una merma de la agilidad asociada a este modelo de negocio. La efectividad del proceso depende, en gran medida, de la disponibilidad de información adecuada sobre los socios potenciales, de su nivel de preparación para implicarse en una DVE y, sobre todo, de la existencia de confianza. Para solucionar este problema, consideramos que el proceso de creación de este tipo de organizaciones debe tener

lugar en el contexto de lo que Afsarmanesh y Camarinha-Matos (2005) denominan Entornos de Gestación de Organizaciones Virtuales (VBE, *Virtual Organization Breeding Environment*).

Los VBE son asociaciones colaborativas a largo plazo compuestas por organizaciones que están preparadas para cooperar y, de este modo, responder rápida y ágilmente a las oportunidades de colaboración que surjan (Camarinha-Matos, Afsarmanesh & Ollus, 2005), beneficiándose completamente de los cambios inesperados. En definitiva, se trata de asociaciones destinadas a paliar algunos de los obstáculos asociados a la temporalidad de la VE dinámica, entre los que se encuentra la ya mencionada “falta de confianza”: los VBE se valen de infraestructuras ICT efectivas que suministran una base común con la que lograr niveles de colaboración apropiados entre sus miembros, facilitan la configuración y la operativa de VE ágiles, introducen mecanismos para construir confianza, definen una cultura económica basada en la cooperación estableciendo unos principios y valores comunes entre las diferentes organizaciones (independientemente de donde se encuentren), etc.

### **3. El trabajo en red en el ámbito del maltrato infantil**

#### **3.1. El maltrato infantil y su prevención**

La Convención de los Derechos del Niño de las Naciones Unidas de 1989 define el maltrato infantil como “toda violencia, perjuicio o abuso físico o mental, descuido o trato negligente, malos tratos o explotación, mientras el niño se encuentra bajo la custodia de sus padres, de un tutor o de cualquier otra persona o institución que le tenga a su cargo”. En definitiva, podemos afirmar que existe maltrato infantil cuando no se respetan los derechos del niño y no se da respuesta a sus necesidades (Sanz, de Benito, Villa & Manso, 2008); no podemos olvidar que el maltrato es, ante todo, la ausencia de buen trato.

Pero la ausencia de buen trato puede darse de muchas formas, lo que supone una gran variedad de tipologías dependiendo de la situación, de los actores involucrados, del grado de intensidad, etc. Cada tipo o situación de maltrato es único y exige, como es lógico, un tratamiento diferenciado; supone definir y diseñar una respuesta adaptada a sus características. En este sentido, la prevención constituye la mejor aproximación posible al problema del maltrato infantil. La prevención debe abordarse teniendo en cuenta sus tres niveles posibles:

- Por un lado estaría la prevención primaria, cuyo objeto es reducir la aparición del problema en la población general a través de actividades de promoción del niño y prestando especial atención a sus necesidades. De esta manera, la comunidad se mentaliza sobre el problema y adquiere hábitos y conductas positivas que evitan la aparición del maltrato.
- La prevención secundaria se centra, por su parte, en el concepto de alto riesgo. Esta prevención se dirige a grupos sociales, familias o individuos catalogados como de “alto riesgo” para evitar que determinadas situaciones acaben en malos tratos.

- Por último, la prevención terciaria es la que trata de reducir la duración y gravedad de las secuelas del problema (etapa de rehabilitación o curación). También exige la intervención sobre el contexto, la familia, etc., para evitar su reaparición.

Como veremos más adelante, nuestro trabajo se puede englobar perfectamente en estos dos últimos niveles de la prevención.

### **3.2. El maltrato infantil y el trabajo en red**

El trabajo en red es el trabajo sistemático de colaboración y complementación entre los recursos locales de un ámbito territorial. Se basa en la comunicación de los agentes e instituciones entre los que debe existir un intercambio óptimo de información tanto en criterios cualitativos como cuantitativos. Consiste en un trabajo de estructura horizontal que persigue la eficacia y efectividad, evitar duplicidades en los cometidos de los agentes involucrados, y cuidar especialmente los procesos de toma de decisiones que deben estar rigurosamente documentados y adecuados a unos criterios de temporalidad.

Los fundadores del trabajo socioterapéutico en red fueron Speck y Attneave (1974) que denominaron *family networks* al trabajo de terapia familiar en base a redes realizado en los Estados Unidos con familias que eran atendidas por los servicios sociales. Varios años más tarde, en la década de los ochenta, Elkaim (1989) llevó a cabo las primeras prácticas a nivel europeo en barrios desfavorecidos de Bélgica. Desde entonces, las experiencias de trabajo en red y el enfoque sistémico han evolucionado y se han multiplicado.

Dentro de nuestro país encontramos el programa piloto de trabajo en red de Burlada (Pamplona), donde se reconoce que uno de los desafíos de cualquier programa en red es facilitar un proceso de organización de los diferentes niveles institucionales y los recursos profesionales que aseguren la creatividad y la competencia de cada una de estas instancias (De Miguel & Fernández, 2002).

Éstos y otros trabajos, experiencias y proyectos hacen hincapié en la necesidad del trabajo en red como medio para lograr el fin último de la prevención y solución del maltrato infantil, estableciendo pautas y procedimientos que normalmente están contruidos *ad hoc* del contexto en el que se desarrollan. Carecen, además, de herramientas informáticas capaces de solventar muchos de los problemas de este tipo de relaciones, entre los que destaca la necesidad de una rápida intervención.

Nuestro trabajo viene a paliar precisamente esta carencia al lograr interconectar rápida y eficazmente a los profesionales que deben formar parte de la respuesta. A partir de una simple notificación en el sistema se logra configurar una organización virtual adaptada al caso concreto y sin apenas intervención humana.

## 4. Nuestro trabajo

### 4.1. El origen: equivalencia entre el trabajo en red y la DVE

Existen múltiples similitudes entre el trabajo en red que precisan las situaciones de maltrato infantil y el trabajo en red que supone el modelo dinámico de empresa virtual. A continuación se van a exponer, de forma resumida, las ideas que sin duda son más interesantes para comprender nuestro propósito y trabajo.

Podemos empezar, por ejemplo, hablando de los entornos de gestación. En el caso del maltrato es obvio que el VBE estaría constituido por cualquier entidad u organismo implicado en la solución: centros educativos, servicios sociales, centros de salud, servicios de menores, organismos judiciales, cuerpos de seguridad del Estado, etc. Cada uno de ellos aportaría a la colaboración su actividad esencial, su *core business*, de forma que el VBE albergase todos los procesos necesarios en la solución. Además, estas entidades estarían obligadas a compartir cierta cultura de trabajo (protocolos de actuación,...), infraestructura ICT, etc.

Tras identificarse un caso de maltrato (en un centro educativo, en un centro de salud, a través de una denuncia en comisaría o en la línea de atención al menor, etc.) se acudiría al entorno de gestación con el fin de seleccionar a las entidades mejor preparadas para responder al problema particular. La unión de los distintos organismos seleccionados es lo que constituye, en definitiva, la organización virtual dinámica encargada de proporcionar la respuesta a la situación de maltrato. Naturalmente, las distintas organizaciones que puedan surgir del entorno de gestación estarán condicionadas por los requisitos y necesidades de cada situación de maltrato particular.

Una vez seleccionados los componentes de la DVO será necesario que coordinen su actuación, que trabajen de forma conjunta en busca de una solución adecuada al problema; en otras palabras, llega la fase de operación que durará hasta que se haya logrado dar una respuesta adecuada al problema inicial. Este momento coincidirá, precisamente, con la fase de disolución de la DVO creada. También debemos tener presente que las entidades integrantes de una DVO pueden participar simultáneamente en otros consorcios que traten de dar respuesta a casos de maltrato distintos. Además, siempre que sea necesario, pueden buscarse nuevas entidades, prescindir de algunas, etc., lo que se traduciría en una reconfiguración de la red de trabajo en función de las necesidades de cada caso.

