



ISSN: 1646-9895

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

M a r ç o 1 5 • M a r z o 1 5



©AISTI 2015 <http://www.aisti.eu>

Nº E3

Edição / Edición

Nº E3, 03/2015

Tiragem / Tirage: 1000

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

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

ISSN: 1646-9895

Depósito legal:

Indexação / Indexación

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

Propriedade e Publicação / Propriedad y Publicación

AISTI – Associação Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação

Rua de Lagares 523, 4620-646 Silvares, Portugal

E-mail: aistic@gmail.com

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

Ficha Técnica

Director

Álvaro Rocha, Universidade de Coimbra

Coordenadores da Edição / Coordinadores de la Edición

Jezreel Mejia, Centro de Investigación en Matemática (CIMAT)

Mirna Muñoz, Centro de Investigación en Matemática (CIMAT)

Conselho Editorial / Consejo Editorial

Carlos Ferrás Sexto, Universidad de Santiago de Compostela

Gonçalo Paiva Dias, Universidade de Aveiro

Jose Antonio Calvo-Manzano Villalón, Universidad Politécnica de Madrid

Manuel Pérez Cota, Universidad de Vigo

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

Ramiro Gonçalves, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Secretariado Editorial

Avelino Victor, Instituto Universitário da Maia & Instituto de Informática do Porto

Paulo Teixeira, Instituto Politécnico do Cávado e do Ave

Conselho Científico / Consejo Científico

Adolfo Lozano-Tello, Universidad de Extremadura, ES

Alberto Fernández, Universidad Rey Juan Carlos, ES

Alberto Bugarín, Universidad de Santiago de Compostela, ES

Alejandro Medina, Universidad Politécnica de Chiapas, MX

Alejandro Rodríguez González, Universidad Politécnica de Madrid, ES

Aldemar Santos, Universidade Federal de Pernambuco, BR

Alejandro Peña, Escuela de Ingeniería de Antioquia, CO

Alma María Gómez-Rodríguez, Universidad de Vigo, ES

Álvaro E. Prieto, Universidad de Extremadura, ES

Ana Cristina Ramada Paiva, FEUP, Universidade do Porto, PT

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

Ana Paula Afonso, Instituto Politécnico do Porto, PT

Angelica Caro, Universidad del Bío-Bío, CL
Ania Cravero, Universidad de La Frontera, CL
Antoni Lluís Mesquida Calafat, Universitat de les Illes Balears, ES
Antonia Mas Pichaco, Universitat de les Illes Balears, ES
António Coelho, FEUP, Universidade do Porto, PT
António Godinho, ISLA-Gaia, PT
Antonio Jesus Garcia Loureiro, Universidad de Santiago de Compostela, ES
António Pereira, Instituto Politécnico de Leiria, PT
António Teixeira, Universidade de Aveiro, PT
Armando Mendes, Universidade dos Açores, PT
Arnaldo Martins, Universidade de Aveiro, PT
Arturo J. Méndez, Universidad de Vigo, ES
Baltasar García Pérez-Schofield, Universidad de Vigo, ES
Benjamim Fonseca, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, PT
Bráulio Alturas, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, PT
Brenda L. Flores-Rios, Universidad Autónoma de Baja California, MX
Brígida Mónica Faria, ESTSP, Instituto Politécnico do Porto, PT
Carlos Costa, Universidade de Aveiro, PT
Carlos Rabadão, Instituto Politécnico de Leiria, PT
Carlos Carreto, Instituto Politécnico da Guarda, PT
Carlos Vaz de Carvalho, Instituto Politécnico do Porto, PT
Carmen Galvez, Universidad de Granada, ES
César Gonçalves, Universidade do Algarve, PT
Ciro Martins, Universidade de Aveiro, PT
Cristina Alcaraz, Universidad de Málaga, ES
Daniel Castro Silva, Universidade de Coimbra, PT
Daniel Polónia, Universidade de Aveiro, PT
Daniel Riesco, Universidad Nacional de San Luis, AR
David Fonseca, Universitat Ramon Llull, ES
David Ramos Valcarcel, Universidad de Vigo, ES
Dora Simões, Universidade de Aveiro, PT
Eduardo Luís Cardoso, Universidade Católica Portuguesa - Porto, PT
Eduardo Sánchez Vila, Universidad de Santiago de Compostela, ES
Emiliano Reynares, CIDISI - UTN FRSF - CONICET, AR

Enric Mor, Universitat Oberta de Catalunya, ES
Ernani Marques dos Santos, Universidade Federal da Bahia, BR
Eusébio Ferreira da Costa, Escola Superior de Tecnologias de Fafe, PT
Feliz Gouveia, Universidade Fernando Pessoa, PT
Fernando Bandeira, Universidade Fernando Pessoa, PT
Fernando Diaz, Universidad de Valladolid, ES
Fernando Moreira, Universidade Portucalense, PT
Francisco Restivo, Universidade Católica Portuguesa, PT
Gerardo Gonzalez Filgueira, Universidad da Coruña, ES
Germano Montejano, Universidad Nacional de San Luis, AR
Guilhermina Lobato Miranda, Universidade de Lisboa, PT
Hélia Guerra, Universidade dos Açores, PT
Henrique Gil, Instituto Politécnico de Castelo Branco, PT
Henrique Santos, Universidade do Minho, PT
Hugo Paredes, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, PT
Isidro Calvo, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), ES
Ismael Etxeberria-Agiriano, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), ES
Ivan Garcia, Universidad Tecnológica de la Mixteca, MX
Javier Garcia Tobio, CESGA-Centro de Supercomputacion de Galicia, ES
Jezreel Mejia, Centro de Investigación en Matemática (CIMAT), MX
João Pascual Faria, FEUP, Universidade do Porto, PT
João Paulo Costa, Universidade de Coimbra, PT
João Sarmiento, Universidade do Minho, PT
João Tavares, FEUP, Universidade do Porto, PT
Joaquim José Gonçalves, Instituto Politécnico do Cávado e do Ave, PT
Joaquim Reis, ISCTE - Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa, PT
Jörg Thomaschewski, University of Applied Sciences OOW - Emden, DE
Jose Alfonso Aguilar, Universidad Autonoma de Sinaloa, MX
José Braga de Vasconcelos, Universidade Atlântica, PT
José Felipe Cocón Juárez, Universidad Autónoma del Carmen, MX
Jose J. Pazos-Arias, Universidad de Vigo, ES
José Luís Silva, Universidade da Madeira, PT
José Paulo Lousado, Instituto Politécnico de Viseu, PT
José Luis Pestrana Brincones, Universidad de Málaga

José Luís Reis, ISMAI - Instituto Superior da Maia, PT
Jose M Molina, Universidad Carlos III de Madrid, ES
Jose Maria de Fuentes, Universidad Carlos III de Madrid, ES
Jose María Alvarez Rodríguez, South East European Research Center, GR
Jose R. R. Viqueira, Universidade de Santiago de Compostela, ES
José Silvestre Silva, Academia Militar, PT
Josep M. Marco-Simó, Universitat Oberta de Catalunya, ES
Juan Carlos González Moreno, Universidad de Vigo, ES
Juan D'Amato, PLADEMA-UNCPBA-CONICET, AR
Juan M. Santos Gago, Universidad de Vigo, ES
Juan Manuel Fernández-Luna, Universidad de Granada, ES
Juan-Manuel Lopez-Zafra, Universidad Complutense de Madrid, ES
Leonardo Bermon, Universidad Nacional de Colombia, CO
Lilia Muñoz, Universidad Tecnológica de Panamá, PA
Luis Alvarez Sabucedo, Universidad de Vigo, ES
Luis de Campos, Universidad de Granada, ES
Luis Enrique, Sicaman Nuevas Tecnologías S.L., ES
Luis Fernandez-Sanz, Universidad de Alcalá, ES
Luís Ferreira, Instituto Politécnico do Cávado e do Ave, PT
Luisa María Romero-Moreno, Universidad de Sevilla, ES
Magdalena Arcilla Cobián, Universidade Nacional de Educação a Distancia, ES
Manuel Jose Fernandez Iglesias, Universidad de Vigo, ES
Marco Painho, ISEGI, Universidade Nova de Lisboa, PT
Maria Hallo, Escuela Politécnica Nacional, EC
María J. Lado, Universidad de Vigo, ES
Maria João Castro, Instituto Politécnico do Porto, PT
Maria José Sousa, Universidade Europeia, PT
Maribel Yasmina Santos, Universidade do Minho, PT
Maristela Holanda, Universidade de Brasília, BR
Martín Llamas Nistal, Universidad de Vigo, ES
Mercedes Ruiz, Universidad de Cádiz, ES
Miguel A. Brito, Universidade do Minho, PT
Mirna Ariadna Muñoz Mata, Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT), MX
Nelson Rocha, Universidade de Aveiro, PT

Nuno Lau, Universidade de Aveiro, PT
Nuno Ribeiro, Universidade Fernando Pessoa, PT
Orlando Belo, Universidade do Minho, PT
Oscar Mealha, Universidade de Aveiro, PT
Paulo Martins, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, PT
Paulo Pinto, FCT, Universidade Nova de Lisboa, PT
Pedro Abreu, Universidade de Coimbra, PT
Pedro Miguel Moreira, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, PT
Pedro Nogueira Ramos, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, PT
Pedro Pimenta, Universidade do Minho, PT
Pedro Sánchez Palma, Universidad Politécnica de Cartagena, ES
Pedro Sanz Angulo, Universidad de Valladolid, ES
Pilar Mareca Lopez, Universidad Politécnica de Madrid, ES
Raul Laureano, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, PT
Renata Spolon Lobato, UNESP - Universidade Estadual Paulista, BR
Reinaldo Bianchi, Centro Universitário da FEI, BR
Roberto Rodríguez Echeverría, Universidad de extremadura, ES
Rodolfo Miranda Barros, Universidade Estadual de Londrina, BR
Rubén González Crespo, Universidad Pontificia de Salamanca, ES
Rui Cruz, IST, Universidade de Lisboa, PT
Rui José, Universidade do Minho, PT
Santiago Gonzales Sánchez, Universidad Inca Garcilaso de la Vega, PE
Sergio Gálvez Rojas, Universidad de Málaga, ES
Sérgio Guerreiro, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, PT
Solange N Alves de Souza, Universidade de São Paulo, BR
Tomás San Feliu Gilabert, Universidad Politécnica de Madrid, ES
Victor Hugo Medina Garcia, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, CO
Vitor Santos, ISEGI, Universidade Nova de Lisboa, PT
Xose A. Vila, Universidad de Vigo, ES

Tendencias en Tecnologías de Información y Comunicación

Trends in Information and Communication Technologies

Mirna Muñoz ¹, Jezreel Mejia ¹

{mirna.munoz, jmejia}@cimat.mx

¹ Centro de Investigación en Matemáticas- Unidad zacatecas, Av. Universidad No. 222, 98068, Zacatecas, México

DOI: 10.4304/risti.e3.vii-xi

Introducción

Los artículos presentados en este número especial fueron seleccionados de los artículos aceptados en el tercer Congreso Internacional de Mejora de Procesos Software (CIMPS) 2014, realizado en la Ciudad de Zacatecas, Zacatecas, México del 1 al 3 de Octubre del 2014. Este congreso ha tenido una tasa de aceptación del 30% de los artículos enviados.

En este número especial de la Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de la Información (RISTI), aborda temas relacionados a “Tendencias en Tecnologías de Información y Comunicación”. Los artículos presentan versiones extendidas y mejoradas de las versiones originales que han sido presentados en el congreso CIMPS 2014.

Tendencias en Tecnologías de Información y Comunicación

En los últimos años, la evolución, avance y uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) han tenido un gran impactado sobre el funcionamiento, la estructura y la estrategia de las organizaciones de todo el mundo. Hoy en día es impensable concebir a una organización sin el uso de las TICs, ya que permiten reducir los costes de comunicación y operación, aumentando la flexibilidad, la interactividad, el rendimiento y la productividad. Por lo tanto, las TICs se han vuelto una estrategia competitiva que permite a las organizaciones posicionarse dentro de su mercado de actuación.

En este contexto, el uso de las TICs dentro de las organizaciones ha creado nuevos dominios de interés, surgiendo nuevas necesidades de conocimiento para el adecuado uso de las

TICS como pueden ser: el aseguramiento de datos informáticos; el uso de herramientas para extraer conocimiento tácito y formalizar procesos en las organizaciones; la adecuada gestión del conocimiento organizacional; uso de plataformas digitales; el uso de web semántica para la integración de recursos digitales; aplicaciones para el aprendizaje basado en juegos y el uso de robots para apoyar el desarrollo de diferentes actividades.

En el contexto de la seguridad de datos informáticos en una organización es comúnmente descuidada, de acuerdo a Maiwald (Caralli et al. 2010), “cuando las computadoras se unen en redes, surgen nuevos problemas de seguridad y los viejos problemas se comportan de diferentes formas”. Como una respuesta a esto, se crean los equipos de respuesta a incidentes de computación. El primer equipo fue creado en 1988 por la Universidad Carnegie Mellon para apoyar a DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) por el ataque con gusano “Morris” que afectó a ARPANET (Advanced Research Projects Agency Network) (ENISA 2006) (Roldán 2011).

Sobre el conocimiento tácito, en su investigación sobre los distintos tipos de conocimiento, Polanyi (Nonaka & von Krogh, 2009) (Wan, Jiangping, Wan Dan, Luo Weiping, 2011), afirma que el conocimiento tácito, es aquél conocimiento que no ha sido codificado y que presenta una mayor complejidad al transmitirse. Por lo tanto, es necesario proponer herramientas para apoyar la automatización de la extracción de conocimiento tácito organizacional.

Asimismo, dentro del contexto del conocimiento organizacional es necesario la gestión de una manera mas adecuada a través de indicadores de gestión. Frecuentemente se utiliza la denominación de “Indicadores de gestión” como una clasificación entre tantas, referido a cuáles son los indicadores que se consideran más importantes o necesarios para la gestión de una organización (Illescas et. al. 2013).

En el mismo contexto de conocimiento o grandes cantidades de información Internet genera un escenario global en el que las condiciones de interoperabilidad (IEEE, 1990) son las que garantizan el descubrimiento, la distribución y re-uso de recursos digitales, más allá de condiciones de gestión local, de modelos tecnológicos y de herramientas de cualquier tipo (OAI, 2015).

El ámbito del uso de plataformas digitales, actualmente muchas transacciones son preferentemente realizadas de manera remota a través del uso de plataformas que funcionan sobre esta gran red de redes. Por lo tanto, es importante implementar plataformas digitales como un esquema de inclusión de las PyMES, Sociedad y Gobierno hacia el uso y aprovechamiento de las Tecnologías de la Información (TI).

Otra área importantes en los últimos años que ha surgido en el ámbito educativo es la aplicación del aprendizaje basado en juegos a escenarios de formación reglada, particularmente en el entorno de la educación superior, que permiten iniciar el desarrollo de nuevas herramientas de trabajo diseñadas para abordar una de las competencias más complejas como objetivo del proceso de aprendizaje y más reñida a la vez con el individualismo: el trabajo en equipo (Westera, Nadolski, Hummel & Wopereis, 2008; Guillen-Nieto y Aleson-Carbonell, 2012).

En el contexto de la educación uno de los recursos didácticos más innovadores para la impartición de clases son los pizarrones interactivos, los cuales pueden ser

catalogados como táctiles o resistivos, electromagnéticos, ultrasónicos-infrarrojos e infrarrojos. Por esta razón, surgió un pizarrón de tecnología infrarroja conocido como WiimoteWhiteboard, el cual usa un control Wii como cámara infrarroja, para detectar la posición de la pluma Infrarroja (IR).

Finalmente, La robótica, una de las áreas más características de la Inteligencia Artificial, ha tenido un crecimiento sorprendente desde sus inicios hasta hoy en día. En las últimas dos décadas, de acuerdo con (Bräunl, 2008) el campo de aplicación de la robótica se ha ido ampliado a otros sectores, algunos ejemplos son: robots para la construcción, robots domésticos (De Almeida, 2011), robots asistenciales, robots en la medicina (Low, 2011), robots de defensa, rescate y seguridad (Reed, 2011), entre otros.

Los artículos publicados en este número especial de RISTI tratan de cubrir las Tendencias en Tecnologías de Información y Comunicación que actualmente están siendo abordadas por organizaciones de diferente sector.

Estructura

En el primer artículo se presenta el estado actual de equipos de respuesta a incidentes de seguridad informática dando a conocer los principales elementos a tener en cuenta para su establecimiento. Ya que estas organizaciones no cuentan con la capacidad para prevenir y hacer frente de manera efectiva a los ataques informáticos.