### 4.2. La creación de DVO como respuesta al maltrato infantil

Nuestro objetivo fundamental no es otro que el de potenciar y desarrollar un modelo de trabajo en red que sirva para prevenir el maltrato infantil y en las que participen activamente las diferentes entidades y organismos involucrados en la respuesta. Creemos que la mejor forma de lograr este objetivo es a través de la creación de DVO, de forma similar a como ocurre en el mundo empresarial con las VE dinámicas. Pero para lograrlo es preciso concretar y desarrollar aquellos elementos necesarios en la creación de DVO que sean capaces de afrontar la problemática asociada al maltrato infantil de forma ágil y eficiente. Entre estos aspectos, cabe destacar la adecuación de los conceptos de VBE y DVE así como de las herramientas desarrolladas para conseguir

su implementación efectiva. Para lograrlo, creemos acertado establecer una serie de pasos que guíen nuestro trabajo:

- *Etapa 1.* Creación del entorno de gestación. En esta etapa se han de identificar todas las entidades que pueden y deben intervenir en la respuesta a una situación de maltrato (en todas sus variantes). Se ha de trabajar con ellas para conseguir que se involucren y para que compartan una misma infraestructura ICT. Además, se deberán definir algunos protocolos de actuación que guíen la acción conjunta de todas las entidades.
- *Etapa 2.* Adecuación de la herramienta DVEBreeder para la formación de DVO. En esta etapa se busca desarrollar una herramienta que permita configurar rápida y fácilmente DVO a partir de la personalización de una herramienta construida inicialmente para las DVE. Esto supone trabajar en una nueva estructura de procesos de negocio, modificar las interfaces de usuario, etc., así como establecer las reglas y hechos que guiarán la formación de las futuras VO dinámicas.
- *Etapa 3.* Construcción de un marco informático para la operación de la DVO. Tras asegurar la formación de la DVO que mayor potencial de respuesta tenga a la situación de maltrato, será necesario establecer las herramientas que sirvan para favorecer y coordinar la actividad entre las entidades involucradas. Este marco informático deberá permitir el seguimiento del caso, que los distintos agentes puedan compartir información, establecer foros de diálogos entre las entidades, etc.
- *Etapa 4.* Evaluación de resultados. La última etapa consistirá en analizar los resultados de las etapas anteriores. Para ello, consideramos la aplicación de las herramientas en una zona geográfica restringida, para ir evolucionando progresivamente hacia un mayor ámbito de aplicación. Además, se desarrollarán herramientas informáticas que favorezcan el análisis de los resultados obtenidos: toda la información generada durante su aplicación ha de servir para determinar aquellos factores de riesgo que aparecen más frecuentemente relacionados con el maltrato infantil, lo que permitirá una mejor planificación de la prevención secundaria.

En el próximo apartado describiremos brevemente la herramienta DVEBreeder desarrollada en el departamento de Organización de Empresas y Comercialización e Investigación de Mercados de la Universidad de Valladolid. Esta herramienta constituye el punto de origen de la segunda etapa de nuestro trabajo y un elemento clave en el éxito de las distintas DVO que puedan surgir para abordar las situaciones de maltrato.

## **5. Personalización de la aplicación DVDBreeder**

Aunque se han ido abordando las etapas uno y dos de forma concurrente (ya que están profundamente interrelacionadas), en este apartado tan sólo se describirán algunos de los aspectos relacionados con la personalización de la herramienta informática DVEBreeder. Una de las características más importantes de esta plataforma es la

combinación de dos tecnologías procedentes del campo de la inteligencia artificial: la tecnología multiagente y los sistemas expertos.

### **5.1. Los sistemas multiagentes y los sistemas expertos**

Un agente software es una entidad informática que actúa de forma flexible, dentro de un entorno, con el propósito de cumplir unos objetivos. Se caracteriza principalmente por ser autónomo, reactivo, proactivo y por estar dotado de habilidades sociales, lo que le permite la interacción con otros agentes y con su entorno mediante el intercambio de mensajes que hacen uso de un lenguaje de comunicación de agentes.

La característica de sociabilidad de los agentes software hace de ellos un concepto muy interesante para desarrollar sistemas informáticos distribuidos donde varios agentes interactúan entre sí y con el entorno. Cada uno de estos agentes tiene la capacidad de resolver una parte específica del problema, de forma que juntos pueden alcanzar la funcionalidad deseada operando de forma asíncrona y sin un sistema de control global. A estas organizaciones se les denomina sistemas multiagente.

Pero, ¿cómo podemos conseguir que los agentes software se comporten, razonen y actúen como lo hacen los seres humanos?. La respuesta está en los sistemas expertos, sistemas informáticos que simulan el proceso de aprendizaje, memorización, razonamiento, comunicación, y, en consecuencia, de acción de un experto humano en cualquier rama de la ciencia (III web, 2007), lo que les permite almacenar datos y conocimiento, sacar conclusiones lógicas, tomar decisiones, comunicarse con expertos humanos, explicar el porqué de las decisiones tomadas y realizar acciones. Gracias a ellos, y en particular, a los ES basados en reglas, vamos a ser capaces de simular el razonamiento de los distintos actores involucrados en la prevención de las situaciones de maltrato.

### **5.2. La aplicación DVEBreeder y su personalización**

La aplicación DVEBreeder es una herramienta software que facilita y agiliza la formación de DVE. Como sistema multiagente, está formado por diversos agentes software, algunos de los cuales representan a las distintas entidades involucradas en la existencia de las DVE. En este sentido, la figura 1 muestra las interfaces de algunos de los agentes de esta aplicación.

Esta herramienta afronta la formación de DVE a partir de un modelo de negocio innovador y multienfoque que permite englobar las distintas orientaciones existentes en la literatura. Además, gracias a la combinación de la tecnología multiagente y los sistemas expertos proporciona una respuesta ágil e inteligente al problema de la selección de socios en estos entornos distribuidos y dinámicos (véase figura 2). Por un lado, la comunicación entre los distintos agentes es trivial gracias a la plataforma empleada en el desarrollo del MAS, que no es otra que JADE (*Java Agent Development Environment*). Por otro, el comportamiento de los agentes es bastante similar al que pueden tener los expertos humanos; esto es posible gracias al sistema experto JESS (*Java Expert System Shell*), que permite expresar la conducta de los agentes como un conjunto de reglas.