El segundo artículo se presenta una herramienta que permite a las organizaciones extraer el Conocimiento tácito como base para el establecimiento de mejora de procesos en las Organizaciones de desarrollo de Software con la finalidad de formalizarlo en procesos organizacionales y en base a éste, proponer posibles mejoras de procesos o la adopción de un estándar o modelo de calidad.

En el tercer artículo se abordan métodos de pronóstico por indicadores dentro de la gestión del conocimiento organizacional dificultades en la toma de decisiones debido a que no se cuenta con mecanismos robustos que permitan obtener indicadores predictivos utilizando como base los datos del pasado.

En el cuarto artículo se presenta una plataforma Web para la inclusión integral de las PyMES, Sociedad y Gobierno en el uso de las Tecnologías de la Información en la región de las Altas Montañas del estado de Veracruz, México.

En el quinto artículo presenta un marco de trabajo para la integración de recursos digitales basado en un enfoque de Web semántica, con el propósito de mejorar la integración e interoperabilidad de recursos almacenados en Librerías Digitales.

El sexto artículo se presenta un juego serio nombrado *Concordia*, con el fin de promover y analizar el desarrollo de la habilidad de trabajo en equipo. En este juego serio, los estudiantes tienen que resolver un problema cuya solución depende principalmente de la capacidad de negociación entre los miembros del grupo

El séptimo artículo se describe un algoritmo base para la implementación de pizarrones interactivos WiimoteWhiteboard, el cual está basado en transformaciones proyectivas, usando una matriz de Homografía con la finalidad de dar a conocer su funcionamiento.

Finalmente en el octavo artículo se propone la aplicación de técnicas evolutivas para la navegación autónoma de robots. El objetivo es desarrollar el control de movimiento de un robot para alcanzar una meta en un entorno desconocido.

Agradecimientos

Agradecemos al Director de la Revista Álvaro Rocha por darnos la oportunidad de dar a conocer los trabajos mas relevantes presentados en el congreso CIMPS 2014. Asimismo, expresamos nuestra gratitud a los autores de los trabajos publicados, lo cual hizo posible este número especial en RISTI. Damos la enhorabuena a todos aquellos autores cuyos artículos han sido publicados en este número especial de RISTI.

Referencias

- Caralli, Richard A., Julia H. Allen, Pamela D. Curtis, David W. White, and Lisa R. Young. 2010. CERT[®] Resilience Management Model. Retrieved (http://www.cert.org/resilience/download/CERT-RMM_v1.0.pdf).
- ENISA. 2006. "CSIRT Setting up Guide in Spanish." 90. Retrieved July 15, 2014 (<http://www.enisa.europa.eu/activities/cert/support/guide/files/csirt-setting-up-guide-in-spanish>).
- Roldán, Félix Sanz. 2011. "GUÍA DE CREACIÓN DE UN CERT / CSIRT." 60. Retrieved July 15, 2014 (https://www.ccn-cert.cni.es/publico/seriesCCN-STIC/series/800-Eschema_Nacional_de_Seguridad/810-Creacion_de_un_CERT-CSIRT/810-Guia_Creacion_CERT-sep11.pdf).
- Nonaka, I., & von Krogh, G. (2009). Perspective—Tacit Knowledge and Knowledge Conversion: Controversy and Advancement in Organizational Knowledge Creation Theory. *Organization Science*, 20(3), 635–652. doi:10.1287/orsc.1080.0412
- Wan, Jiangping, Wan Dan, Luo Weiping, W. X. (2011). Research on Explicit and Tacit Knowledge Interaction in Software Process Improvement Project. *Journal of Software Engineering and Applications*, 04(06), 335–344. doi:10.4236/jsea.2011.46038
- Illescas G., Sanchez-Segura M., Xodo D. (2014). Una aproximación a la aplicación de métodos matemáticos en el control de gestión por indicadores. *Revista EPIO* N° 35, año XXII (Índice: LATINDEX), Argentina. pp 199-215.
- IEEE (1990). IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology. IEEE Standards Board, New York.
- OAI (2015). The Open Arvhives Initiative Protocolo for Metadata Harvesting, Implementation GuideLines. Obtenido de: <http://www.openarchives.org/OAI/openarchivesprotocol.html>.
- Westera, W., Nadolski, R.J., Hummel, H.G.K. y Wopereis, I.G.J.H. (2008). Serious games for higher education: a framework for reducing design complexity. *Journal of Computer Assisted Learning*, 24, pp. 420–432.

- Guillen-Nieto, V. y Aleson-Carbonell, M. (2012). Serious games y learning effectiveness: The case of it's a deal! *Computers y Education*, 58, pp. 435-448.
- Bräunl, T. (2008). *Embedded Robotics: Mobile Robot Design and Applications with Embedded Systems*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- De Almeida, A. T., & Fong, J. (2011). Domestic service robots. *IEEE Robotics and Automaton Magazine*, 18(3), 18-20.
- Low, K.H. (2011). Robot-assisted gait rehabilitation: from exoskeletons to gait systems. *Defense Science Research Conference and Expo (DSR)*, págs. 1-10.
- Reed, K.B., Majewicz, A., Kallem, V., Alterovitz, R., Goldberg, K., Cowan, N.J., & Okamura, A.M. (2011). Robot-assisted needle steering. *IEEE Robotics and Automation Magazine*, 18(4):35-46.

Índice / Index

EDITORIAL

Tendencias en Tecnologías de Información y Comunicación	vii
<i>Trends in Information and Communication Technologies</i>	

ARTIGOS / ARTÍCULOS / ARTICLES

Estado Actual de Equipos de Respuesta a Incidentes de Seguridad Informática	1
<i>Present state of Response Teams computer security incidents</i>	
Extracción del Conocimiento Tácito como base para el Establecimiento de Mejora de Procesos de Software en las Organizaciones de Desarrollo de Software	17
<i>Tacit knowledge Extraction to establish software process improvement in software development organizations</i>	
Métodos de Pronóstico por Indicadores dentro de la Gestión del Conocimiento Organizacional	29
<i>Forecasting methods by indicators within the management of organizational knowledge</i>	
Metrópolis Digital: Una plataforma Web para la inclusión integral de las PyMES, Sociedad y Gobierno en el uso de las Tecnologías de la Información en la región de las Altas Montañas del estado de Veracruz, México.....	43
<i>Digital Metropoli: A Web platform for comprehensive inclusion of SMEs, society and government for using of Information Technology in the Region of the High Mountains of the state of Veracruz, Mexico</i>	
Marco de Trabajo para la Integración de Recursos Digitales Basado en un Enfoque de Web Semántica.....	55
<i>Framework for the integration of digital resources based-on a Semantic Web approach</i>	
Diseño y Evaluación de un Juego Serio para la Formación de Estudiantes Universitarios en Habilidades de Trabajo en Equipo.....	71
<i>Designing and evaluating a serious game for training university students in team-working skills</i>	
Mapeos Proyectivos: la base para el Funcionamiento del Pizarrón Interactivo WiimoteWhiteboard.....	85
<i>Projective Mapping: the base function of the WiimoteWhiteboard</i>	
Aplicación de Técnicas Evolutivas y Visión por Computadora para Navegación Autónoma de Robots utilizando un TurtleBot 2	93
<i>Application of evolutionary techniques and computer vision for the autonomous robots navigation using a TurtleBot 2</i>	

Estado actual de equipos de respuesta a incidentes de seguridad informática

Mirna Muñoz¹, Lizbeth Rivas¹

Mirna.munoz@cimat.mx, Lizbeth.rivas@cimat.mx

¹ Centro de Investigación en Matemáticas, CIMAT A.C. Unidad Zacatecas, Av. Universidad No. 222, Fracc. La Loma, C.P. 98068, Zacatecas, Zacatecas, México

DOI: 10.17013/risti.e3.1-15

Resumen: Las organizaciones deben administrar una gran cantidad de información que debe ser accedida en diferentes lugares y personas, lo que genera un riesgo. Desafortunadamente, este riesgo se potencializa debido a que las organizaciones no siempre se cuenta con un departamento o personal del área de seguridad informática, dando como resultado información vulnerable. Esta situación es confirmada con datos publicados en el reporte de Symantec en 2013 donde se reportan 253 ataques a organizaciones que tienen como resultado 552.018.539 identidades expuestas. Para dar una solución a esta problemática se crearon los Equipos de Respuesta a Incidentes de Seguridad Informática (CSIRT) que apoyan con servicios y conocimientos para responder eficientemente a los ataques de seguridad (ya evitando y respondiendo a estos ataques). En este artículo se presenta una revisión sistemática para la obtención del estado actual de los CSIRTs existentes e identificar principales elementos a tener en cuenta para su establecimiento.

Palabras-clave: Seguridad, CSIRT, equipo de respuesta, modelos de seguridad.

Present state of Response Teams computer security incidents

Abstract: The organizations have to organize a big amount of information that should be acceded from different places and by different people, this is a big risk. Unfortunately this information it's vulnerable because the organizations doesn't have a proper computer security department or staff in that area. This situation it's confirmed with data published on Symantec's report on 2013, where it's reported 253 attacks to organizations that have as result 552.018.539 exposed identities. To avoid and to respond those attacks, the CSIRT (Computer Security Incident Response Team) was created, and helps with services and knowledge to respond efficiently those security attacks. In this article we present a systematic review performed to obtain a global vision of the actual state of the CSIRT's in existence and identify the main elements to keep in mind for its establishment.

Keywords: Security, CSIRT, response team, security models.

1. Introducción

La importancia que se debe brindar a los datos informáticos en una organización es comúnmente descuidada, de acuerdo a Maiwald (Caralli et al. 2010), “cuando las computadoras se unen en redes, surgen nuevos problemas de seguridad y los viejos problemas se comportan de diferentes formas”. Desafortunadamente, no se brinda la seguridad necesaria, ignorando los riesgos de tener información vulnerable que pueden presentarse en diferentes entornos y criticidad (MAIWALD 2004), por ejemplo: los ataques a escuelas, donde pueden ser modificados los datos de los alumnos; los ataques a empresas, donde su información puede ser duplicada y usada con fines ventajosos o vendida a externos; y los ataques en el sector público de gobierno, donde la información puede ser eliminada o duplicada exponiendo directamente la seguridad de los ciudadanos.

En este contexto, la mayoría de las organizaciones no cuentan con la capacidad para prevenir y hacer frente de manera efectiva a los ataques informáticos.

Como una respuesta a estos ataques se crean los equipos de respuesta a incidentes de computación. El primer equipo fue creado en 1988 por la Universidad Carnegie Mellon para apoyar a DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) por el ataque con gusano “Morris” que afectó a ARPANET (Advanced Research Projects Agency Network) (ENISA 2006) (Roldán 2011).

Estos equipos brindan la ayuda necesaria para mantener en una organización la privacidad de los datos, la integridad de los mismos e incluso la disponibilidad, que son propiedades fundamentales para reforzar un valor de negocio y aprovechar las sinergias y economías de escala en fuentes e infraestructuras de información.

El objetivo de este artículo se enfoca en la investigación del estado del arte actual de los CSIRT ya establecidos y caracterizar el panorama global de estos equipos. El artículo está estructurado como sigue: en la sección 2, se presenta una descripción del protocolo de revisión sistemática establecido para esta investigación y los resultados que se obtuvieron aplicados para este artículo; en la sección 3, se muestran los resultados obtenidos en la investigación y finalmente, en la sección 4, se presentan conclusiones y trabajos futuros.

2. Revisión sistemática

La revisión sistemática (RS) consiste en un método científico específico que permite a los investigadores obtener resultados relevantes y cuantificados de un tema específico (Kitchenham and Charters 2007). Una revisión sistemática de la literatura (a menudo referida como una revisión sistemática) es un medio de identificación, evaluación e interpretación de todos los estudios disponibles relevantes a una pregunta de investigación particular o área temática o fenómeno de interés (Mian et al. 2007) .

2.1. Fases de la revisión sistemática

En la revisión sistemática está compuesta por tres fases descritas a continuación:

- *Planificación*: se clarifica y delimita el tema con los objetivos que tendrá la investigación, se plantean las preguntas que el estudio debe responder, se listan

las palabras clave que serán los principales términos que se encuentran en las preguntas.

- **Ejecución:** se seleccionan las fuentes de los estudios primarios y los criterios que evaluarán los resultados obtenidos de las fuentes seleccionadas, esto delimitará los estudios primarios y secundarios.
- **Análisis de los resultados:** Establecidos los estudios primarios y secundarios se comienza con la extracción de la información y se establecen y publican los resultados.

La Figura 1 muestra las actividades contenidas en cada fase de la revisión así como su ejecución.

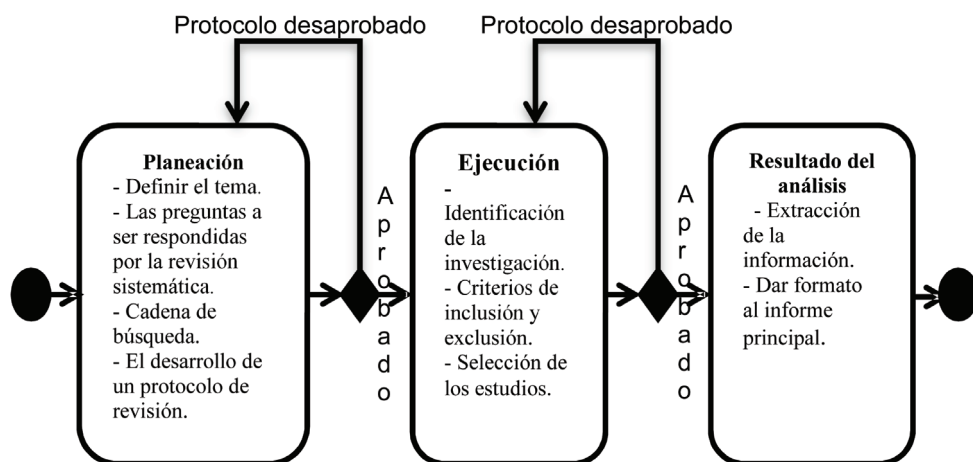


Figura 1 – Fases de la revisión sistemática

2.2. Definición del protocolo de revisión sistemática para los CSIRTs

En esta sección se muestra la definición del protocolo de revisión sistemática adaptada al tema de investigación.

a) Fase de Planificación: A continuación se muestra el desarrollo de las actividades realizadas.

- *Definición del tema:* El investigador debe establecer el estado actual de los equipos de respuesta a incidentes de seguridad CSIRTs
- *Preguntas de investigación:* las preguntas definidas apoyan en la obtención de información básica sobre las características de los CSIRTs, así como de los modelos y frameworks existentes para su creación, por lo tanto, se plantearon tres preguntas: (1) ¿En qué dominios se puede enfocar un CSIRT? (2) ¿Qué características o propiedades contienen los CSIRT enfocados al dominio al que está dirigido? y (3) ¿Qué modelos, frameworks, metodología, estándares existen para la creación de un CSIRT?

- *Cadenas de búsqueda:* previo a la definición de las cadenas de búsqueda se seleccionaron palabras clave que se utilizarían en las cadenas de búsqueda, las palabras elegidas son: CERT/CSIRT; Características / Propiedades; Estándar / Metodologías/ Frameworks / Modelos.

Con las palabras identificadas se crearon dos cadenas, que permitieron obtener la información necesaria para responder las preguntas planteadas:

1. (Características) OR (Propiedades) AND (CERT OR CSIRT)
 2. (Estándar) OR (Metodologías) OR (Frameworks) OR (Modelos) AND (CERT OR CSIRT)
- Definir el protocolo de revisión: como se muestra en la Figura 2 el protocolo consta de 8 pasos.