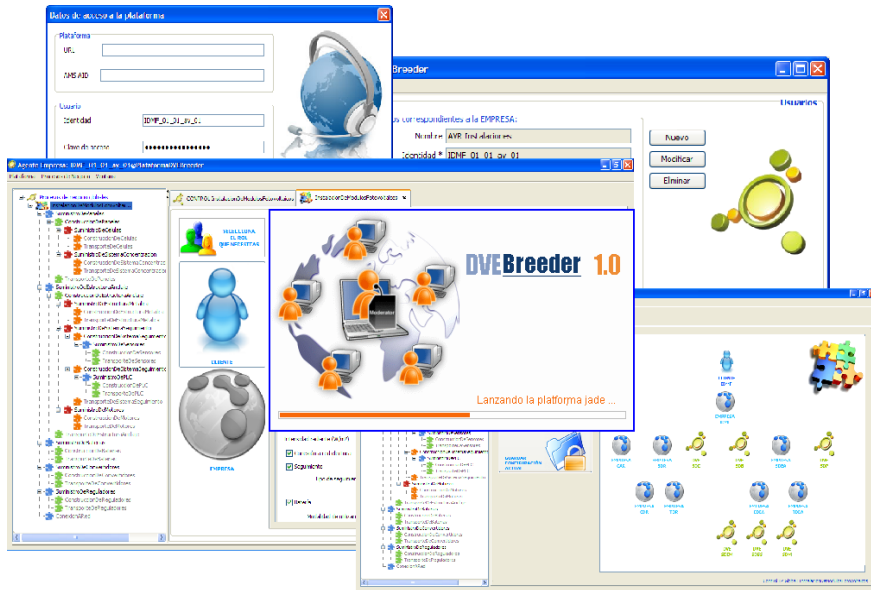


Figura 1 - Algunas instantáneas de la interfaz de usuario de la plataforma DVEBreeder (Sanz, 2008)

Posee, en definitiva, un gran número de características interesantes: es flexible, dinámica, escalable y, como hemos visto, innovadora tanto desde el punto de vista tecnológico como desde el conceptual (fruto de su absoluta conformidad con el modelo inicial); los agentes son autónomos, muestran un comportamiento inteligente y se comunican de forma asíncrona; se respetan los estándares FIPA, la interfaz es intuitiva, la reutilización de su código gracias a su estructura abierta es sencilla, etc.

Por último, la modularidad con la que ha sido desarrollada permite lograr una fácil adaptación a cualquier dominio de aplicación; esto nos permite una transición relativamente fácil de un área de trabajo a otro (por ejemplo, de la instalación de módulos solares fotovoltaicos en el que ha sido probada y testada, a la de la prevención del maltrato infantil). Esta cualidad es, sin duda, una ventaja competitiva frente a otras herramientas basadas en agentes que existen en la literatura (Rabelo, Camarinha-Matos & Vallejos, 2000; Rocha y Oliveira, 1999; Ouzounis, 2001; Rao y Petersen, 2003; etc.) y que habitualmente se construyen *ad hoc* del problema que pretenden resolver.

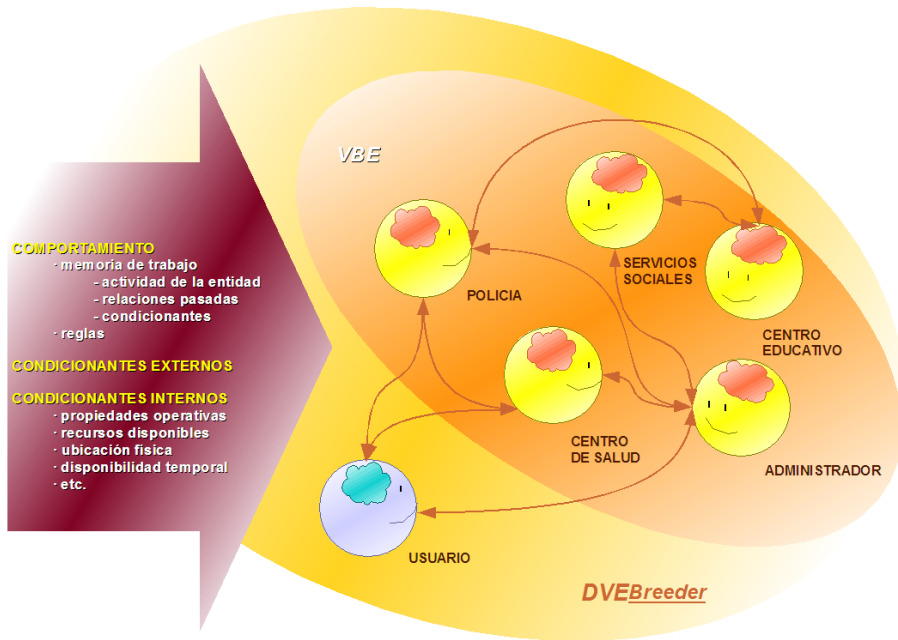


Figura 2 – Esquema simplificado de la plataforma DVEBreeder en el dominio de aplicación

La personalización de esta herramienta constituye la parte principal de la segunda etapa de nuestro trabajo, con la que se persigue conseguir una aplicación que posibilite una selección rápida y eficiente de aquellas entidades y organismos que deban formar parte de la respuesta a una situación de maltrato específica y en una ubicación geográfica concreta. Esta personalización conlleva un gran número de actividades, algunas de las cuales tienen una estrecha relación con la primera etapa (ésta es la razón por la que se están abordando de forma concurrente). A continuación se enumeran algunas las acciones más importantes a llevar a cabo:

- Establecer la jerarquización de los procesos de negocio. Esta actividad exige definir los distintos tipos de entidades involucrados en la respuesta, y concretar sus procesos esenciales. Además, supone la modificación de la ontología del dominio de aplicación.
- Concretar los tipos de agentes necesarios. Ya no existen los roles de empresa y cliente de un DVE, aunque sean conceptos que puedan extrapolarse fácilmente al caso que nos ocupa.
- Personalización de la interfaz de usuario de la aplicación. Ésta ha de ser coherente con las necesidades del nuevo problema, y con los agentes identificados.
- Modificación de la memoria de trabajo y la base de conocimiento del sistema experto. Al cambiar el dominio de aplicación también varía el conjunto de hechos que lo definen, así como las reglas que guiarán el comportamiento de

los agentes (deberán establecerse, por ejemplo, las reglas que permitirán seleccionar a los organismos más apropiados en función de las características de la situación de maltrato que activa el proceso de selección, reglas para establecer el grado de maltrato, la carga de trabajo, etc.).

- Además, y enfocado con la prevención secundaria, deberán crearse mecanismos para recopilar información sobre los casos de maltrato que posteriormente se integre en el sistema de información del VBE. El análisis de ésta y otra información generada durante la operación de las distintas DVO permitirá una mejor actuación en la prevención de las situaciones de riesgo.

En resumen, la introducción del DVEBreeder en la metodología del maltrato infantil lo que persigue es agilizar la respuesta de los agentes sociales ante un supuesto caso de maltrato infantil y, tal vez en un futuro próximo y mediante la optimización de los recursos del proceso de intercambio de información, facilitar la detección de la posible población de riesgo lo que permitiría conseguir una mayor eficacia en las actuaciones de prevención secundaria.

## 6. Conclusiones

Son muchos y variados los desafíos que debe afrontar el trabajo en red para convertirse en un instrumento realmente eficaz con el que combatir el problema del maltrato infantil. Pablo Herrero (Herrero, 2008) identifica varios de esos problemas: la parcialización de los servicios sociales, la urgencia y la presión, la falta de diagnóstico, el pseudoacuerdo, las triangulaciones entre servicios, la competitividad entre servicios, etc. En este sentido, nuestro trabajo, enfocado a la creación de Organizaciones Virtuales Dinámicas que respondan a las exigencias de cada situación de maltrato, constituye una aproximación que soluciona, o al menos mitiga, la mayoría de estas dificultades de una manera sencilla y casi intuitiva.

Nuestro propósito consiste en lograr que el trabajo en red no se quede reducido a una simple coordinación de las instituciones como si se tratara de compartimentos estancos, sino a la búsqueda de las mejores respuestas para aquellas preguntas siempre presentes en un caso de maltrato infantil. Cada caso es único (no es lo mismo enfrentarse a un caso de abuso sexual que a uno de maltrato entre iguales), por lo que las redes que se formen en cada situación han de involucrar componentes diferentes (principalmente en términos de agentes y ámbitos de actuación). Se necesita, por tanto, una red dinámica y flexible que permanezca abierta a la evolución continua de los recursos, una red no excluyente que admita la incorporación de nuevos servicios y entidades.

Por este motivo, cualquier iniciativa ha de partir, obligatoriamente, de los llamados Entornos de Gestación. La red que representa este concepto es compleja y amplia, y está formada por entidades de los distintos ámbitos (educativo, social, policial, judicial y sanitario) involucrados en cualquiera de los aspectos que tienen que ver con la prevención del maltrato infantil en sus niveles secundario y terciario. Además, partimos de una concepción de red articulada en la que no hay un único eje central sino que cada profesional conoce las funciones y las competencias de los demás y las respeta según los criterios acordados para el trabajo de colaboración. La finalidad es perseguir

el interés superior del niño en cada actuación mediante la complementariedad de las funciones de los profesionales especialistas en el maltrato infantil.

Por otro lado, el uso de agentes software cuyo comportamiento está guiado por un sistema experto supone una novedad y una innovación en el campo de la metodología del trabajo en red orientado en la prevención del maltrato infantil. Esta combinación nace con la pretensión de optimizar el uso de los recursos y facilitar la comunicación entre las instituciones y los profesionales especializados en el maltrato infantil; en definitiva, pretende suministrar un soporte informático a la red que agilice notablemente su respuesta. Podría decirse que el propio concepto de trabajo en red consigue así hacerse tangible y adquirir una naturaleza dinámica acorde a las necesidades y exigencias de cada caso concreto de maltrato.

## Agradecimientos

Desde estas líneas queremos manifestar nuestro más profundo agradecimiento a la directiva y a los socios de la Asociación Castellano Leonesa para la Defensa de la Infancia y la Juventud (REA), por su continuo apoyo y por su clara voluntad de colaboración. En especial, queremos destacar el papel desempeñado por una de sus integrantes, D<sup>a</sup> M<sup>a</sup> Elena Villa Ceinos, quien supo ver antes que nadie el claro paralelismo existente entre la prevención del maltrato infantil y nuestro trabajo en el dominio de las DVE. Gracias a ella, y a su visión innovadora, hoy nos encontramos inmersos en el desarrollo de este proyecto tan interesante, motivador y de claro perfil social.

También queremos hacer extensible este reconocimiento a aquellos miembros de FAPMI, la Federación de Asociaciones para la Prevención del Maltrato Infantil, que han manifestado un especial interés por nuestro trabajo a lo largo de este tiempo, y en especial a D<sup>a</sup> Rosa M<sup>a</sup> Arruabarrena Terán, actual presidenta de dicha Federación.

Por último, deseamos expresar nuestra gratitud a la Junta de Castilla y León. La concesión del proyecto de investigación en el que se enmarca el presente documento ha supuesto un gran estímulo con el que afrontar un proyecto tan innovador y ambicioso como el que hemos pretendido describir en este documento.

## Referencias

- Afsarmanesh, H. & Camarinha-Matos, L.M. (2005). A Framework for Management of Virtual Organization Breeding Environments. Collaborative Networks and their Breeding Environments, (PRO-VE'05), Springer.
- Applegate, L. M., Holsapple C. W., Kalakota R., Radermacher F. J. & Whinston A. B. (1996). Electronic Commerce: Building Blocks of New Business Opportunity. *Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce*, 6(1), 1-10.
- Arruabarrena, M. I. & De Paúl, J. (1999). *Maltrato a los niños en la familia. Evaluación y tratamiento*. Editorial Pirámide. Colección Ojos solares. Madrid.
- Beer, M., Eisenstat, R.A. & Spector, B. (1990). *Why Change Programs don't Produce Change*. Harvard Business Review, 68(6), 158-166.

- Browne J. & Zhang J. (1999), Extended and Virtual Enterprises - Similarities and Differences. *International Journal of Agile Management Systems*, 1 (1), 30-36.
- Camarinha-Matos, L. M., Afsarmanesh, H. & Ollus, M. (2005). *Virtual Organizations: Systems and Practices*. Springer.
- Davidow, W.H. & Malone, M.S. (1992). *The Virtual Corporation: Structuring and Revitalizing the Corporation for the 21st Century*. Harper-Collins Publishers.
- De Miguel, M. & Fernández, M. (2002). Detección precoz del maltrato infantil. Programa piloto de trabajo en red. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 25(2), 25-34.
- Doz, Y.L. & Hamel, G. (1998). *Alliance Advantage. The Art of Creating Value Through Partnering*. Harvard Business School Press.
- Elkaïm, M. (1989). *Las prácticas de la terapia de red*. Barcelona: Gedisa.
- Fischer, K., Heimig, I., Org, J. & Uller, P. (1996). Intelligent Agents in Virtual Enterprises. First International Conference on the Practical Application of Intelligent Agents and Multi Agent Technology, 205-223.
- Herrero, P. (2008). La red inteligente. Zerbitzuan: Gizarte zerbitzuetarako aldizkaria. *Revista de servicios sociales*, 43, 65-72.
- III web, "Informática Integral Inteligente web". Última visita en noviembre de 2007 (<http://www.informaticaintegral.net/sisexp.html>)
- Junta de Castilla y León (1998). *Guía de detección y notificación ante situaciones de desamparo y de riesgo en la infancia*. Consejería de Sanidad y Bienestar Social y Gerencia de Servicios Sociales de Castilla Y León. Valladolid
- López Sánchez, F. & Del Campo Sánchez, A. (1999). *Prevención de abusos sexuales a menores. Guía para padres y educadores. Estudios de sexología*. Ediciones Amarú. Ministerio de trabajo y de asuntos sociales. FAPMI. Salamanca.
- Mowshowitz, A. (1997). Virtual Organization. *Communications of the ACM*, 40 (9), 30-37.
- Ouzounis, E. K. (2001). *An Agent-Based Platform for the Management of Dynamic Virtual Enterprises*. Tesis doctoral de la Facultad de Electrónica e Informática de la Universidad de Berlín.
- Park, K.H. & Favrel, J. (1999). Virtual Enterprise. Information System and Networking Solution. *Computer & Industrial Engineering*, 37 (1-2), 441-444.
- Rabelo, R., Camarinha-Matos, L.M. & Vallejos, R. (2000). Agentbased Brokerage for Virtual Enterprise Creation in the Moulds Industry. *E-business and Virtual Enterprises*, Kluwer Academic Publishers, 281-290.
- Rao, J. & Petersen, S. A. (2003). Implementing Virtual Enterprises using AGORA Multi-agent System. *Information Systems for a Connected Society*, CAiSE'03 Forum. Klagenfurt/ Velden, Austria, 193-196.

- Rocha, A. & Oliveira, E. (1999). An electronic market architecture for the formation of virtual enterprises. *Infrastructures for Virtual Enterprises*, Kluwer.
- Sanz, P. (2008). *La selección de socios en las Empresas Virtuales Dinámicas*. Tesis doctoral de la Universidad de Valladolid.
- Sanz, P., Villa, M.E., Manso, M.A. & De Benito, J.J. (2008). Aplicación de la Tecnología Multiagente y los Sistemas Expertos al trabajo en Red para la Prevención del Maltrato Infantil. IX Congreso Estatal de Infancia Maltratada. Noviembre de 2008. Valladolid. España.
- Speck, R. & Attneave, C. (1974). *Redes Familiares*. Amorrortu Editores, Buenos Aires.