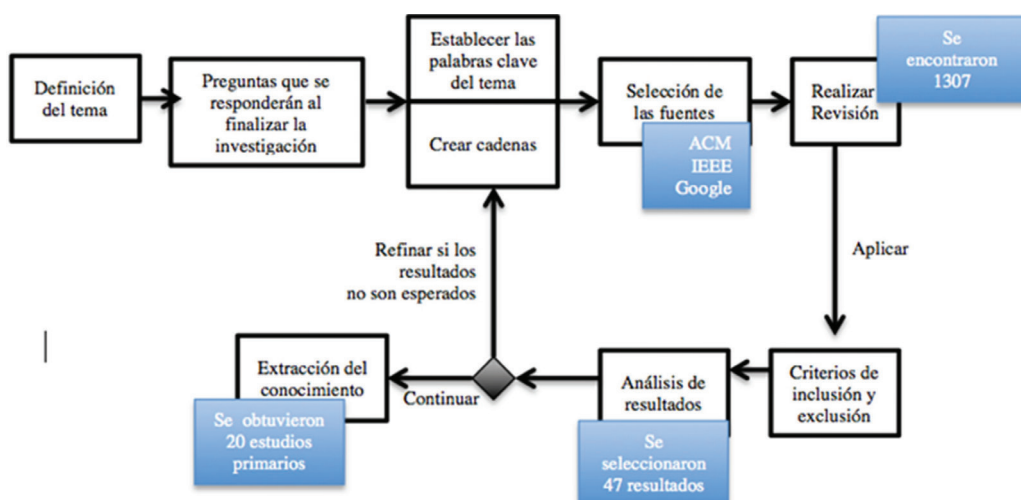


Figura 2 – Pasos del protocolo de revisión

b) Fase de Ejecución: A continuación se muestra el desarrollo de las actividades para esta investigación.

- Selección de las fuentes: las fuentes seleccionadas son IEEE, ACM y Google Scholar.
- Criterios de inclusión y exclusión: los criterios de inclusión y exclusión que se desarrollaron para este trabajo y que permitieron la selección de los artículos primarios y secundarios de la investigación se describen en la Tabla 1.
- *Selección de los estudios primarios:* se definieron 3 filtros como a continuación se describen: (1) La lectura del título, se seleccionaron aquellos artículos que el título tuviera palabras fuertemente relacionadas al tema; (2) La lectura del resumen y conclusiones, si el título era demasiado abstracto se procedió a leer

Tabla 1 – Criterios de inclusión y exclusión

Inclusión	Exclusión
– Fecha de publicación (no menor a 5 años), a menos que sea un artículo importante que se referencié en más 5 artículos o libros consultado.	– No estén dentro del rango de fechas.
– Contengan en el título palabras clave referente al tema. – Si el título es ambiguo se pasará al resumen y las conclusiones.	– Se omitirán los temas de seguridad como ataques, herramientas para evitar los ataques, despliegue de información.
– Se tomarán en cuenta artículos de revistas indexadas o congresos.	– Si el título no es suficiente, se leerá el resumen y las conclusiones si estas no demuestran contener valor se desechará la referencia.
– Se analizarán páginas de CERT certificados por el SEI.	– Artículos que no tengan información relevante.
– Las búsquedas de los artículos se realizarán en inglés y español con las cadenas mencionadas anteriormente.	– Artículos que no se encuentren en el idioma inglés o español.
– Se analizará los artículos con información estratégica sobre los CSIRT.	

el resumen, si aún quedaban dudas se prosiguió a leer las conclusiones y (3) texto completo, finalmente si al terminó de la lectura del resumen y conclusión no se estaba seguro de desechar el artículo se prosiguió a la lectura completa del mismo.

c) Fase de Análisis de los resultados: como se observa en la Figura 1, la tercera fase de la revisión sistemática consta de: extracción de la información, análisis de la información y presentación de los resultados (Kitchenham 2004). El desarrollo de las actividades de esta fase para esta investigación se muestra en la sección de resultados. Como se observa en la Figura 2, se obtuvieron 47 resultados en base a las cadenas y una vez aplicados los filtros se descartaron 27 artículos quedando 20 primarios que se encuentran en el anexo, de los cuales como se observa en la Figura 3: 8% fueron obtenidos de Google Scholar, 39% pertenecen a ACM Digital Library y finalmente 53% pertenecen a IEEEExplore.

Cabe resaltar que para fortalecer la información se analizaron diferentes páginas de CSIRT que nos brindan documentación valiosa sobre el conocimiento que obtuvieron en su realización como: Symantec (www.symantec.com), INTECO (www.inteco.es), ENISA (www.enisa.europa.eu), First.org (www.first.org) y CERT.org (www.cert.org).

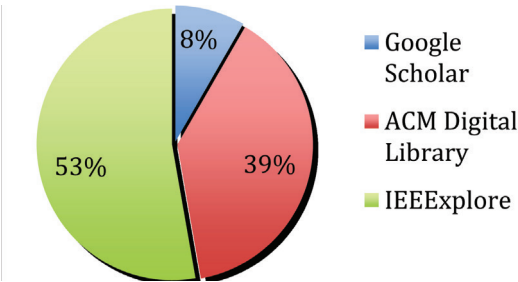


Figura 3 – Gráfica de Artículos encontrados en las diferentes fuentes consultadas

3. Resultados

En esta sección se muestran el análisis de los datos extraídos y los resultados obtenidos.

3.1. Características de los CSIRT's

Se analizaron los principales métodos para la creación de un equipo de seguridad tomando como base los ya establecidos, el análisis se enfocó en: CERT de la Carnegie Mellon; el CSIRT de ENISA de Europa y un CERT establecido en Honduras. En la Tabla 2, se muestra el análisis de los diferentes pasos para el establecimiento de los CSIRT's identificados(Caralli et al. 2010) (Roldán 2011) (ENISA 2006) (Marcos, Millar, Sw, Rager, & Road, 2011).

Tabla 2 – Pasos para la creación de un CSIRT

CERT	CSIRT	CERT Honduras	
<i>Pasos primarios (se encuentran en más de dos CERT)</i>	-Identificar los procedimientos de cada personal, el equipo y la infraestructura necesaria. -Entender y establecer los servicios que brindará. -Establecer el marco operacional, los servicios, las políticas, cómo se asegurará la calidad y la capacidad para adaptarse en un ambiente de cambio y cambiar los perfiles ante amenazas.	-Determinar el sector al que prestará servicios. -Entender qué es un CSIRT.	-Establecer los objetivos del CERT -Establecer el organigrama del CERT y cómo será compuesto -Se procede a establecer la gestión administrativa y técnica.

<i>Pasos secundarios (Se encuentran en más de un CERT)</i>	-Establecer los propósitos del CERT. -Identificar la Audiencia. -Analizar los incidentes de la región /organización -Analizar la administración y la organización consensuadamente. -Hacer coincidir las metas con la organización, las políticas y las metas de negocio. -Seleccionar un equipo de desarrollo para el CERT.	-Elección de los servicios que brindará. -Definir el enfoque que se adoptará para poner en marca el CSIRT -Análisis del grupo de clientes atendidos y los canales de comunicación adecuados. -Preparar la declaración de servicios, para dejar claro qué tipo de CSIRT representa y cuál es su cometido.	-Establecer las funciones del CERT.
<i>Pasos Terciarios (Se encuentra en al menos un CERT)</i>	-Construir la visión. -Analizar y mejorar el marco del CERT -Realizar una prueba del CERT interna. -Anunciar y promover el CERT -Comunicar los servicios y la construcción del mismo. -Obtener retroalimentación -Establecer la motivación. -Establecer la categoría a la que pertenecerá. -Comunicar el proceso. -Obtener retroalimentación	-Definir el plan comercial que consta del modelo financiero. -Equipamiento y ubicación de la oficina -Buscar cooperación con los socios -Promover el plan comercial -Poner el CSIRT en funcionamiento	-Se declara público la función del CERT. -Establecer el CERT en las instalaciones del consejo de ciencia y tecnología (COHCIT)

Resultado del análisis: los pasos mínimos para establecimiento del CSIRT: (1) Establecer el propósito que tendrá el CSIRT; (2) Determinar el sector al que prestará servicios; (3) Definir el enfoque que se adoptará para poner en marca el CSIRT; (4) Establecer los servicios que brindará; (5) Definir el plan comercial que consta del modelo financiero; (6) Construir la visión; (7) Hacer coincidir las metas con la organización, las políticas y las metas de negocio; (8) Definir el plan comercial que consta del modelo financiero; (9) Seleccionar un equipo de desarrollo para el CSIRT: (10) Identificar los procedimientos de cada personal, el equipo y la infraestructura necesaria; (11) Realizar una prueba del CSIRT interna; (12) Obtener retroalimentación; (13) Poner el CSIRT en funcionamiento; (14) Analizar y mejorar el marco del CSIRT.

3.2. Propiedades de los CSIRT

En esta sección se analizan las propiedades que son atributos esperados que deben contener los CSIRT. Para este análisis se enfocó en las propiedades de los CERT/CSIRT. La Tabla 3 muestra el análisis de las propiedades que debe contener los diferentes equipos de seguridad analizados (Caralli et al., 2010) (ENISA 2006) (Roldán 2011), (Marcos, Millar, Sw, Rager, & Road, 2011) (Reyes, 2013).

Tabla 3 – Análisis de las propiedades de un CSIRT

Propiedades	CERT	CSIRT	CERT Honduras	CERT Militar
Cuentan con un propósito.	X	X	X	X
Delimitan los servicios.	X	X	X	X
Delimitan la audiencia.	X	X	X	X
Análisis de la región/organización.	X	X		X
Cuentan con una Misión.	X	X	X	X
Cuentan con una Visión.	X	X	X	X
Capacidad para identificar riesgos.	X	X	X	X
Cuentan con políticas.	X		X	X
Establecen como mejorar de la calidad.	X			
Cuentan con oficinas.		X	X	X
Cuentan con un equipo de coordinación	X	X	X	X
Cuentan con un modelo financiero.	X	X		
Cuentan con personal especializado	X	X	X	X
Cooperan con otros CERT	X	X	X	
Mejoran continuamente.	X			

Una vez analizadas las propiedades mencionadas por diferentes CSIRTs, se han identificado un conjunto de propiedades mínimas esperadas, es importante resaltar que como criterio de selección de las propiedades se estableció elegir aquellas que se mencionan por todos los CSIRTs analizados:

- *Visión*: camino al que estará dirigido el CSIRT.
- *Misión*: propósito general del CSIRT.
- *Región*: análisis de las necesidades y delimitación de la región que abarcara el CSIRT.
- *Financiamiento*: financiamiento monetariamente el CSIRT.
- *Administración*: autoridades que dirigirán el CSIRT.
- *Servicios*: servicios que ofrecerá a las organizaciones.
- *Modelo organizacional*: distribución del CSIRT, delimitación de los puestos y los trabajos que deben realizar en base a estos.
- *Recursos*: administración de los recursos de hardware, el personal, etc.

3.3.Nombramiento y sectores de aplicación de los equipos de respuesta ante incidentes informáticos

Se ha detectado que se utilizan diferentes nombramientos y abreviaturas de los equipos de respuesta ante incidentes informáticos de acuerdo a la región en la que se establezca (Roldán 2011):

- CERT o CERT/CC (Computer Emergency Response Team): esta abreviatura se utiliza en Estados Unidos.
- CSIRT (Computer Security Incident Response Team): esta abreviatura se utiliza en Europa.
- IRT (Incident Response Team): esta abreviatura se utiliza en equipos pequeños que se encuentran dentro de una organización.
- CIRT (Computer Incident Response Team): esta abreviatura se utiliza principalmente en Australia, Alemania, Japón, Noruega y Estados Unidos.
- SERT (Security Emergency Response Team): esta abreviatura se utiliza en África principalmente.

Los tipos de CSIRT son definidos en base al propósito del enfoque que tendrán y el tipo de sector que cubrirá. Por lo tanto, los CSIRT tienen dos clasificaciones: en base a los nueve dominios que se han identificado y a su vez pueden ser clasificados en cinco modelos organizacionales.

A continuación se listan los 9 dominios y una descripción del sector al que prestan los servicios:

1. *Sector académico*: prestan servicios a centros académicos y educativos.
2. *Sector comercial*: prestan servicios a clientes que pagan por éstos.
3. *Sector de la protección de la información vital y de la información y las estructuras vitales (CIP/CIIP)*: prestan servicios a empresas de TI y a ciudadanos.
4. *Interno*: presentan servicio únicamente a la organización que pertenecen.
5. *Sector Público*: prestan servicio a agencias públicas y ciudadanos.
6. *Sector militar*: prestan servicios a instituciones militares y entidades externas a estas.
7. *Nacional*: prestan servicios a un país, se considera un punto de contacto de seguridad, suelen ser intermediarios.
8. *Sector pequeña y mediana empresa (PYME)*: presta servicios a empresas, su personal o un grupo de usuarios similar.
9. *De soporte*: prestan servicios a productos específicos para propietarios de productos.

Los diferentes servicios identificados que pueden ofrecer los CSIRT se clasifican en reactivos, proactivos, manejo de instancias y gestión de calidad de seguridad como a continuación se describen en la Figura 4 algunos servicios otorgados por algunos propósitos (ENISA 2006)(Roldán 2011) (Eduardo Carozo Blusmztein 2012):

3.4. Modelos organizacionales

La clasificación de los CSIRT los ayuda a mantenerse comunicados para poder responder, a los incidentes de seguridad informática que se les presenten, existen 5 clasificaciones en base al modelo organizacional que se muestran en la figura 5, estos mantienen una estructura eficiente para poder dar solución a los incidentes. Dependiendo del modelo que se elija podrán brindar diferentes servicios, en diferente calidad y a diferente nivel, también se tomará en cuenta la experiencia y madurez del equipo que variara dependiendo de las metas que se proponga la organización (Roldán 2011) (Eduardo Carozo Blusmztein 2012)



Figura 4 – Lista de los diferentes Servicios por sectores.

- *Equipo de Seguridad:* es la organización que se da de hecho cuando no existe un CSIRT constituido. No hay una asignación formal de responsabilidades respecto a los incidentes de seguridad. El personal existente, usualmente de TI, maneja los eventos de seguridad como parte de su actividad habitual.
- *Modelo Distribuido:* es una estructura central pequeña (al menos un gerente de seguridad) supervisa y coordina al personal del equipo distribuido en la organización. El personal del equipo distribuido es personal previamente existente en la organización. Se le asignan explícitamente responsabilidades relativas a seguridad, a las que se dedica parcial o totalmente. Este modelo se adecúa bien a organizaciones grandes en las que un equipo centralizado puede ser insuficiente.
- *Modelo Centralizado:* consta de un equipo centralizado de personal a tiempo completo que toma la responsabilidad sobre la seguridad en toda la organización.
- *Modelo Combinado:* es una combinación entre el modelo distribuido y la centralizada con una estructura centralizada pequeña, con personal capacitado que toma decisiones que les han sido designadas.
- *Modelo Coordinador:* es un equipo centralizado que coordina y facilita el manejo de incidentes de seguridad. Por lo general atiende a una comunidad objetivo formada por organizaciones externas múltiples y diversas.

Una vez constituido el modelo organizacional del CSIRT, se procede a la elección del organigrama que tendrá internamente, dependiendo de los intereses que tenga la organización puede ser elegido dentro de las opciones siguientes (Roldán 2011) (Eduardo Carozo Blumztein 2012):

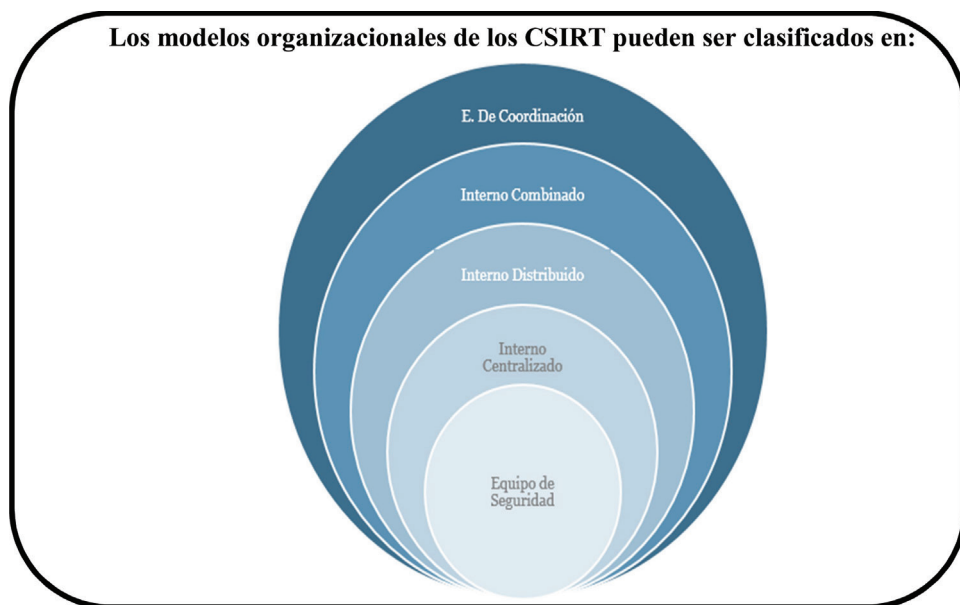


Figura 5 – Clasificación de los CSIRT en base a los modelos organizacionales

- **Organigrama funcional:** Consiste en la unificación de las actividades comunes empezando con los niveles más bajos hasta los altos niveles gerenciales y directivos. Este organigrama permite que el conocimiento y las habilidades humanas se fortalezcan, otorgando una mejor eficiencia, que resulta a su vez, más coordinada y controlada para hacer frente a los retos.
- **Organigrama basado en el producto:** Esta clase de organigrama se estructura considerando lo producido tanto en bienes como servicios; en amplias compañías esta forma de organización posibilita el manejo de unidades y subunidades que las mismas requieren para su funcionamiento.
- **Organigrama basado en los clientes:** La organización para establecer los tipos de clientes que se busca adquirir, por medio de una base en donde se establece los problemas y necesidades comunes de éstos y la designación de especialistas para resolverlos, puede emplearse de igual manera a la división y subdivisión del personal. La estructura del personal constituiría una utilidad al especificar las funciones requeridas para la demanda de los distintos clientes.
- **Organigrama híbrido:** Esta estructura puede formarse utilizando diversos criterios de productos-función y producto-geografía. Al posibilitar múltiples enfoques, esta organización es la empleada por aquellas empresas que poseen el control de varios productos o mercados. Debido a que este organigrama permite combinar funciones y divisiones de productos y oficinas las organizaciones pueden advertir con mayor claridad y rapidez las fortalezas y debilidades de cada una.