## Enquadramento da Gestão da Mudança em Sistemas de Informação de Unidades de Saúde

Paulo Teixeira <sup>1,2</sup>, Álvaro Rocha <sup>2</sup>

pteixeira@ipca.pt, amrocha@ufp.edu.pt

<sup>1</sup> Instituto Politécnico do Cávado e do Ave, Escola Superior de Tecnologia, 4750-810 Barcelos, Portugal

<sup>2</sup> Universidade Fernando Pessoa, GIMED - Grupo de Investigação em Informática Médica, 4249-004 Porto, Portugal

**Resumo:** Neste artigo enquadrámos uma investigação cujo objectivo principal é o desenvolvimento de uma metodologia de gestão da mudança de Sistemas de Informação em Unidades de Saúde (SIUS). A especificidade da área e o conhecimento de vários casos de insucesso por lacunas na gestão da mudança, justifica a investigação. Consequentemente é feita uma revisão bibliográfica com o objectivo de sustentarmos esta afirmação e identificarmos algumas das questões que mais se evidenciam sobre o tema. Em termos metodológicos pretende-se realizar uma série de casos de estudo em organizações produtoras de Sistemas de Informação para a Saúde e com base na Grounded Theory descrever o método padrão subjacente ao processo de gestão da mudança de sistemas de informação característico da indústria nacional de software. Cruzando esse padrão metodológico com os factores que provocam insucesso no software que vem sendo disponibilizado nas unidades de saúde portuguesas, proporemos uma metodologia de gestão da mudança que proporcione processos mais adequados à realidade nacional e simultaneamente potenciadora de sucesso na introdução de SIUS.

**Palavras-chave:** Gestão da Mudança; Sistemas de Informação; Metodologia; Unidades de Saúde.

**Abstract:** This article relates to an investigation whose primary objective is the development of a methodology for Health Facilities Information Systems (HFIS) change management. The research is justified by the specificity of the area and the knowledge of various cases of failure by shortcomings in the change management. Thus, we review the literature with the aim of sustain this statement and identify some of the most relevant issues on the subject. Methodological, we intend to perform a series of case studies within organizations that develop health information systems, and based on Grounded Theory, we intend to describe the standard method underlying the national software industry process of information systems change management. Crossing this methodological standard with the software failure factors identified in Portuguese health facilities, we will propose a new change management methodology which provides more appropriate processes to our country and simultaneously potentiating the successful introduction of HFIS.

**Keywords:** Change Management; Information Systems; Methodology; Health Facilities.

## 1. Introdução

Este artigo resulta de uma revisão de literatura referente à gestão da mudança em sistemas de informação para a saúde tendo em vista identificar algumas das questões levantadas sobre o tema. A mudança é uma das características que melhor representa as organizações. Como qualquer organismo vivo, faz parte da sua natureza reagir e evoluir. A incerteza e a competitividade do mercado, as novas tecnologias, a necessidade de diminuir custos, aumentar a qualidade ou aceder a novos mercados, implicam alterações organizacionais muitas vezes traduzidas na implementação ou adequação de Sistemas de Informação (SI).

A constante necessidade de mudança conjugada com a dependência das organizações dos SI, obrigam a uma criteriosa selecção de metodologias que potenciem o sucesso destes sistemas.

Os especialistas de sistemas de informação necessitam de melhorar o seu desempenho na gestão da mudança associada à implementação de sistemas. Isto porque apesar de existirem bons exemplos na gestão desta mudança, o facto é que se encontram muitos exemplos em que a introdução de sistemas de informação é ineficiente ou mesmo contraproduziva (Davenport, 1998; Galliers & Leidner, 2003).

Alguns profissionais de sistemas de informação da área da saúde têm-nos indicado que a falta de uma boa gestão da mudança é a causa principal do insucesso dos sistemas de informação. Neste contexto, não é por acaso que o Plano de Transformação dos Sistemas de Informação Integrados da Saúde (ACSS, 2007) chama a atenção para a necessidade efectiva de uma boa gestão da mudança nos sistemas de informação da saúde.

Nas próximas secções apresentamos uma descrição sucinta dos objectivos a que nos propomos e da metodologia adoptada para a sua concretização. Posteriormente é descrito o estado da arte em termos de gestão da mudança e a problemática inerente à introdução de SI na área da saúde.

## 2. Objectivos

É nosso objectivo discutir neste artigo a gestão da mudança na implementação de novos Sistemas de Informação em Unidades de Saúde (SIUS).

Assim, examinamos as práticas de gestão da mudança e tentamos identificar as razões que justificam a necessidade de uma investigação, que proponha uma nova metodologia específica para a gestão da mudança no âmbito da implementação de novos sistemas de informação em unidades de saúde. Com este artigo não pretendemos testar uma metodologia, mas sim colocar em evidência a sua necessidade e as suas condicionantes. Existem inúmeras referências (Avison & Young, 2007; LaClair & Rao, 2002) que comprovam o insucesso de processos de mudança e que salientam a necessidade de se seguirem metodologias adequadas (Avison & Young, 2007; Connell

& Young, 2007; Richard Heeks, 2006) para minorar o insucesso associado à introdução de novos SI em unidades de saúde.

Por outro lado, a mudança organizacional pode ser o resultado de diferentes pressões (Ziaul, xa, Faizul, & Ken, 2006). A primeira componente desta investigação implica a identificação dos diferentes factores que conduzem à mudança. Posteriormente será necessário identificar os factores críticos de sucesso encontrados na bibliografia disponível e verificar de que forma eles se reflectem na realidade Portuguesa.

Esta investigação assenta, essencialmente, na descoberta, sistematização, fundamentação e implementação de técnicas de gestão da mudança na implementação de SIUS. Assim, será desenvolvido trabalho que abordará questões como:

- Quais os modelos e metodologias que actualmente servem de base à gestão da mudança na implementação de SIUS?
- Qual o modelo padrão da gestão da mudança de sistemas de informação de unidades de saúde?
- Quais os factores críticos de sucesso que condicionam as implementações de SIUS?
- Desenvolvimento de uma metodologia de gestão da mudança que potencie o sucesso na implementação de SIUS.

Esta investigação pretende criar uma base de conhecimento das práticas e dos problemas específicos na gestão da mudança de SIUS em Portugal, e propor uma metodologia de gestão da mudança que potencie o sucesso na implementação de SIUS.

### **3. Método**

Dada a diversidade de situações em que se aplica o termo “Gestão da Mudança” é difícil encontrar uma definição comum que reúna todas as referências. Aquilo em que grande parte das recentes referências concorda é que a mudança se tornou uma necessidade cíclica crescente dentro das organizações tornando-se uma característica intrínseca da vida organizacional.

A literatura disponível (Bamford & Daniel, 2005) refere a ausência de um modelo adequado à gestão da mudança em organizações de saúde.

O ambiente organizacional é dependente de influências internas e externas (Fig. 1.), e até certo ponto esse ambiente condiciona a mudança organizacional. Importa saber até que ponto a organização tem controlo sobre o seu ambiente, identificar os factores críticos de sucesso dos Sistemas de Informação e verificar de que forma esses factores críticos se revelam na realidade Portuguesa.

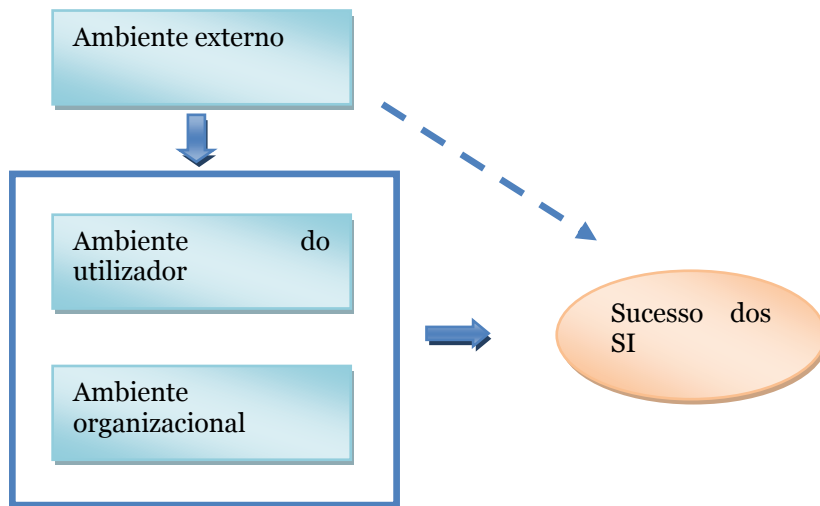


Figura. 1 - Factores independentes do software/tecnologia e que influenciam o sucesso dos SIs (Kelegai, 2005)

O nosso propósito é o de fazer uma sistematização da bibliografia disponível e identificar os tópicos, técnicas sugeridas e fases preconizadas na gestão da mudança da introdução de novos SI. Posteriormente pretende-se verificar de que forma é que estes factores são considerados na realidade Portuguesa, tanto pelas Unidades de Saúde Nacionais como pelos Produtores de Sistemas de Informação para Unidades de Saúde, e quais são considerados como contributos para o sucesso (ou insucesso) da gestão da mudança.