- **Organigrama Matricial:** Este organigrama combina la estructura horizontal y vertical, es utilizada al compartir recursos entre líneas de trabajo, cuando los resultados son cruciales y cuando el entorno de la organización es complejo y con cambios frecuentes. Esta estructura mejora la incertidumbre no obstante funcionan mejor en organizaciones medianas.
- **El modelo incrustado:** Este tipo de modelo es utilizado al crear un CSIRT dentro de una organización que ya existe previamente. Una vez constituido el CSIRT, se designa un jefe encargado de las actividades y del equipo de trabajo, que agrupará a los técnicos que sean requeridos para la resolución de incidentes o actividades propias del CSIRT. El jefe cuenta con la cooperación de la organización existente.
- **El modelo universitario:** Con este modelo las instituciones de investigación y las académicas que integran una misma universidad pero que se encuentran ubicadas en distintas regiones del país, se organizan por medio de un CSIRT central que coordina a dichas organizaciones, las cuales, en su mayoría, son independientes y cuentan con un CSIRT propio.

3.5. Modelos, marcos de trabajo y estándares

Para robustecer la creación del CSIRT existen modelos, marcos de trabajo y estándares que apoyan a la creación mantenimiento y la gestión de la organización en diferente puntos clave del manejo de riesgos. Estos se encuentran resumidos en la Figura 6.

COBIT	ISO 27000	ITILL	CERT-RMM
•Marco de referencia de alto nivel para el control y gobierno. •Es un marco de trabajo que crea valor de TI, guardando un balance entre beneficios, niveles de riesgo y utilización de recurso	•Gestión de la Seguridad •Sistema de gestión de la seguridad de la información: la serie de normas asociadas establece políticas, procedimientos y guías para proteger la información de una organización.	• Mejores prácticas para la gestión de servicios. • Biblioteca de infraestructura de tecnologías de la información, es una guía de buenas prácticas en la gestión de servicios de TI.	•Gestión de riesgos •Es un modelo para la gestión de riesgos propuesto por el CERT, este modelo evalúa la resiliencia y propone el manejo de la seguridad, la continuidad del negocio y las operaciones de TI.

Figura 6 – Modelos, marcos y estándares del manejo de riesgos

El manejo de incidencias es una tarea sensible, para asegurarnos del correcto manejo de la información se puede apoyar con el uso de marcos de trabajo, estándares y modelos que minimicen el factor de riesgo y el grado de criticidad en los incidentes registrados. Se eligieron COBIT, ITIL, CERT-RMM e ISO 27000 por su grado de integración adaptable que puede ser desarrollado en el CSIRT (Caralli et al. 2010).

4. Conclusiones y trabajos futuros

Las organizaciones necesitan una estabilidad y mayor grado de protección enfocada a la seguridad informática para proteger y minimizar las amenazas a su información. Aun cuando existen diferentes maneras de proteger sus datos el principal problema es la desinformación que tienen las organizaciones para la toma de decisiones, por lo tanto, se identifica la necesidad de desarrollar un modelo que permita aplicar buenas prácticas para establecer la seguridad en equipos de seguridad informática proporcione información eficaz y eficiente sobre recomendaciones, estrategias y planes para tener un nivel de seguridad alto en su información.

En este trabajo se han logrado, establecer el estado del arte identificando elementos básicos que deben ser tener en cuenta para el establecimiento de un CSIRT. Además, se ha identificado la necesidad de proveer apoyo a las organizaciones para implementar equipos de seguridad que cubra con sus necesidades, por lo tanto, como trabajo futuro se está desarrollando un propuesta que comprende la creación del método que apoye a las organizaciones en la selección y establecimiento de un equipo de seguridad que cubra sus necesidades y gestione su evolución para brindar servicios especializados. Esta propuesta incluye el desarrollo de una herramienta que agilice la creación o evolución del equipo de seguridad.

Referencias

- Caralli, Richard A., Julia H. Allen, Pamela D. Curtis, David W. White, and Lisa R. Young. 2010. *CERT® Resilience Management Model*. Retrieved (http://www.cert.org/resilience/download/CERT-RMM_v1.0.pdf).
- Eduardo Carozo Blusmztein. 2012. *Proyecto AMPARO Manual : Gestión de Incidentes de Seguridad Informática*.
- ENISA. 2006. "CSIRT Setting up Guide in Spanish." 90. Retrieved July 15, 2014 (<http://www.enisa.europa.eu/activities/cert/support/guide/files/csirt-setting-up-guide-in-spanish>).
- Kitchenham, Barbara. 2004. "Procedures for Performing Systematic Reviews." *Keele, UK, Keele University* 33:28. Retrieved ([http://csnotes.upm.edu.my/kelasmaya/pgkm20910.nsf/0/715071a8011d4c2f482577a700386d3a/\\$FILE/10.1.1.122.3308\[1\].pdf](http://csnotes.upm.edu.my/kelasmaya/pgkm20910.nsf/0/715071a8011d4c2f482577a700386d3a/$FILE/10.1.1.122.3308[1].pdf))
http://tests-zingarelli.googlecode.com/svn-history/r336/trunk/2-Disciplinas/MetodPesquisa/kitchenham_2004.pdf.
- Kitchenham, Barbara and S. Charters. 2007. "Guidelines for Performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering." *Engineering* 2:1051.

- MAIWALD, ERIC. 2004. *FUNDAMENTOS DE SEGURIDAD DE REDES - Margen Libros*. edited by MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA DE MEXICO. Retrieved February 9, 2015 (<http://mx.casadellibro.com/libro-fundamentos-de-seguridad-de-redes/9789701046241/997462>).
- Mian, Paula, Tayana Conte, Ana Natali, Jorge Biolchini, and Guilherme Travassos. 2007. "A Systematic Review Process for Software Engineering." *Empirical Software Engineering* 32:1–6. Retrieved (<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1241572.1241584>).
- Roldán, Félix Sanz. 2011. "GUÍA DE CREACIÓN DE UN CERT / CSIRT." 60. Retrieved July 15, 2014 (https://www.ccn-cert.cni.es/publico/seriesCCN-STIC/series/800-Eschema_Nacional_de_Seguridad/810-Creacion_de_un_CERT-CSIRT/810-Guia_Creacion_CERT-sep11.pdf).
- Tashi, Igli and Solange Ghernaouti-Hélie. 2009. "A Security Management Assurance Model to Holistically Assess the Information Security Posture." *Proceedings - International Conference on Availability, Reliability and Security, ARES 2009* 756–61.

Anexos

Selección de artículos primarios

- Ahmad, R. A., & Hashim, M. S. (2011). Computer Emergency Response Team (OIC-CERT).
- Flegel, U., Hoffmann, J., & Meier, M. (2010). Cooperation enablement for centralistic early warning systems. *Proceedings of the 2010 ACM Symposium on Applied Computing*, 2001–2008. doi:10.1145/1774088.1774509
- Glass, K., & Colbaugh, R. (2011). Web analytics for security informatics. *Proceedings - 2011 European Intelligence and Security Informatics Conference, EISIC 2011*, 214–219. doi:10.1109/EISIC.2011.66
- Goncalves, J. M., & Fernandes, F. (2009). The impact of information security on Latin America. *2009 International Conference for Internet Technology and Secured Transactions, (ICITST)*.
- Grobauer, B., & Schreck, T. (2010). Towards Incident Handling in the Cloud: Challenges and Approaches. *ACM Workshop on Cloud Computing Security Workshop (CCSW)*, 77–85. doi:10.1145/1866835.1866850
- Grobler, M., & Bryk, H. (2010). Common challenges faced during the establishment of a CSIRT. *Proceedings of the 2010 Information Security for South Africa Conference, ISSA 2010*, 2–7. doi:10.1109/ISSA.2010.5588307
- Haller, J., Merrell, S., Butkovic, M., & Willke, B. (2010). Best Practices for National Cyber Security: Building a National Computer Security Incident Management Capability, 40. Retrieved from <http://oai.dtic.mil/oai/oai?verb=getRecord&metadataPrefix=html&identifier=ADA536721>
- Khurana, H., Basney, J., Bakht, M., Freemon, M., Welch, V., & Butler, R. (2009). Palantir : A Framework for Collaborative Incident Response and Investigation. *Proceedings of the 8th Symposium on Identity and Trust on the Internet*, 38–51. doi:10.1145/1527017.1527023
- Lee, C. S., Lee, G. M., & Rhee, W. S. (2013). Standardization and challenges of smart ubiquitous networks in ITU-T. *IEEE Communications Magazine*, 51(10), 102–110. doi:10.1109/MCOM.2013.6619572
- Mazzini, S., Puri, S., & Vardanega, T. (2009). An MDE methodology for the development of high-integrity real-time systems. *2009 Design, Automation & Test in Europe Conference & Exhibition*. doi:10.1109/DATE.2009.5090837
- Messnarz, R., Ekert, D., Reiner, M., & Sicilia, M. A. (2012). Europe wide industry certification using standard procedures based on ISO 17024. *Proceedings - 2012 Technologies Applied to Electronics Teaching, TAAE 2012*, 342–347. doi:10.1109/TAAE.2012.6235462
- Metzger, S., Hommel, W., & Reiser, H. (2011). Integrated security incident management - Concepts and real-world experiences. *Proceedings - 6th International Conference on IT Security Incident Management and IT Forensics, IMF 2011*, 107–121. doi:10.1109/IMF.2011.15
- Mouton, J., & Ellefsen, I. (2013). The Identification of Information Sources to aid with Critical Information Infrastructure Protection.
- Penedo, D. (2006). Technical infrastructure of a CSIRT. *International Conference on Internet Surveillance and Protection, ICISP'06*, 00(c). doi:10.1109/ICISP.2006.32
- Pereira, R., & Silva, M. M. Da. (2013). IT Compliance Management Process Modeling Based on Best Practices Reference Models and Qualitative Data. *2013 17th IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference Workshops*, 178–187. doi:10.1109/EDOCW.2013.27
- Reyes, G. L. (2013). MODELO BASICO PARA LA INTEGRACION DEL GRUPO CSIRT HONDURAS EN. *Revista H-TICs*, 1(1). Retrieved from Descargar este archivo PDF - Instituto de Investigaciones ...
- Rogers, L. R. (2006). The CERT Survivability and Information Assurance Curriculum: Building Enterprise Networks on a Firm Educational Foundation. *2006 IEEE Information Assurance Workshop*, 61–68. doi:10.1109/IAW.2006.1652078
- Tashi, I., & Ghernaouti-Hélie, S. (2009). A security management assurance model to holistically assess the information security posture. *Proceedings - International Conference on Availability, Reliability and Security, ARES 2009*, 756–761. doi:10.1109/ARES.2009.28
- Trebolle, D., Go, X., & Mez, T. (2010). Reliability Options in Distribution Planning Using Distributed Generation. *Latin America Transactions, IEEE (Revista IEEE America Latina)*, 8(5), 557–564. doi:10.1109/TLA.2010.5623509
- When, R., & What, W. (2013). FIRST Site Visit Requirements and Assessment.
-

Extracción del Conocimiento tácito como base para el establecimiento de mejora de procesos de software en las Organizaciones de desarrollo de Software

Jezreel Mejia, Guadalupe Uribe

{j.mejia, guadalupe.uribe}@ciimat.mx

Centro de Investigación en Matemáticas, CIMAT A.C. Unidad Zacatecas, Av. Universidad No. 222, Fracc. La Loma, C.P. 98068, Zacatecas, Zacatecas, México

DOI: 10.17013/risti.e3.17-28

Resumen: En orden a implementar mejoras de procesos, las organizaciones de desarrollo de productos y servicios de software deben realizar una correcta gestión del conocimiento tácito. Muchas organizaciones y específicamente las pymes, enfrentan una serie de problemas relacionados con carencias en la gestión de este conocimiento tales como: la falta de un proceso bien definido, formalizado o la ausencia de un proceso como tal. Surge la necesidad de realizar la extracción del conocimiento tácito en las pymes con la finalidad de formalizarlo, que se vea estandarizado en procesos organizacionales y en base a éste, proponer posibles mejoras de procesos o la adopción de un estándar o modelo de calidad. Este artículo presenta una herramienta web con el objetivo de dar soporte a la extracción del conocimiento tácito organizacional para soportar la mejora de procesos y un caso de estudio que demuestra la viabilidad de la herramienta propuesta.

Palabras clave: Conocimiento Tácito, Mejora de Procesos de Software, Pymes, Extracción del Conocimiento Tácito, Herramienta de software.

Tacit knowledge Extraction to establish software process improvement in software development organizations

Abstract: In order to implement process improvements, software product development and software services organizations must make a correct management of tacit knowledge. Many organizations and specifically SMEs face a number of problems related to deficiencies in the management of this knowledge such as: lack of a well-defined, formalized or absence of such a development process. The need arises to perform the extraction of tacit knowledge in SMEs in order to formalize, display standardized organizational processes and based on it, to propose processes improvements or adoption of a quality standard or model. This paper presents a web tool with the aim of supporting the extraction of organizational tacit knowledge to support processes improvement and a case study that demonstrates the feasibility of the proposed tool.

Keywords: Tacit Knowledge, Software Process Improvement, SMEs, Tacit Knowledge Extraction, Software Tool.

1. Introducción

En orden a desarrollar la competitividad y proveer un nivel óptimo de calidad en productos y servicios de software, las organizaciones de desarrollo de software deben implementar mejoras continuas a sus procesos (Munoz Mirna, 2012), (Subramanian, Jiang, & Klein, 2007), (Cabrera, 2008). Un factor vital para estas organizaciones, es gestionar correctamente el conocimiento tácito que posee el personal con el fin de establecer o formalizar éste en los procesos de desarrollo (Rose Jeremy, Aaen Ivan, 2008). Este conocimiento representa un activo para la toma de decisiones dentro de la organización, pues la calidad de los productos está asociada a la calidad de los procesos (Ashrafi, 2003), (Trudel, Lavoie, Paré, & Suryan, 2006), (Rahman, 2011). Tal y como lo afirman Abdullah y Mohamed (Abdullah, 2012), se puede considerar que la gestión del conocimiento es el núcleo de la mejora de procesos, ya que es muy difícil implementar mejoras cuando no se conoce el proceso base.

Sobre el conocimiento tácito, en su investigación sobre los distintos tipos de conocimiento, Polanyi (Wan, Jiangping, Wan Dan, Luo Weiping, 2011), afirma que el conocimiento tácito, es aquél conocimiento que no ha sido codificado y que presenta una mayor complejidad al transmitirse. Además, se basa en experiencias personales, prácticas organizacionales no formalizadas o conocimiento empírico y es conservado por los expertos (Nonaka & von Krogh, 2009).

Sin embargo, “No todo es miel sobre hojuelas” en el área de procesos de software tal y como lo muestra el estudio Stella, Villa y Ocampo [32], precisamente las mejoras son requeridas debido a que existe un emergente número de problemas a resolver tales como, productos deficientes, planificaciones mal estimadas, incorrección en el cálculo de los presupuestos, incumplimientos, sub y sobre estimaciones de tiempos de entregas y un sinfín de detalles que las organizaciones buscan afrontar mediante la implementación de mejoras.