A investigação desenvolvida permitiu estabelecer o estado da arte em termos de gestão da mudança na implementação de sistemas de informação. Esse estado da arte servirá de base para o desenvolvimento de um conjunto de entrevistas semi-estruturadas que permitam recolher os elementos necessários das organizações de produção e implementação de software na área em análise para a aplicação da Grounded Theory (Glaser & Strauss, 1967; Hansen & Kautz, 2005) e assim identificar os principais eixos metodológicos seguidos, na prática, na implementação de sistemas para a área da saúde.

Os eixos metodológicos serão os elementos identificadores do processo nacional de gestão da mudança de sistemas para esta área específica mas poderão ou não traduzir-se por metodologias já descritas na bibliografia existente, o que será pouco provável, ou poderá ser necessário descrever uma nova metodologia que tenha por base os elementos recolhidos na prática de gestão da mudança e implementação de SIUS.

Esta análise da realidade actual levará à criação de uma proposta metodológica que deverá ser validada por especialistas do sector para ser traduzida numa proposta final.

Por fim, a proposta apresentada deverá ser validada através de casos de estudo a realizar em Unidades de Saúde e em Produtores de Sistemas de Informação desta área.

#### **4. Estado da Arte da Gestão da Mudança**

Por projecto de implementação de sistemas, e para os efeitos a que este estudo se destina, entenda-se o conjunto de fases que decorrem entre o surgimento da necessidade de um sistema e a sua efectiva entrada em produção. A introdução de sistemas apenas beneficia a organização se a implementação melhorar processos de negócio essenciais. É também claro que pouco se beneficiará de sistemas com pouca utilização. Como tal para obter retorno de investimentos, em sistemas de informação, a sua implementação deve implicar mudança nas pessoas e nos processos, mudança para melhor, mais rápido ou mais barato.

Quando se pretendem fazer mudanças numa organização, a condução desta mudança é tão relevante como o projecto em si. As expectativas criadas por um processo de mudança podem descer substancialmente pelo simples facto dos utilizadores as não compreenderem ou apresentarem resistência ao projecto (LaClair & Rao, 2002). Kolltveit (2007) após uma análise de conteúdo da literatura de gestão de projectos e de tecnologias de informação concluiu que são ignorados conteúdos essenciais da gestão da mudança. Por outro lado Roger Pressman (2005) aponta a gestão da mudança como um dos principais pilares da gestão de projectos.

No contexto de um projecto de desenvolvimento de sistemas, Alan Dennis e Barbara Wixom (Dennis & Wixom, 2009) escrevem a gestão da mudança como o processo de ajuda aos utilizadores finais na adopção do sistema em desenvolvimento, e no acompanhamento dos respectivos processos de trabalho sem pressão desnecessária. Esta não é porém uma área bem definida, nem em termos teóricos nem práticos, necessita de maior investigação e sistematização (Young, 2003).

A literatura sugere duas abordagens principais à gestão da mudança: a planeada e a emergente (Bamford & Daniel, 2005; Burnes, 2004a; Esain, Williams, & Massey, 2008). A abordagem planeada (Fig. 2.) tem dominado a gestão da mudança nos últimos cinquenta anos e tem por base os trabalhos de Kurt Lewin (Buchanan, et al., 2005; Burnes, 2004b; Lewin, 1951). Esta abordagem preconiza a gestão da mudança como a transição entre um estado fixo para outro através de várias etapas pré-definidas (Burnes, 2004b).

Mais recentemente, durante as duas últimas décadas, a abordagem à mudança de Lewin tem atraído muitas críticas mas continua a ser uma abordagem relevante na área. As abordagens mais recentes, normalmente designadas por emergentes, complementam o modelo de Lewin e, juntamente com este modelo, devem ser combinadas em função de cada situação particular (Cameron & Green, 2004). Estas abordagens preconizam a gestão da mudança como um processo contínuo.

A abordagem emergente surge como resposta às fragilidades da abordagem planeada. Os defensores da abordagem emergente concordam com a sua oposição à abordagem planeada mas revelam alguma dificuldade em especificar um modelo alternativo consensual.

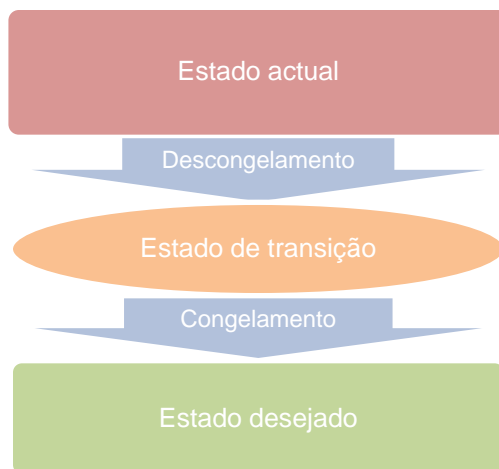


Figura. 2 - Processo de mudança baseado na teoria de Lewin (Lewin, 1951)

Alguns estudos revelam que os resultados negativos de iniciativas de gestão da mudança tendem a superar os positivos e indiciam a necessidade de alterações dos modelos teóricos na operacionalização da mudança (Clegg & Walsh, 2004).

No que respeita à engenharia de software a necessidade de metodologias de gestão da mudança é referida em várias componentes desta área do conhecimento. O SWEBOK (Swebok, 2004) indica esta necessidade na identificação de requisitos pois irá afectar todo o ciclo de vida do software. A documentação destes requisitos permitirá facilitar a sua entrada em produção, parametrização e eventual evolução (Richard Heeks, 2006).

A gestão da mudança é normalmente tida em consideração aquando da implementação de um novo sistema mas, como no SWEBOK, alguns autores sublinham a importância que este processo deve ter no início do ciclo de desenvolvimento de novos sistemas (Mumford, 1983) e no decurso do desenvolvimento (Sjøberg, 1994). Estas preocupações traduzem-se mais tarde na facilitação dos projectos de implementação.

A gestão da mudança incorpora muitas das competências associadas à gestão de projectos PMBOOK (PMI, 2004). Esta constatação traduz a necessidade de se combinarem diferentes áreas do conhecimento (Fig. 3) na aplicação de uma estratégia de gestão da mudança ou na proposta de novas metodologias.



Figura. 3 – Algumas áreas de conhecimento necessárias para a gestão da mudança

## 5. A introdução de Sistemas de Informação na área da saúde

O sucesso ou não da implementação de sistemas depende da aceitação ou rejeição destes sistemas pelos profissionais de saúde (Lapointe & Rivard, 2006). A classe médica, de uma forma geral, é conhecida por ser resistente a iniciativas baseadas em sistemas informáticos (Lapointe & Rivard, 2006). A forma como é gerida a reacção adversa dos profissionais de saúde é crucial para o sucesso de um projecto de implementação. Por outro lado Connell (Connell & Young, 2007) considera que os requisitos dos SIUS são suficientemente específicos para que estes sistemas se considerem um caso especial que requer abordagens diferenciadas dos restantes sistemas.