En este contexto, según el estudio de Valtierra y Muñoz (Claudia, Mirna, & Jezreel, 2013), (Jezreel, Muñoz, Mirna, Calvo-manzano, & Cuevas, n.d.), se detecta una serie de problemas cuya raíz se encuentra en la falta de una correcta gestión del conocimiento tácito y que afecta sobre todo a las organizaciones conocidas como pymes (Claudia et al., 2013). Este tipo de organizaciones son importantes para la economía mundial ya que representan el 52% de la generación de producto interno bruto y el 72% en la generación de empleos formales (Claudia et al., 2013). Entre los principales problemas dentro de las pymes se encuentran: a) la falta de un proceso formalizado o bien definido (Rose Jeremy, Aaen Ivan, 2008), b) El desconocimiento de la existencia de procesos organizacionales por la gran mayoría del personal (Pino, García, & Piattini, 2007), c) Dependencia de los expertos en las actividades de desarrollo (Pino, 2006), d) Falta de la gestión del conocimiento sobre las actividades (Abdullah, 2012). En este contexto, se podría afirmar que éstas son organizaciones son caóticas. Sin embargo, aun cuando parezca que estas pymes no cuentan con un proceso, están realizando un conjunto de actividades que les permite realizar sus proyectos que están basadas en conocimiento tácito no formalizado en procesos (Daneshgar & Ward, 2007). La problemática por lo tanto, guarda una relación directa con una mala gestión del conocimiento tácito y la falta de formalización o codificación de este conocimiento en los procesos organizacionales.

De esta manera, surge la necesidad de extraer y formalizar el conocimiento tácito para convertirlo en conocimiento explícito y mediante este conocimiento, soportar el establecimiento o formalización de un proceso de desarrollo para las pymes.

El objetivo de este artículo es dar a conocer una herramienta Web para apoyar la automatización del método para la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones propuesto en (Jezreel et al., n.d.), (Muñoz Mirna & Jezreel, 2013) . Con la implementación de la herramienta se pretende establecer o formalizar los procesos de las pymes, establecer las bases para la implementación de mejoras de procesos y reducir la resistencia al cambio (Muñoz Mirna & Jezreel, 2013), además, permitirá reducir los costos de implementación de mejoras de procesos. El contenido de este trabajo de investigación se estructura en una serie de secciones que se describen a continuación: Sección 2 se abordan los Antecedentes, Sección 3 se muestra la Herramienta para la automatización de la extracción del conocimiento tácito, y finalmente en la Sección 4 se presentan las Conclusiones y el Trabajo Futuro.

2. Antecedentes

Para establecer las bases de la funcionalidad de la herramienta que se propone, se implementó el protocolo para la revisión sistemática propuesto por Barbara Kitchenham (Kitchenham et al., 2010), (Kitchenham, 2007) . El objetivo fue identificar y establecer el estado actual sobre la mejora de procesos de software y su relación con la extracción del conocimiento tácito, metodologías y herramientas con la finalidad caracterizar las funcionalidades que debe contener la herramienta para dar soporte a la automatización de la extracción del conocimiento tácito en las pymes. Por lo tanto, se realizaron búsquedas manuales y el uso de la herramienta para la automatización de este protocolo presentado en (Miranda et al., 2014).

Mediante la búsqueda tradicional y la búsqueda con la herramienta para la automatización de la revisión sistemática fueron elegidos 100 artículos considerados relevantes para la investigación. Los resultados se pueden dividir en tres categorías principales como son, importancia del conocimiento y su relación con la mejora de procesos de software tal y como lo indican los autores Polany (Rose Jeremy, Aaen Ivan, 2008), Abdullah y Mohamed, (Abdullah, 2012).

En segundo lugar se detectaron un número considerable de metodologías e iniciativas para la extracción y formalización del conocimiento tácito en las organizaciones de software y en particular en las pymes, entre las más destacadas están: Aurum, Daneshgar y Ward (Aurum, Daneshgar, & Ward, 2008), Faegri, Dyba y Dingsoyr (Faegri, Dybå, & Dingsøyr, 2010), Pek, Land, Aurum y Handzic (Pek & Land, 2001), Basili y su planteamiento de las organizaciones como fábricas de experiencia (Experience Factories Organizations as, EFO, por sus siglas en inglés), (VICTOR R. BASILI, 1993).

En tercer lugar se encuentran las herramientas detectadas para soportar la extracción y formalización del conocimiento tácito de las pymes, de estas herramientas, se encontró un número limitado, entre las más importantes se pueden citar: La propuesta de Schneider, von Hunnius y Basili (Schneider & Hunnius, 2002), basada en una herramienta web desarrollada en HTML. Otra propuesta interesante es la de Alagarsamy,

Justus e Iyacutti (Alagarsamy, Justus, & Iyakutti, 2007). En su investigación delimitan y proveen las bases sobre las cuáles se debe desarrollar una herramienta de gestión del conocimiento enfocada a la mejora de procesos de software. A continuación la Tabla 1, muestra una comparativa de las principales propuestas de algunos autores y sus principales aportaciones al tema que este artículo hace referencia.

Tabla 1 – Comparativa de propuestas de extracción del conocimiento tácito.

Autor	Especificación	Herramienta	Puntos Principales
<i>Steen (Nonaka Krogh, 2009).</i>	Propuesta de metodología.	No.	Extracción del conocimiento tácito de la organización, formalización y almacenamiento en documentación.
<i>Aurum Daneshgar Werd (Daneshgar & Ward, 2007).</i>	Metodología	No.	Se basa en la extracción del conocimiento tácito mediante entrevistas y documentación. Permite la formalización, el almacenamiento del conocimiento se hace mediante documentos solamente.
<i>Schneider, Hinnius, Basili (Schneider & Hunnius, 2002).</i>	Metodología basada en Software Experience Center.	Base de experiencia.	El estudio presenta la metodología basada en software experience center, utiliza una base de datos que mediante una interfaz en HTML, permite almacenar la información de la experiencia (conocimiento tácito de la organización) obtenida mediante experiencias, checklists, entrevistas, preguntas frecuentes, e-mails, sin embargo solo es un repositorio que permite saber quién sabe cómo hacer las cosas en la organización, no hay automatización.
<i>Fægri, Dyba, Dingsøyr (Fægri, Dybå, & Dingsøyr, 2010).</i>	Metodología basada en Rotación de trabajo.	No	La metodología expone que se puede extraer el conocimiento tácito y la experiencia de la organización mediante la rotación de funciones entre el personal de desarrollo para que todos conozcan los procesos que se llevan cabo en la organización, sin embargo al final se establece que no es una solución viable.
<i>Pek, Land, Aurum, Handzic (Pek & Land, 2001).</i>	Framework	No	Extracción de conocimiento tácito de la organización, la información se obtiene mediante entrevistas, protocolos de conocimiento en grupo, sistemas expertos, tormenta de ideas y lecciones aprendidas, sin embargo no hay propuesta de una herramienta, los resultados se entregan en documentación, no existe automatización.

<i>Alagarsamy, Justus, Iyacutti (Alagarsamy, Justus, & Iyacutti, 2007).</i>	Guía para desarrollo de herramientas para gestión del conocimiento basada en CMMI.	No.	La investigación propone una guía para definir los módulos que una herramienta para gestión de conocimiento debe contener. Se basa principalmente en las áreas de procesos de CMMI como Soluciones Técnicas, Resolución Análisis y Decisión, Entrenamiento de la Organización y Desempeño del Proceso Organizacional, para establecer estas áreas como las básicas con la que debe cumplir una herramienta de extracción del conocimiento.
<i>Victor Basili (Victor R. Basili, 1993).</i>	Propuesta de Organizaciones que se desempeñen como fábricas de experiencia.	No.	Se propone un esquema de acumulación de experiencia en que las organizaciones funcionen como fábricas de conocimiento sin embargo el gran reto para esta metodología es la cultura organizacional.

A pesar de existir varias metodologías e iniciativas propuestas para la extracción del conocimiento tácito en las pymes, se detectan pocas herramientas y prácticamente se podría decir que son solo bases de datos de conocimiento que no permiten de manera útil la formalización del conocimiento. Por lo tanto, se identifica la necesidad de desarrollar una herramienta de software que permita a las pymes la extracción, formalización y codificación del conocimiento reflejado en procesos organizacionales de desarrollo de software, que pueda servir como base para el desarrollo de proyectos y le permita a las pymes afrontar los problemas que este tipo de organizaciones enfrentan al implementar mejoras de procesos.

3. Herramienta para la automatización de la metodología de la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones

El desarrollo de la herramienta propuesta en este artículo, se basa en el método presentado en (Jezreel et al., n.d.), quienes proponen una metodología para la identificación de las mejores prácticas y la extracción del conocimiento tácito en las organizaciones. Tomando en cuenta principios de la administración del conocimiento y administración del cambio, proponen un modelo para identificar las mejores prácticas dentro de la organización.

3.1. Análisis del modelo

Para el desarrollo de la herramienta sólo se toma en cuenta el primer análisis de este modelo, que sirve de base para la automatización de la metodología. Las fases del primer análisis del modelo se describen de manera resumida a continuación.

Realización de Entrevistas: Consiste en la extracción del conocimiento

Mediante la aplicación de entrevistas para la obtención de información sobre los procesos de desarrollo, esta fase se divide en 3 actividades principales las cuales son:

- **Elección de entrevistados:** La gerencia o un representante elige a los entrevistados que proveerán el conocimiento tácito, se toma en cuenta que de preferencia éstos, pertenezcan a diferentes niveles jerárquicos de la empresa, lo ideal es entrevistar a personal de gerencia, líderes de proyecto y a personal operativo de desarrollo.
- **Selección de agenda de la entrevista:** Consiste en la selección de la fecha y hora de la entrevista por parte de los entrevistados.
- **Contestar entrevistas:** Consiste en responder las preguntas que se realizan mediante la aplicación del cuestionario para la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones, este cuestionario diseñado por (Jezreel et al., n.d.) está dividido en 9 bloques de preguntas. Para establecer una referencia sobre la información de la organización se tomó en cuenta la estructura del modelo CMMI-Dev 1.3 (SEI, 2010), cada bloque del cuestionario provee la información relativa a un área de proceso específica.

Análisis de la información de las entrevistas

Se analiza la información obtenida de cada cuestionario por bloque, de acuerdo a cada bloque se diagraman los procesos correspondientes detectados, las principales actividades en esta fase son:

- **Análisis de los cuestionarios:** Se analiza la información de las respuestas de cada entrevistado por cada bloque del cuestionario.
- **Añadir actividades y elementos de proceso detectados:** y se registran actividades y elementos de proceso.

El desarrollo de los diagramas

Consiste en identificar las actividades y diagramar los procesos detectados con la información obtenida y finalmente constatar si los procesos definidos mediante los diagramas expresan la información y conocimientos que ellos proporcionaron.

Identificación de actividades genéricas

Esta fase consiste en comparar todos los diagramas de acuerdo a cada bloque, se forma un diagrama general con las actividades y sus elementos similares y se conforma un proceso genérico.

3.2. Cuestiones técnicas

La herramienta se desarrolló como un sistema web, lo que permitirá a los usuarios acceder desde cualquier lugar que disponga conexión a internet. Como lenguaje de programación se eligió Python por ser un lenguaje multiplataforma y porque permite la implementación sobre la plataforma web, para acelerar el proceso de desarrollo se utilizó el framework Django, que trabaja sobre una variación de la arquitectura modelo, vista, controlador (MVC) llamada modelo, vista, template (MVT) por lo que permite la flexibilidad sobre todo en el diseño de las interfaces gráficas y el desarrollo acelerado de aplicaciones, como gestor de base de datos se eligió MySQL, se consideró principalmente

por ser una herramienta open source (hasta cierto límite). Para las interfaces gráficas se eligió el módulo de templates BootStrap, esta herramienta se eligió tal y como se hizo con Django por la flexibilidad que permite y la rapidez en el desarrollo de interfaces. Una vez, elegido el entorno de desarrollo, a continuación se describe la forma en que la herramienta permite la automatización de las fases descritas anteriormente.

3.3. Automatización de las fases de la metodología para la extracción conocimiento tácito de las organizaciones

Para la automatización de las distintas fases que conforman la metodología para la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones, la herramienta provee los módulos que se describen a continuación.

Módulo de Administración de Usuarios

La herramienta permite la administración de usuarios mediante el módulo de Alta de Usuario, que se muestra en la Figura 1 (izq.). Entre los usuarios que se pueden registrar, estos pueden ser un representante de organización y/o los entrevistados de la organización.

Seleccionar agenda para la entrevista

La herramienta permite el desarrollo de esta actividad mediante el módulo de agenda de entrevistas, este módulo se presenta en la Figura 1 (der.).

Contestar entrevistas

La herramienta permite dentro de esta fase en la fecha y hora señaladas en la agenda que se conteste la entrevista. Esta se contesta de manera escrita u oral mediante el módulo de cuestionario de la sección de extracción del conocimiento tácito. Entre las características destaca que se pueden grabar las respuestas y almacenarse en un

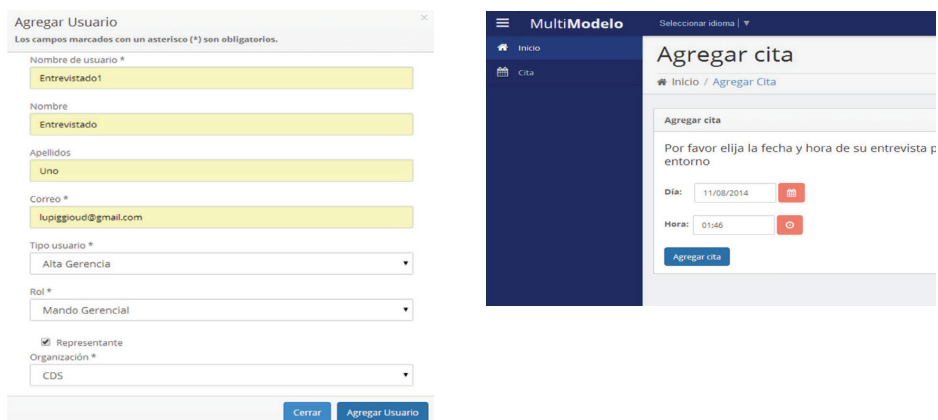


Figura 1 – Módulo de registro de usuarios (izq.) y Módulo de agenda de entrevistas (der.)

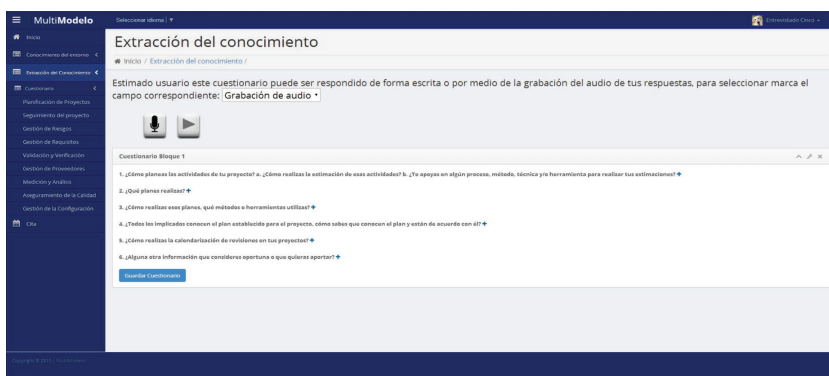


Figura 2 – Módulo de cuestionario para la extracción del conocimiento tácito de la organización.

servidor (En caso de responder oralmente) para fines de análisis posteriores. La Figura 2 representa el módulo de contestación de los cuestionarios para la extracción del conocimiento tácito.

Automatización del análisis de la información de las entrevistas

La segunda fase de la metodología en la que se basa la herramienta se automatiza mediante los módulos que se describen a continuación. El análisis de las entrevistas, se realiza en la interfaz del módulo de análisis de cuestionarios que provee la herramienta para esta actividad. La Figura 3 muestra este módulo.

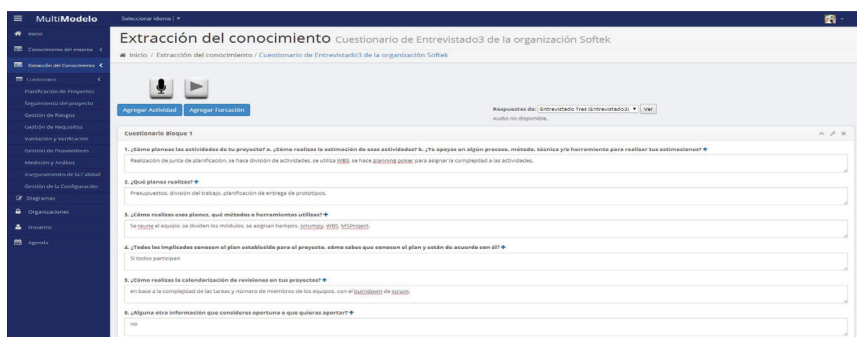


Figura 3 – Cuestionario para la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones.