O sucesso dos sistemas de informação em saúde é questionado por diversos autores e a sua taxa de insucesso considerada um problema importante (Berg, 2001; Richard Heeks, 2006; R. Heeks, Mundy, & Salazar, 1999). Este insucesso é justificado por alguns autores como sendo consequência de factores culturais e de resistência à mudança (Adel Ismail, 2006).

À semelhança do referido para os sistemas de informação de uma forma geral, a maioria dos sistemas de informação em saúde traduzem-se em casos de insucesso (Avison & Young, 2007). As questões organizacionais são por vezes referidas como uma das barreiras que leva ao insucesso na introdução destes sistemas. Este e outros factores devem ser sistematizados na análise de casos de insucesso para servirem de referência a novas estratégias de implementação (Gray, 1999).

Independentemente do tipo de mudança, Prece & Chahal (Price & Chahal, 2006) consideram o alinhamento da cultura organizacional com os processos de gestão da mudança como essencial para o sucesso da mudança.

Este é um fenómeno que preocupa tanto organizações como investigadores, uma vez que o sucesso dos sistemas de informação é de importância vital para a sociedade de uma forma geral. Heeks (Richard Heeks, 2006) sublinha a necessidade de se identificarem os factores que determinam em cada situação específica este sucesso ou insucesso.

Friedman (Friedman, 1999) salienta a necessidade de dentro do sector da saúde se adoptarem estratégias de inserção de sistemas de informação que tenham por base as diferenças culturais que caracterizam o sector como um todo e os diferentes grupos profissionais envolvidos.

Os gestores de processos de mudança necessitam de metodologias que disponibilizem ferramentas de implementação mensuráveis e estruturadas, técnicas e abordagens para gerir e avaliar o processo de mudança (Kotter, 1995; Singh & Waddell, 2004).

Os últimos anos têm sido profícuos no desenvolvimento de estudos comparativos de boas práticas, mas a gestão da mudança é uma área onde ainda existe algum défice de sistematização dessas boas práticas. Encontram-se alguns estudos que revelam pesquisas nesta área (Clarke & Garside, 1997) mas ainda demasiado abrangentes, sem atenderem a sectores específicos de actividade.

Vários autores apresentam propostas de modelos avaliativos da adopção de sistemas (Ammenwerth, Iller, & Mahler, 2006; Delone & McLean, 2003), mas poucas propostas são prescritivas quanto à forma de conduzir essa adopção, e quando surgem na literatura essas propostas são demasiado simplificadas para poderem servir de orientação à gestão da mudança no decurso de uma implementação (Callen, 2008; Rita, 2003).

## 5. Conclusão

A presente investigação deverá levar à definição de uma proposta metodológica que ajude a elevar o grau de sucesso na gestão da mudança da implementação de Sistemas de Informação em Unidades de Saúde. Outro contributo será o conhecimento sobre a situação dessa gestão da mudança em algumas organizações portuguesas.

Importa não perder a noção do propósito da implementação na agitação do processo de mudança. É necessário otimizar o processo de mudança para minimizar as disfuncionalidades advindas deste processo. As referências consultadas, revelam que as abordagens fragmentadas da gestão da mudança potenciam o insucesso na implementação de sistemas de informação. Foi possível constatar a diversidade de influências de diferentes áreas do conhecimento que são incorporadas na gestão da mudança, esta diversidade potencia as abordagens fragmentadas e indicia a necessidade de novas metodologias que permitam aos gestores conduzir com maior eficácia e eficiência o processo de implementação de sistemas.

O desenvolvimento, ou aplicação, de uma metodologia de gestão da mudança deve assentar numa combinação de modelos planeados e emergentes, no caso particular da saúde estes modelos devem incorporar a cultura organizacional própria deste sector.

A pressão dos cidadãos e do mercado obriga gradualmente as organizações na área da saúde a adoptarem novas práticas organizacionais, muitas das quais passam pela adopção, evolução e implementação de sistemas e tecnologias de informação. Neste artigo foi defendido o desenvolvimento de uma metodologia de gestão da mudança específica para os sistemas de informação de unidades de saúde. A especificidade da área e o conhecimento de vários casos de insucesso por lacunas na gestão da mudança, justifica a investigação de metodologias mais adequadas à gestão da mudança deste segmento de aplicação de sistemas e tecnologias de informação.

## Referencias

- ACSS. (2007). *Definição do Plano de Transformação dos Sistemas de Informação Integrados da Saúde - Sumário Executivo*: Administração Central do Sistema de Saúde e PriceWaterHouseCoopers.
- Adel Ismail, A.-A. (2006). Investigating the Strategies for Successful Development of Health Information Systems: A Comparison Study. *Information Technology Journal*, 5(4).
- Ammenwerth, E., Iller, C., & Mahler, C. (2006). IT-adoption and the interaction of task, technology and individuals: a fit framework and a case study. [Research article]. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 6(3).
- Avison, D., & Young, T. (2007). Time to rethink health care and ICT? *Communications of the ACM*, 50(6), 69-74.
- Bamford, D., & Daniel, S. (2005). A case study of change management effectiveness within the NHS. *Journal of Change Management*, 5(4), 391 - 406.
- Berg, M. (2001). Implementing information systems in health care organizations: myths and challenges. *International Journal of Medical Informatics*, 64(2-3), 143-156.
- Buchanan, D., Fitzgerald, L., Ketley, D., Gollop, R., Jones, J. L., Lamont, S. S., et al. (2005). No going back: A review of the literature on sustaining organizational change. *International Journal of Management Reviews*, 7(3), 2005.
- Burnes, B. (2004a). Emergent change and planned change - competitors or allies? The case of XYZ construction. *International Journal of Operations & Production Management*, 24(9-10), 886-902.
- Burnes, B. (2004b). Kurt Lewin and the Planned Approach to Change: A Re-appraisal. *Journal of Management Studies*, 41(6), 977-1002.
- Callen, J. L. (2008). Contextual Implementation Model: A Framework for Assisting Clinical Information System Implementations. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 15(2), 255.
- Cameron, E., & Green, M. (2004). Making Sense of Change Management: A Complete Guide to the Models, Tools & Techniques of Organizational Change: Kogan Page.
- Clarke, A., & Garside, J. (1997). The development of a best practice model for change management. *European Management Journal*, 15(5), 537-545.