Automatización del desarrollo de los diagramas

El módulo de diagramas, permite observar la formalización mediante los diagramas generados de las respuestas de los entrevistados. Cada diagrama corresponde a un proceso y bloque específico y se obtienen del análisis que el administrador o analista del proyecto realiza, el sistema permite de forma manual agregar las actividades y elementos que se detectan en las respuestas y el diagrama se muestra automáticamente

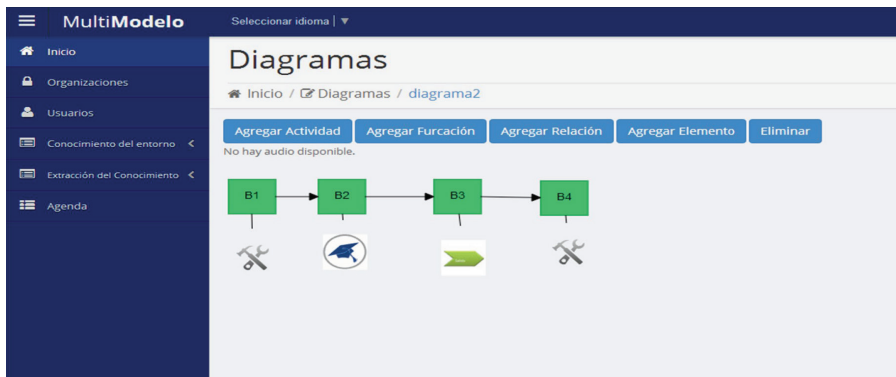


Figura 4 – Módulo de diagramas.

en la sección de diagramas correspondiente. La Figura 4 muestra la interfaz de la formalización mediante los diagramas.

Automatización de la identificación de actividades genéricas

La herramienta permite esta actividad mediante la automatización de la conformación de un proceso genérico por bloque o proceso y su visualización en la interfaz de diagramas genéricos que se muestra a continuación en la Figura 5.

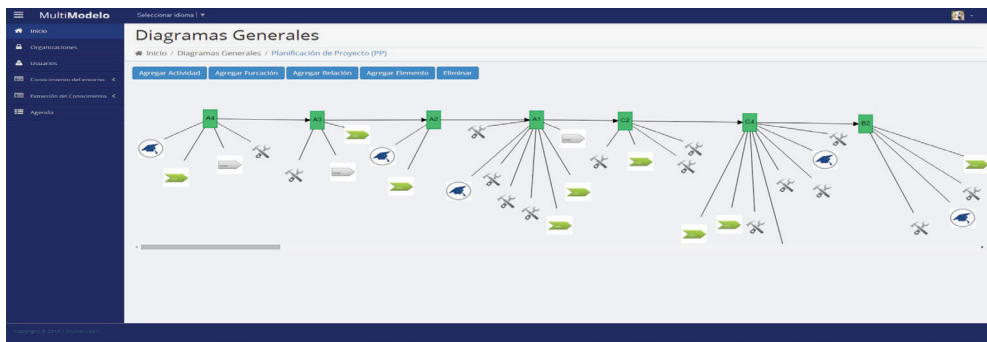


Figura 5 – Módulo de diagramas generales.

4. Validación de la herramienta

Con la finalidad de realizar pruebas en el desempeño de la herramienta para la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones, se llevó a cabo una validación del funcionamiento de ésta en el Centro de Desarrollo de Software (CDS) de la Universidad Politécnica de Zacatecas, México. Para la validación, se eligieron 4 entrevistados, un gerente general, un director de proyectos y dos desarrolladores, quienes contestaron la entrevista siguiendo la metodología por medio de la herramienta propuesta en el punto 3 de este artículo. De esta manera, se obtuvo la información sobre los procesos actuales

y se logró formalizar el conocimiento tácito por medio de los diagramas de procesos que forma la herramienta. Entre los hallazgos principales se detectaron, la carencia y definición de un proceso de desarrollo, sobreestimación en la planificación de proyectos, carencia en cuanto a roles en los procesos, falta de un plan para capacitación de los desarrolladores, falta de seguimiento a los proyectos. Además, con la conformación de los diagramas genéricos se logró establecer un proceso en base al conocimiento provisto por los entrevistados y se lograron detectar las actividades faltantes para completar los procesos. Con esta visión del estado actual se creó la conciencia a todos los niveles de la organización sobre la importancia de implementar mejora de procesos gradualmente, disminuyendo la resistencia al cambio mediante la autoevaluación de ésta. Además, los costos se reducen ya que no dependerá de la contratación de expertos pues los mismos integrantes de la pyme pueden utilizar la herramienta propuesta. La Figura 6 muestra el proceso genérico de Planificación del CDS-UPZ obtenido con la herramienta, al igual que este se conformaron los 9 procesos base que la herramienta permite.

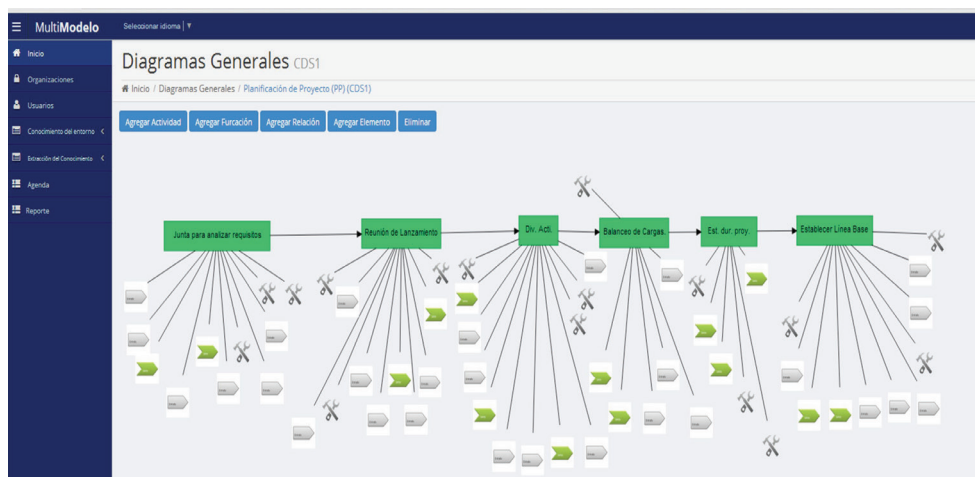


Figura 6 – Proceso genérico de Planificación.

5. Conclusiones y trabajo Futuro

Con la herramienta para la extracción del conocimiento tácito de las organizaciones se lograron conformar los procesos base de la organización en el que se realizó el caso de estudio y se observó la viabilidad de la herramienta. Como conclusión se puede afirmar que la herramienta cubre los aspectos principales de la metodología en que se basa ya que las revisiones de la interfaz y funcionalidad se realizaron con el involucramiento de uno de los autores de dicha metodología, además se enriqueció con los lineamientos propuestos por otros autores sobre la automatización de la gestión del conocimiento tácito. Se espera que con su uso las Pymes puedan eliminar varios de los obstáculos que se presentan en la implementación de mejoras de procesos de desarrollo de software, como: resistencia al cambio, costos de contratación de expertos, mejoras en planificaciones y estimaciones, adopción de modelos o estándares al conocer los procesos que están realizando y establecer a qué modelo se acerca más la organización. El trabajo futuro

consiste en aplicar esta herramienta en pymes de desarrollo de software en el estado de Zacatecas para seguir evaluando su funcionamiento.

Referencias

- Abdullah, R. (2012). Knowledge Management System Model in Enhancing Knowledge Facilitation of Software Process Improvement for Software House Organization, 60–63.
- Alagarsamy, K., Justus, S., & Iyakutti, K. (2007). On the Implementation of a Knowledge Management Tool for SPI. *International Conference on Computational Intelligence and Multimedia Applications (ICCIMA 2007)*, 48–55. doi:10.1109/ICCIMA.2007.112
- Ashrafi, N. (2003). The impact of software process improvement on quality: in theory and practice. *Information & Management*, 40(7), 677–690. doi:10.1016/S0378-7206(02)00096-4
- Aurum, A., Daneshgar, F., & Ward, J. (2008). Investigating Knowledge Management practices in software development organisations – An Australian experience. *Information and Software Technology*, 50(6), 511–533. doi:10.1016/j.infsof.2007.05.005
- Cabrera, C. (2008). INTRODUCCIÓN A LA CALIDAD DE SOFTWARE Introduction to software quality, (39), 326–331.
- Claudia, V., Mirna, M., & Jezreel, M. (2013). Characterization of Software Processes Improvement Needs in SMEs. *2013 International Conference on Mechatronics, Electronics and Automotive Engineering*, 223–228. doi:10.1109/ICMEAE.2013.33
- Daneshgar, F., & Ward, J. (2007). Investigating Knowledge Management practices in software development organisations – An Australian experience. doi:10.1016/j.infsof.2007.05.005
- Fægri, T. E., Dybå, T., & Dingsøyr, T. (2010). Introducing knowledge redundancy practice in software development: Experiences with job rotation in support work. *Information and Software Technology*, 52(10), 1118–1132. doi:10.1016/j.infsof.2010.06.002
- Group, S. E. (2007). Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering.
- Jezreel, M., Muñoz, Mirna, Calvo-manzano, J., & Cuevas, G. (n.d.). Approach to Identify Internal Best Practices in a Software Organization, 107–118.
- Kitchenham, B., Pretorius, R., Budgen, D., Brereton, O. P., Turner, M., Niazi, M., & Linkman, S. (2010). Systematic literature reviews in software engineering – A tertiary study. *Information and Software Technology*, 52(8), 792–805. doi:10.1016/j.infsof.2010.03.006
- Miranda, J. M., Muñoz, M., Uribe, E., Márquez, J., Uribe, G., & Valtierra, C. (2014). Systematic Review Tool to Support the Establishment of a Literature Review, 1, 171–181. doi:10.1007/978-3-319-05951-8

- Mirna, M.; Jezreel, M.; Calvo-Manzano, J.A; Cuevas, G.; San Feliu, T., "The results analysis of using MIGME-RRC methodology for software process improvement," Information Systems and Technologies (CISTI), 2011 6th Iberian Conference on , vol., no., pp.1,6, 15-18 June 2011, (852).
- Mirna, M., Jezreel, M., a., C.-M. J., Gonzalo, C., Tomas, S. F., & Antonio, D. A. (2012). Expected Requirements in Support Tools for Software Process Improvement in SMEs. *2012 IEEE Ninth Electronics, Robotics and Automotive Mechanics Conference*, 135–140. doi:10.1109/CERMA.2012.29
- Nonaka, I., & von Krogh, G. (2009). Perspective—Tacit Knowledge and Knowledge Conversion: Controversy and Advancement in Organizational Knowledge Creation Theory. *Organization Science*, 20(3), 635–652. doi:10.1287/orsc.1080.0412
- Pek, L., & Land, W. (2001). Capturing Implicit Software Engineering Knowledge, (2000), 108–114.
- Pino, F. J. (2006). Revisión sistemática de mejora de procesos software en micro , pequeñas y medianas empresas. *REICIS Revista Española de Innovación, Calidad E Ingeniería Del Software*, 2, 6–23.
- Pino, F. J., García, F., & Piattini, M. (2007). Software process improvement in small and medium software enterprises: a systematic review. *Software Quality Journal*, 16(2), 237–261. doi:10.1007/s11219-007-9038-z
- Rahman, A. A. (2011). A Study of Process Improvement Best Practices, (November).
- Rose Jeremy, Aaen Ivan, P. A. N. (2008). *Software Processes & Knowledge*. Aalborg: Software Inovation Publisher, Aalborg University, Departmen of Computer Science.
- Schneider, K., & Hunnius, J. Von. (2002). Experience in Implementing a Learning Software Organization, (June).
- SEI. (2010). CMMI ® para Desarrollo, Versión 1.3.
- Subramanian, G. H., Jiang, J. J., & Klein, G. (2007). Software quality and IS project performance improvements from software development process maturity and IS implementation strategies. *Journal of Systems and Software*, 80(4), 616–627. doi:10.1016/j.jss.2006.06.014
- Trudel, S., Lavoie, J.-M., Paré, M.-C., & Suryn, W. (2006). PEM: The small company-dedicated software process quality evaluation method combining CMMISM and ISO/IEC 14598. *Software Quality Journal*, 14(1), 7–23. doi:10.1007/s11219-006-5997-8
- VICTOR R. BASILI, senior member, I. (1993). The Experience Factory and its Relationship to Other Improvement Paradigms.
- Wan, Jiangping, Wan Dan, Luo Weiping, W. X. (2011). Research on Explicit and Tacit Knowledge Interaction in Software Process Improvement Project. *Journal of Software Engineering and Applications*, 04(06), 335–344. doi:10.4236/jsea.2011.46038.

Métodos de Pronóstico por Indicadores dentro de la Gestión del Conocimiento Organizacional

Gustavo Illescas ¹, María Isabel Sanchez-Segura ², Graciela Ana Canziani ³

illescas@exa.unicen.edu.ar, misanche@inf.uc3m.es, canziani@exa.unicen.edu.ar

¹ Departamento de Computación y Sistemas, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA), Tandil, Argentina

² Departamento de Informática de la Universidad Carlos III (UC3M) – Madrid, España

³ Departamento de Matemáticas, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA), Tandil, Argentina

DOI: 10.17013/risti.e3-29-41

Resumen: Frecuentemente se manifiestan dificultades en la toma de decisiones debido a que no se cuenta con mecanismos robustos que permitan obtener indicadores predictivos utilizando como base los datos del pasado. Resulta entonces de vital importancia contar con herramientas y procedimientos que permitan aplicar métodos de pronósticos de indicadores para comprobar su factibilidad y uso dentro de la gestión del conocimiento organizacional. Esto ha motivado nuestra investigación en pos de un marco metodológico que permita la ponderación de la evolución de los indicadores. El presente trabajo propone un aporte científico en el campo de la mejora de la gestión por indicadores, en organizaciones conscientes de la importancia de tomar decisiones estratégicas a partir de la evolución de los indicadores que marcan el rumbo y el estado de salud de la organización.

Palabras-clave: Indicadores; Gestión del conocimiento; Pronóstico.

Forecasting methods by indicators within the management of organizational knowledge

Abstract: Often difficulties in decision-making arise because of the lack of robust mechanisms permitting to obtain predictive indicators based on past data. Hence, it is vitally important to have tools and procedures that allow us to apply forecasting methods by indicators to corroborate its feasibility and use within the management of organizational knowledge. This has motivated our research for a methodological framework that may allow weighting the indicators' evolution. This work proposes a scientific approach in the field of improvement of management by indicators in organizations that are conscious about the importance of strategic decision-making based on the evolution of indicators that mark the direction and health status of the organization.

Keywords: Indicators; Knowledge Management; Forecast.

1. Introducción

La necesidad manifestada como “más frecuente” para el trabajo con indicadores es, sin lugar a dudas, lograr medir, o reflejar mediante un valor, el estado de una cuestión de interés expresado por una variable.

Más allá de la definición de qué es un indicador (un índice, un coeficiente, un dato simple), para ejemplificarlos utilizaremos elementos a los que estamos acostumbrados ya que en nuestra vida cotidiana estamos rodeados de ellos. Por este motivo hemos tomado la imagen de un termómetro, es algo concreto, un objeto destinado a medir. El mismo muestra visiblemente el resultado de un proceso de medición que traduce la temperatura del ambiente o de un cuerpo a un valor y una unidad. Tenemos por un lado un elemento que es quien toma la medición, un objeto que es sobre el que se toma la medición, un valor que entrega el resultado de la medición y una serie de parámetros sobre las que se toma una determinada acción o decisión.

Los valores se encuentran distribuidos a lo largo de una escala con un máximo y un mínimo que indican los extremos que puede alcanzar. Para mostrar el valor actual, este tipo de representación completa el objeto elegido (en este caso un tubo) con un color; para una mejor interpretación se han colocado otros elementos que muestran rápidamente que tan cerca estamos de un extremo u otro y que significan (mayor frío/calor).

Toda medición implica que existió antes un interés por realizar un control para luego establecer una acción. Siguiendo el ejemplo del termómetro, un caso evidente lo hemos percibido en la temperatura corporal (la fiebre); en salud por lo general se habla de una temperatura normal (36°), una de “afebramiento” (38°) y una temperatura máxima (40°) que nos señala un estado más que delicado. Todas las situaciones requieren algún grado de atención, para la temperatura normal todo indica que nos encontramos bien, para la de afebramiento ya implica actuar rápidamente (por ejemplo con una medicación antitérmica) y para la máxima, dado la gravedad (riesgo de convulsión) la necesidad de atención es urgente.

Al hablar de indicadores se introduce el concepto de alarma y aquí se vuelve a lo cotidiano ya que el elemento mayormente utilizado es el semáforo. El mismo semáforo es un indicador de una acción a tomar de acuerdo al estado en que se encuentra. Así por ejemplo, si el valor de la temperatura se encuentra “dentro de un determinado rango” ACEPTABLE, se la visualiza en color AMARILLO, si estuviera dentro de los valores deseables u ÓPTIMOS en VERDE y si estos fueran CRÍTICOS o inaceptables, en ROJO. Estos estados y sus puntos de corte o umbrales (entre que valores se encuentra por ejemplo el estado ACEPTABLE), los define una persona basado en su experiencia.

Una revisión exhaustiva sobre el tema gestión por indicadores nos deja como conclusión que, a partir de la consolidación y éxito del modelo propuesto por Kaplan y Norton (1996), tanto ellos como otros autores sólo han avanzado en la aplicación del Cuadro de Mando Integral (CMI) en casos de estudio. Así entonces encontramos numerosos casos de éxito en distintas organizaciones: pequeñas y medianas industrias (PYMES), municipios, universidades, agroindustrias, turismo (más específicos aún en hotelería).

En síntesis, ellos aplicaron la metodología propuesta y obtuvieron el éxito prometido por esto pero no agregaron valor al método. De esta manera siguen sin resolverse las cuestiones que fueron pasadas por alto, algunas de las cuales han motivado esta investigación.

Al respecto existen experiencias sobre casos puntuales como en la utilización de CMI y cadenas de Markov para la toma de decisiones sobre nuevos productos (Chan & Ip, 2010); la simulación de indicadores de CMI soportados por cadenas de Markov Montecarlo (Köppen et al. 2007); la validación de las relaciones causa-efecto a través de redes de Bayes (Blumenberg et al. 2006). A pesar de los aportes que estos trabajos realizan, no concluyen sobre las dificultades que encierran en sí misma la gestión por indicadores (Illescas et al. 2014) entre ellas la falta de mecanismos de validación y la ausencia de integración de los métodos probados como parte de las metodologías (por ejemplo al CMI) por lo que muestran más bien casos exitosos aislados.

La gestión por indicadores está presente en multitud de procesos de toma de decisiones en la industria, desde la gestión operacional pasando por las decisiones directivas, hasta completar la estrategia para asegurar el éxito de la organización. Desde nuestra perspectiva, la gestión por indicadores se compone no solo de encontrar un conjunto de estos que son de interés para el monitoreo de la organización (como lo trata la mayoría de la bibliografía referenciada), sino también de un conjunto de reglas para el mantenimiento y actualización de los registros históricos, como así también del uso que se les da a los mismos y las responsabilidades que se les asigna a los usuarios de estos indicadores.

Frecuentemente se utiliza la denominación de “Indicadores de gestión” como una clasificación entre tantas, referido a cuáles son los indicadores que se consideran más importantes o necesarios para la gestión de una organización. En este trabajo nos referimos al concepto de “Gestión por indicadores” que se encuentra relacionado a cómo administramos nuestra organización mediante el uso de indicadores de cualquier categoría que se trate, de manera tal que eviten caer en un modelo estático de simple observación de cómo ocurren las cosas (Illescas et. al. 2013).

Visto el contexto de la gestión por indicadores, la importancia de la misma y la dificultad que existe actualmente para evaluar métodos que faciliten el análisis y pronóstico de indicadores, se tiene aquí como objetivo presentar las herramientas y los procedimientos que permitan aplicar métodos para comprobar su factibilidad y uso dentro de la gestión del conocimiento organizacional.

2. Aplicación de métodos matemáticos

Esta sección está destinada a mostrar la aplicación de métodos matemáticos para el análisis y pronóstico de indicadores. Los métodos matemáticos utilizados han sido empleados con éxito en numerosas aplicaciones incluso en indicadores pero a la manera tradicional, la perspectiva con la que se los utiliza en este trabajo es innovadora y proporciona un valor agregado al análisis de los datos para la gestión de la organización. Para la aplicación sistemática de los métodos seleccionados hemos diseñado un conjunto

de procedimientos, como así también planteamos la forma en que se interpretan los resultados para concluir apropiadamente.

Para mostrar los resultados de nuestra investigación hemos elegido un caso de aplicación dentro del contexto de las finanzas referido a la determinación de la morosidad de una cartera de clientes (proyecto de cooperación con una empresa de electrodomésticos). Para abordar el caso se propuso una serie de indicadores de gestión entre los que se encuentran:

- Crédito total en monto: cantidad de dinero que actualmente adeudan el total de los clientes
- Cantidad total de morosos: aquellos clientes que posean cuotas impagas
- Cantidad de clientes incobrables: quienes adeuden cuotas por más de una determinada cantidad de tiempo
- Porcentaje de clientes incobrables:

$$\left(\frac{\text{Cantidad de cliente incobrables}}{\text{Cantidad total de morosos}} \right) * 100$$

Las tablas de datos, presentadas más adelante, contienen la aplicación del caso de estudio citado anteriormente, donde los valores mostrados están expresados en pesos (\$) y han sido pre-procesados para llevarlos a valor actual tomando como criterio en índice de inflación establecido por el Banco Nación argentino.

En particular, el ejemplo se ha acotado a mostrar resultados del indicador “Crédito total en monto” que resume información sobre la cantidad de dinero otorgada en crédito por compras a los clientes de la organización. El registro de este indicador se realiza mensualmente como una sumatoria total de las cuotas adeudadas por la totalidad de los clientes. En particular, cada sucursal tiene el registro propio del crédito y luego la central lo suma para obtener el monto global.

El hecho de haber documentado los procedimientos nos garantiza poder aplicarlos de igual forma en el estudio de otros casos.

2.1. Proceso de análisis de indicadores

El procedimiento de análisis de los indicadores consta de una serie de eventos que se muestran en la tabla 1, los cuales son implementados en un prototipo de software diseñado a tal fin, el cual brinda la posibilidad de incorporar indicadores a una Base de Datos (BD) independientemente del contexto de aplicación. El analista procede a la selección de un indicador de su interés para aplicar uno de los métodos matemáticos lo que requiere también la elección del período de análisis. El proceso de clasificar los indicadores dejará como resultado los rangos de criticidad para el período y la evaluación de cada valor del indicador para establecer su estado. A partir de allí el siguiente proceso permite pronosticar sobre el valor y el estado del indicador. Para asegurar el correcto desarrollo de las herramientas matemáticas, los resultados se validan realizando un procedimiento similar pero esta vez en herramientas externas, esto es, a partir de software reconocido (ver sección 2.2). Una vez validados los resultados, esta etapa no formará parte del proceso general hasta que se implemente una nueva técnica.

Tabla 1 – Proceso de análisis de indicadores

Evento	Descripción	Tipo
<i>Seleccionar indicadores</i>	Dentro de los indicadores que el decisor puede analizar, según la configuración establecida. En caso de que se encuentre desactualizado, este notificará previo al análisis.	Datos / Sistema
<i>Elegir el período de análisis</i>	Incluye el agrupamiento que se desee realizar para el análisis, por ejemplo los datos de los últimos 20 años tomados de a 5.	Datos / Sistema
<i>Clasificar indicadores</i>	Provee un método para clasificar el indicador y poder así determinar los estados observables junto a los umbrales de las alarmas. A partir de allí cada valor del período será clasificado con el estado que determinan los umbrales.	Proceso / Sistema
<i>Aplicar método de pronóstico</i>	Los diversos métodos implementados serán aplicados para pronosticar tanto valores como así también estados futuros del indicador.	Proceso / Sistema
<i>Validar resultado</i>	Durante el desarrollo de los métodos matemáticos, se realiza la validación de los resultados comparándolos con aplicativos existentes.	Proceso / Sistema

2.2. Métodos para la clasificación y pronóstico de indicadores

Respecto de los métodos matemáticos los hemos pre-seleccionado a partir del uso en diferentes casos de estudio realizados en tesis de grado y en cátedras (en la carrera de Ingeniería de Sistemas) para verificar su adaptabilidad al caso de indicadores¹. El universo de métodos de partida fue tomado de la estadística tradicional, regresión lineal, lógica difusa, clustering y multicriterio.

Así trabajamos con dos propiedades de los indicadores: valor y estado. Cuando trabajamos sobre los estados, reducimos nuestro análisis a los tres posibles de la semaforización. De acuerdo con las propiedades elegidas precedentemente, las condiciones previas para el análisis con métodos matemáticos son las siguientes:

- Fecha de registro del valor del indicador: para la utilización de ciertos métodos es importante a la hora de seleccionar los subconjuntos de datos para el análisis contar con un volumen tal que permita ser aplicado. También puede ser de utilidad conocer previamente la variabilidad de los datos.
- Valor del indicador: es de interés detectar datos anómalos o extremos y ver la necesidad de analizarlos para su inclusión en el estudio o bien descartarlos.

¹ Estos casos forman parte de los reportes internos de cátedras como Investigación Operativa y Cuadro de Mando Integral (Facultad de Cs. Exactas, UNCPBA) desarrollados durante los ciclos 2010-2014 y recorren una amplia gama de temas como lo son la aplicación en el contexto de la salud (prestaciones médicas, farmacia), la gestión de stocks, el ámbito académico, las finanzas.

- Tipo de indicador: este dato puede acotar los métodos a utilizar, por ejemplo a la hora de clasificar un conjunto de valores históricos del indicador.
- Estado del indicador: el estado del indicador no es un dato con el que se cuenta al inicio de un proyecto, excepto para el valor actual, por lo que será necesario encontrar al menos una primera instancia de solución a esta problemática para poder utilizar, por ejemplo, métodos de pronósticos sobre esta propiedad.

Respecto del software que utilizamos inicialmente para nuestros ensayos, seleccionamos software libre (SCILAB e INFOSTAT) y también plantillas desarrolladas en planillas de cálculo. Posteriormente y debido a que estas herramientas no interactúan con nuestras BD, desarrollamos prototipos que a su vez nos permitieron agilizar la tarea.

Mencionamos antes que elegimos dos propiedades de los indicadores. Por un lado, para realizar el análisis tradicional sobre el valor elegimos los métodos de Mínimos Cuadrados y Suavizado Exponencial tal como se desarrollan en ITESM (2006).

Es importante señalar que este trabajo abarca el caso particular de regresión lineal de mínimos cuadrados como un primer paso para el análisis del comportamiento de otras funciones (polinómicas, exponencial, etc.).

Para pronosticar por sobre el estado del indicador, elegimos dos métodos que nos dan probabilidades de ocurrencia de los estados, para así poder conocer en qué estado se encontrará un indicador eligiendo la mayor. Los métodos elegidos son Bayes y Markov según conceptos emitidos por Arapé (2000) y Rojo (et al. 2009) respectivamente.

Para la aplicación del método de Bayes, es necesario contar con las probabilidades de cada hipótesis. Dado que en este caso de estudio se eligió el tipo de indicador semáforo, se debe contar con la probabilidad de que el estado del indicador sea CRÍTICO, ACEPTABLE u ÓPTIMO (rojo, amarillo o verde).

Similarmente a lo ocurrido con la aplicación del método de Bayes, debido a la elección del tipo semáforo (tres estados), hemos decidido como más apropiada la utilización de los cuantiles para la clasificación de los mismos, pudiendo re-agruparse los cuatro grupos en tres partes.

Respecto de los ensayos, algunos de estos métodos requieren de una intervención mínima de un usuario, que llamamos opiniones. Por ejemplo, para el método de suavizado exponencial, realizamos ensayos con dos valores del coeficiente alfa (0.15 y 0.75). La elección de la constante de suavizado es crucial en la estimación de pronósticos futuros. Si la serie de tiempo contiene una variabilidad aleatoria sustancial, se preferirá un valor pequeño como constante de suavizado. Por el contrario, para una serie de tiempo con una variabilidad aleatoria relativamente pequeña, valores más elevados de la constante de suavizado tienen la ventaja de ajustar con rapidez los pronósticos. Para el método de Bayes con dos conjuntos de probabilidades $<0.5, 0.3, 0.2>$ y $<0.2, 0.4, 0.4>$ respectivamente.

Los métodos de clasificación nos permiten aproximar los estados de los indicadores en los períodos anteriores, dado que no contamos con esta información al inicio del proyecto. Para clasificar utilizamos el método de cuantiles basados en la conclusiones de Berenson (et al. 1996).

Por otro lado fue necesario diseñar algunos escenarios posibles de aplicación para conformar los procedimientos.

2.3. Escenarios de comprobación

Los métodos de pronósticos fueron probados en distintos escenarios de manera que, utilizando un subconjunto de datos para la obtención de resultados, se puedan comparar los resultados de los pronósticos con datos históricos del indicador.

- A. Primer escenario: todos los datos disponibles como subconjunto de datos de entrada para pronosticar los próximos n valores.
- B. Segundo escenario: los datos del último período como subconjunto de datos de entrada para pronosticar los próximos n valores.

En ambos escenarios hemos elegido arbitrariamente pronosticar los próximos tres valores del siguiente período, pudiendo el decisor elegir la cantidad de valores que desee pronosticar acorde a sus necesidades.

En la tabla 2 se puede observar un ejemplo de la elección de un segundo escenario. El período seleccionado para el subconjunto de datos de entrada es desde el 01/01/2011 hasta el 01/12/2011 para pronosticar mensualmente en 2012. Los subconjuntos de datos de entrada para pronosticar y para verificar el pronóstico obtenido:

Tabla 2 – Subconjunto de datos del indicador “Crédito total en monto” para el segundo escenario.

Fecha	Valor	Estado	Subconjuntos de datos
01/08/2007	576632,41	ACEPTABLE	
...	...	...	
01/05/2010	348582,04	ÓPTIMO	
...	...	...	
01/01/2011	813192,71	ACEPTABLE	Subconjunto de datos de entrada para pronosticar
...	...	...	
01/10/2011	1028772,93	CRÍTICO	
01/11/2011	963597,98	CRÍTICO	
01/12/2011	925276,60	CRÍTICO	Subconjunto de datos para verificar el pronóstico obtenido
01/01/2012	909961,33	CRÍTICO	
01/02/2012	896456,38	ACEPTABLE	
...	...	...	
01/07/2012	904578,51	CRÍTICO	

2.4. Configuración general para todos los métodos

El indicador seleccionado en este caso es “Crédito total en monto”. Este indicador es de tipo mensual por lo que los siguientes períodos, según el subconjunto para pronosticar, corresponden al primer, segundo y tercer mes del año siguiente (01/01/2012, 01/02/2012, 01/03/2012). Los resultados de los pronósticos se comparan en las mismas fechas. Todos los valores de los indicadores están expresados en pesos (\$).

Los rangos de aceptación, según la clasificación por el método de cuantiles resultaron:

CRÍTICO:	Mayor o igual a 904578,50 (4to cuartil)
ACEPTABLE:	Mayor o igual a 367296,88 y menor que 904578,50 (2do y 3er cuartil)
ÓPTIMO:	Menor que 367296,88(1er cuartil)

2.5. Interpretación de Tablas y resultados

Para los métodos de Mínimos Cuadrados y de Suavizado Exponencial (Tabla 5), la columna “Estado” dentro del pronóstico es obtenida a partir de la evaluación del valor en los rangos de aceptación definidos precedentemente. Para los métodos de Bayes y Markov (Tabla 6), esta columna resulta de la probabilidad obtenida. Si la dirección del indicador es positiva se asigna el estado “ÓPTIMO” (O) a la probabilidad mayor, luego “ACEPTABLE” (A) y posteriormente “CRÍTICA” (C) a la menor. En caso de que la dirección sea negativa, se procede de forma inversa. La evaluación final se toma del mayor valor de probabilidad obtenido por el pronóstico. Para mostrar la coincidencia del pronóstico con el valor histórico (Tabla 3), dentro de las tablas 5 y 6 se resaltan las celdas en gris.