- Clegg, C., & Walsh, S. (2004). Change management: Time for a change! *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 13(2), 217 - 239.
- Connell, N. A. D., & Young, T. P. (2007). Evaluating healthcare information systems through an "enterprise" perspective. *Information & Management*, 44(4), 433-440.
- Davenport, T. H. (1998). Putting the Enterprise into the Enterprise System. *Harvard Business Review*, 76(4), pg. 121, 112.
- Delone, W. H., & McLean, E. R. (2003). The DeLone and McLean Model of Information Systems Success: A Ten-Year Update. *Journal of Management Information Systems*, 19(4), 9-30.
- Dennis, A., & Wixom, B. H. (2009). *Systems analysis and design* (4 ed.). Toronto: John Wiley & Sons.
- Esain, A., Williams, S., & Massey, L. (2008). Combining planned and emergent change in a healthcare Lean transformation. *Public Money & Management*, 28(1), 21-26.
- Friedman, C. P. (1999). Information technology leadership in academic medical centers: a tale of four cultures. *Academic Medicine - Journal of the Association of American Medical Colleges*, 74(7), 795-800.
- Galliers, R. D., & Leidner, D. E. (2003). *Strategic Information Management. Challenges And Strategies In Managing Information Systems* (3rd ed.). Oxford: Butterworth Heinemann.
- Glaser, B. G., & Strauss, A. L. (1967). *The discovery of grounded theory: strategies for qualitative*. New York: Aldine de Gruyter.
- Gray, S. (1999). Lessons from a failed information systems initiative: issues for complex organisations. *International Journal of Medical Informatics*, 55(1), 33.
- Hansen, B. H., & Kautz, K. (2005). Grounded Theory Applied - Studying Information Systems Development Methodologies in Practice. *System Sciences, 2005. HICSS '05. Proceedings of the 38th Annual Hawaii International Conference on*, 264b.
- Heeks, R. (2006). Health information systems: Failure, success and improvisation. *International Journal of Medical Informatics*, 75(2), 125-137.
- Heeks, R., Mundy, D., & Salazar, A. (1999). Why Health Care Information Systems Succeed or Fail *Information Systems for Public Sector Management Working Paper Series 9*. Manchester Institute for Development Policy Management.
- Kelegai, L. K. (2005). *Elements influencing IS success in developing countries: a case study of organisations in Papua New Guinea*. Queensland University of Technology. Centre for Information Technology Innovation, Queensland.
- Kolltveit, B. J., Hennestad, B., & Grønhaug, K. (2007). IS projects and implementation. *Baltic Journal of Management*, 2(3), 235 - 250.
- Kotter, John P. (1995). Why Transformation Efforts Fail *Harvard Business Review*, 2, 59-67.

- LaClair, J., & Rao, R. P. (2002). Helping employees embrace change. *The McKinsey Quarterly*, 4, 17–20.
- Lapointe, L., & Rivard, S. (2006). Getting physicians to accept new information technology: insights from case studies. *Canadian Medical Association Journal*, 174(11), 1573-1578.
- Lewin, K. (1951). *Field theory in social science: selected theoretical papers* (1st ed.). New York,: Harper & Brothers.
- Mumford, E. (1983). Designing Human Systems-The Ethics Method. In M. B. School (Eds.) Available from <http://www.enid.u-net.com/C1book1.htm#Managing%20Change>
- PMI. (2004). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)* (3rd ed.). Evanston, IL: Project Management Institute.
- Pressman, R. S. (2005). *Software Engineering: A Practitioner's Approach* (6 ed.). Boston: McGraw - Hill International Edition.
- Price, A. D. F., & Chahal, K. (2006). A strategic framework for change management. *Construction Management and Economics*, 24(3), 237 - 251.
- Rita, K. (2003). Grounding a new information technology implementation framework in behavioral science: a systematic analysis of the literature on IT use. *Journal of Biomedical Informatics*, 36(3), 218.
- Singh, M., & Waddell, D. (2004). *E-Business Innovation and Change Management*: Irm Press.
- Sjøberg, D. I. K. (1994, August ). *Managing Change in Information Systems: technological Challenges*. Paper presented at the IRIS 17 - Information Research Seminar, Olou, Finland.
- Swebok. (2004). *Guide to the software engineering body of knowledge : 2004 version*. Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society Press.
- Young, C. G. E. (2003). *Change Management 2003/2008: Significance, strategies, trends*. Berlin: Cap Gemini Ernst & Young.
- Ziaul, H., xa, Faizul, H., & Ken, C. (2006). BPR through ERP: Avoiding change management pitfalls. *Journal of Change Management*;; 6(1), 67.



## **Submissão e Publicação de Artigos**

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.aisti.eu>).

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 seis a oito dos melhores artigos submetidos.

## **Sumisión y Publicación de Artículos**

La sumisión 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.aisti.eu>).

Todos los trabajos sometidos son evaluados por un número de miembros del Consejo Científico de no menos de tres elementos.

En cada número de la revista se publican seis a ocho de los mejores artículos sometidos.

## Chamada de Artigos para a RISTI N<sup>o</sup>5

Encontra-se aberto, até ao dia 25 de Abril de 2010, o período de submissão de artigos para o quinto número da RISTI, o qual será publicado durante o próximo mês de Junho.

Este número é subordinado à temática das Tecnologias da Informação na Educação e pretende integrar contribuições originais e relevantes nas suas dimensões tecnológica, organizacional e social.

Os tópicos recomendados incluem os abaixo listados, contudo serão bem-vindos outros tópicos relacionados com o tema e aqui não incluídos:

- Métodos de e-Learning e Estudos de Caso
- Sistemas Inovadores de Aprendizagem Online
- Sistemas de Simulação para Educação e Treino
- Aplicações de Software Educacionais
- Monitorização e Avaliação
- Jogos Sérios
- Jogos Digitais
- Tutores Inteligentes
- Tecnologias Móveis e Ubíquas
- Espaços de Aprendizagem
- Ambientes de Aprendizagem Personalizados
- Novas Tecnologias na Sala de Aula
- Media Visuais
- e-Portefólios
- Software Social
- Aprendizagem Informal
- Exclusão digital

Os artigos devem ser escritos em Português ou Espanhol.

Para informações sobre normas de formatação e ainda sobre o processo de submissão, agradecemos a consulta do sítio Web da RISTI: <http://www.aisti.eu>

## Llamada de Artículos para la RISTI N<sup>o</sup>5

Se encuentra abierto hasta al día 25 de Abril de 2010 el periodo de envío de artículos para el quinto número de la RISTI, el cual será publicado durante el próximo mes de Junio.

Este número es subordinado a la temática de Tecnología de la Información en la Educación y pretende integrar contribuciones originales y relevantes en sus dimensiones tecnológica, organizacional y social.

Los tópicos recomendados incluyen los abajo listados, pero serán bienvenidos otros tópicos relacionados con el tema y aquí no incluidos:

- Métodos de e-Learning e Estudios de Caso
- Sistemas Innovadores de Aprendizaje Online
- Sistemas de Simulación para Educación e Entrenamiento
- Aplicaciones de Software Educativos
- Monitorización e Evaluación
- Juegos Serios
- Juegos Digitales
- Tutores Inteligentes
- Tecnologías Móviles e Ubicuas
- Espacios de Aprendizaje
- Ambientes de Aprendizaje Personalizados
- Nuevas Tecnologías en la Clase
- Media Visuales
- e-Portafolios
- Software Social
- Aprendizaje Informal
- Exclusión Digital

Los artículos deben ser escritos en Portugués o Español.

Para obtener información sobre las reglas de formato y sobre el proceso de sumisión, por favor consulte el sitio Web de la RISTI <http://www.aisti.eu>

**Os asociados da AISTI recebem a RISTI gratuitamente, por correio postal. Torne-se associado da AISTI. Preencha o formulário abaixo e envie-o para o e-mail [aisti@aisti.eu](mailto:aisti@aisti.eu)**

**Los asociados de la AISTI reciben la RISTI por correo, sin costo alguno. Hazte miembro de la AISTI. Rellena el siguiente formulario y remítelo al e-mail [aisti@aisti.eu](mailto:aisti@aisti.eu)**



## Formulário de Associado / Formulario de Asociado

Nome/Nombre: \_\_\_\_\_

Instituição/Institución: \_\_\_\_\_

Departamento: \_\_\_\_\_

Morada/Dirección: \_\_\_\_\_

Código Postal: \_\_\_\_\_ Localidade/Localidad: \_\_\_\_\_

País: \_\_\_\_\_

Telefone/Teléfono: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_ Web: \_\_\_\_\_

Tipo de Associado e valor da anuidade:

Individual - 25€

Instituição de Ensino ou I&D/Institución de Educación o I&D - 250€

Outro (Empresa, etc.) - 500€

NIF/CIF: \_\_\_\_\_

Data/Fecha: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_ Assinatura/Firma: \_\_\_\_\_