2.6. Interpretación gráfica

Antes de concluir si el método entrega un pronóstico ajustado a la realidad, se realiza el gráfico correspondiente. En este gráfico se representan los datos históricos y los pronosticados según se puede apreciar en cada método. Para evaluar la bondad del método, se comparan los valores histórico y pronosticado en las tablas correspondientes. Por otro lado, el gráfico también muestra en su último tramo, --luego de la línea divisoria entre datos históricos de entrada y valores pronosticados--, cuánto se ajusta el valor pronosticado al valor histórico. Para los métodos de Bayes y Markov no es posible mostrar un gráfico dado que lo que se calcula es el valor del vector de probabilidades.

Se desarrolla a continuación un caso particular a los efectos de mostrar cómo se procede. El método seleccionado para el ejemplo es Suavizado exponencial aplicado al indicador de finanzas “Crédito total en monto” donde la constante de suavizado alfa toma el valor 0.75

Par reflejar el segundo escenario se seleccionan los datos del último período como subconjunto de datos de entrada. Entonces para $\alpha = 0,75$, la tabla 3 muestra los siguientes resultados:

Tabla 3 – Comparación de resultados del segundo escenario de suavizado exponencial con α=0.75

Pronóstico			Históricos		
Fecha	Valor	Estado	Fecha	Valor	Estado
01/01/2012	939091,92	CRÍTICO	01/01/2012	909961,33	CRÍTICO
01/02/2012	917243,98	CRÍTICO	01/02/2012	896456,38	ACEPTABLE
01/03/2012	901653,28	ACEPTABLE	01/03/2012	901764,27	ACEPTABLE

La figura 1 muestra gráficamente los datos del segundo escenario donde se pueden observar el tanto los datos de entrada para pronosticar, como así también los utilizados para verificar el pronóstico.

El resultado arrojado es que el método aproxima correctamente en el primer y tercer período de pronóstico.

Repitiendo el procedimiento con los otros métodos seleccionados se arriba a los resultados comparables en las tablas 5 y 6 y en las figuras 2 y 3.

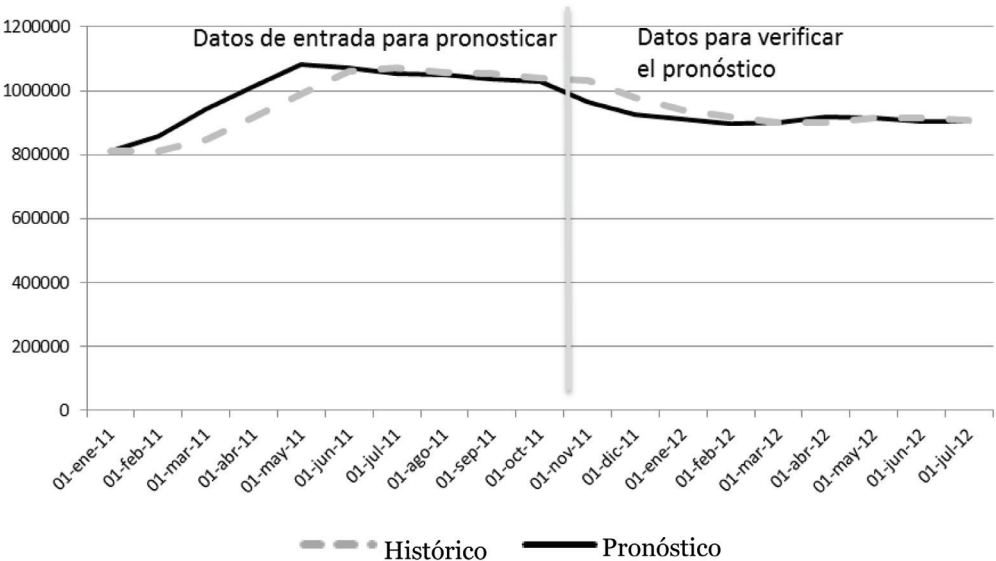


Figura 1 – Comparación de resultados del segundo escenario de suavizado exponencial con α= 0.75

Tabla 4 – Valores históricos de los indicadores utilizados para la comprobación de resultados. Indicador “Crédito total en monto”, caso de estudio “Finanzas”.

Fecha	Valor	Estado
01/01/2012	909961,33	CRITICO (C)
01/02/2012	896456,38	ACEPTABLE (A)
01/03/2012	901764,27	ACEPTABLE (A)

Tabla 5 – Comparación de resultados de pronósticos sobre el valor del indicador utilizando la mayor cantidad de datos disponibles (primer escenario). Indicador “Crédito total en monto”, caso de estudio “Finanzas”.

Mínimos cuadrados			Suavizado exponencial a= 0,15			Suavizado exponencial a= 0,75		
Fecha	Valor	Estado	Fecha	Valor	Estado	Fecha	Valor	Estado
01/01/2012	765023,10	A	01/01/2012	928304,94	C	01/01/2012	939092,00	C
01/02/2012	770404,60	A	01/02/2012	928385,10	C	01/02/2012	970176,40	C
01/03/2012	775786,10	A	01/03/2012	928373,10	C	01/03/2012	901653,28	A

Tabla 6 – Comparación de resultados de pronósticos sobre el estado del indicador utilizando la mayor cantidad de datos disponibles (primer escenario). Indicador “Crédito total en monto”, caso de estudio “Finanzas”.

Bayes 1ra opinión			Bayes 2da opinión			Markov		
Fecha	Valor	Estado	Fecha	Valor	Estado	Fecha	Valor	Estado
01/01/2012	P (C) 4,11E-12	A	01/01/2012	P (C) 1,42E-04	A	01/01/2012	P (C) 0,00	O
	P (A) 1,00			P (A) 0,99			P (A) 0,48272	
	P (O) 5,47E-18			P (O) 6,20E-01			P (O) 0,51727	
01/02/2012	P (C) 1,59E-12	A	01/02/2012	P (C) 6,18E-04	A	01/02/2012	P (C) 0,18515	A
	P (A) 1,00			P (A) 0,99			P (A) 0,51864	
	P (O) 3,01E-17			P (O) 4,98E-02			P (O) 0,2962	
01/03/2012	P (C) 1,18E-13	A	01/03/2012	P (C) 3,85E-05	A	01/03/2012	P (C) 0,18535	A
	P (A) 1,00			P (A) 0,99			P (A) 0,51809	
	P (O) 2,23E-18			P (O) 5,75E-02			P (O) 0,29655	

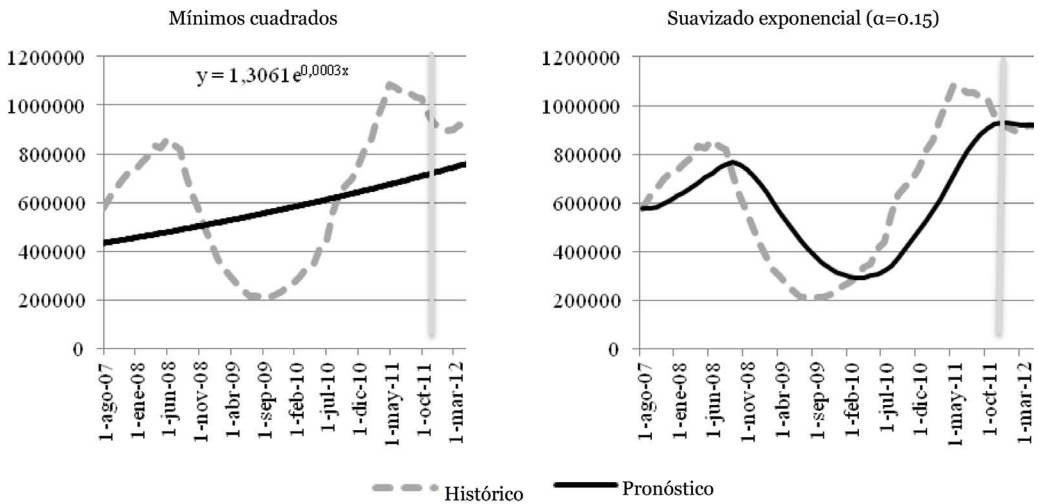


Figura 2 – Comprobación de los métodos mediante representación gráfica, utilizando la mayor cantidad de datos disponibles (primer escenario). Indicador “Crédito total en monto”, caso de estudio “Finanzas”.

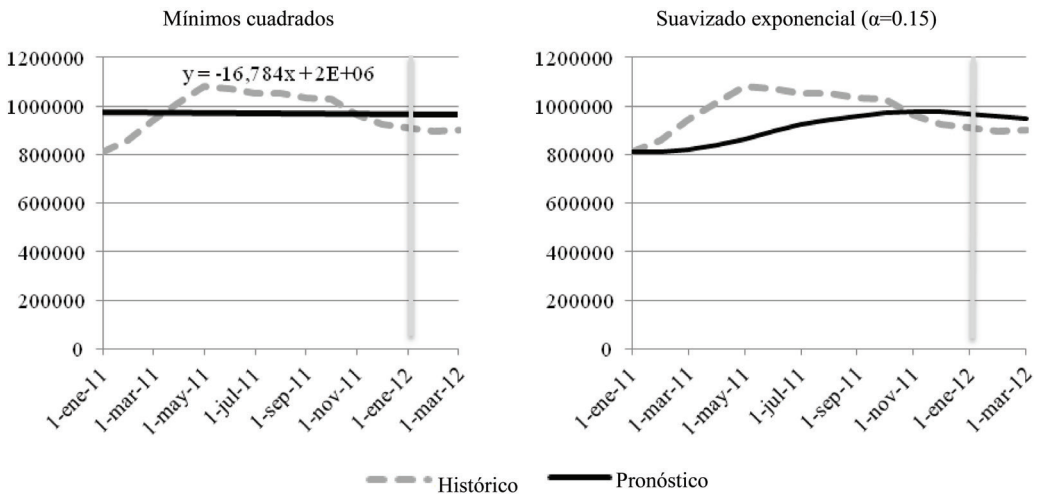


Figura 3 – Comprobación de los métodos mediante representación gráfica utilizando los datos del último período (segundo escenario). Indicador “Crédito total en monto”, caso de estudio “Finanzas”.

3. Conclusiones

En la actualidad los proyectos de sistemas de indicadores se centran en encontrar el conjunto apropiado de indicadores para gestionar la organización aplicando metodologías como por ejemplo el CMI, perdiendo de vista las múltiples facetas de lo que implica un indicador en sí mismo. La información que nos aporta un indicador existía antes de que éste fuera definido por lo que resulta imprescindible contar con su aporte. Por este motivo nuestra propuesta se orienta a trabajar con métodos matemáticos que analicen la historia de los datos para proveer mayor información a la organización antes que solo contar con una medida del valor actual.

Por otra parte la selección de indicadores implica la necesidad de definir parámetros o umbrales para poder evaluar la evolución del cumplimiento de los mismos. Dada la marcada dependencia creada por las organizaciones respecto de personas expertas que definen esta situación, torna la base de este análisis de carácter práctico pero subjetivo y no adaptable a las condiciones cambiantes del entorno operativo. Su efectividad depende fuertemente de la experiencia y sesgo personal de quien lo define y por lo tanto no posee rigor científico.

3.1. Conclusiones del caso de estudio

Se puede apreciar que el pronóstico del primer período, en este caso el primer mes, influencia el pronóstico de los períodos subsiguientes, lo cual se refleja en los valores sucesivos independientemente del método utilizado.

Si bien los métodos utilizados para el pronóstico sobre el valor del indicador muestran similar ajuste, cabe notar una diferencia. El método de mínimos cuadrados extrapola un valor pronóstico para el primer período que permite asignar el estado pronosticado. Dependiendo de la pendiente de la regresión lineal, el estado pronosticado puede ajustarse correctamente a la realidad o no debido a la discretización de los estados. Por otro lado, el método de suavizado exponencial lo hace directamente sobre el valor, lo cual parece brindar una aproximación más apropiada.

Notar que el método de mínimos cuadrados ajusta los resultados recién en el segundo período (Tabla 5), lo cual lo hace menos confiable de acuerdo con lo mencionado en primer lugar.

En función a la observación de los resultados obtenidos luego de aplicar los métodos para pronosticar el estado del indicador, podemos ver claramente que las mejores aproximaciones se logran en el primer escenario, esto es, cuando se utiliza una mayor cantidad de datos históricos para pronosticar. En este escenario tanto el método de Bayes como el de Markov coinciden en las aproximaciones.

3.2. Conclusiones generales

La metodología fue aplicada a otros casos de estudio de diferente contexto (configurando la BD de prestaciones médicas, farmacia, stocks de repuestos, registro de datos académicos), utilizando los mismos protocolos. En todos los casos se observaron resultados similares respecto de la bondad de cada uno de los cuatro métodos matemáticos, notando las diferencias en las respuestas en función de los contextos de cada caso. Esto permite considerar el procedimiento aquí propuesto como una metodología válida y confiable.

Referencias

- Arapé J. (2000). Manual de Metodologías Tomo II. La Técnica Bayesiana. Secretaría de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI). Programa de Prospectiva Tecnológica para Latinoamérica y el Caribe. Editado por Visión Grupo Consultores de Venezuela. Disponible en: www.cgee.org.br/atividades/redirKori/848
- Berenson M., Levine D. (1996). Estadística Básica en Administración, Conceptos y Aplicaciones. Sexta edición. Prentice Hall Hispanoamericana, S. A. México.
- Blumenberg S., Hinz D., Goethe J. (2006). Enhancing the Prognostic Power of it Balanced Scorecards with Bayesian Belief Networks. University, Frankfurt, Germany. Proceedings of the 39th Hawaii International Conference on System Sciences. 0-7695-2507-5/06 (c) 2006 IEEE.
- Chan S., Ip W. (2010). A Scorecard-Markov Model for New Product Screening Decisions. Department of Industrial and Systems Engineering, The Hong Kong Polytechnic University. Industrial Management & Data Systems Vol. 110 No. 7, pp. 971-992. (c) Emerald Group Publishing Limited.
- Illescas G., Sanchez-Segura M., Xodo D. (2014). Una aproximación a la aplicación de métodos matemáticos en el control de gestión por indicadores. Revista EPIO N° 35, año XXII (Índice: LATINDEX), Argentina. pp 199-215.
- ITESM (2006). Métodos Estadísticos para la Estimación de Ingresos. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, México. Diplomado en Gestión Estratégica de las Finanzas Públicas. Disponible en: http://www.cca.org.mx/funcionarios/biblioteca/html/finanzas_publicas/documentos/3/m3_metodos.pdf
- Kaplan R., Norton D. (1996). Using the Balanced Scorecard as a Strategic Management System. Harvard Business Review, enero-febrero.
- Köppen V., Allgeier M., Lenz H. (2007). Balanced Scorecard Simulator — A Tool for Stochastic Business Figures. Studies in Classification, Data Analysis, and Knowledge Organization. Advances in Data Analysis, Part VI, Pages 457-464. Institute of Information Systems, Free University Berlin, D-14195 Berlin, Germany.
- Rojo H., Miranda M. (2009). Cadenas de Markov. Cátedra de Investigación Operativa Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires. Disponible en: <http://operativa7107.awardspace.com/apuntes/MarkovParte1.pdf>

Metrópolis Digital: Una plataforma Web para la inclusión integral de las PyMES, Sociedad y Gobierno en el uso de las Tecnologías de la Información en la región de las Altas Montañas del estado de Veracruz, México

Sergio D. Ixmatlalhua ¹, Ricardo O. Raygoza ¹, Omar Romero ¹, Fernando Uribe ¹, Efraín J. Vargas ²

sergio.ixmatlalhua@outlook.com, raygoz@gmail.com, isc.romero@gmail.com, jonvarg23@gmail.com

¹ Instituto Tecnológico Superior de Zongolica, Departamento de Sistemas y Computación, Av. Poniente 7, No. 856, Col. Centro, Orizaba, Veracruz, México.

² Instituto Tecnológico de Iztapalapa, Av. Telecomunicaciones S/N, Col. Chinamac de Juárez. Iztapalapa, Ciudad de México, México

DOI: 10.17013/risti.e3.43-54

Resumen: Las plataformas de servicios en la nube representan un camino inevitable que tarde o temprano están tomando las ciudades, actualmente se encuentran diversos servicios concentrados en una misma plataforma en diversas ciudades. El desarrollo de sistemas bajo la temática de ciudades virtuales en la Web forma parte de una tendencia que se está implementando. Una plataforma de este tipo ofrece grandes ventajas tanto en la interacción empresas – usuarios - gobierno, como en el efecto detonante que representa el poner a la disposición del público la información detallada de negocios que por sí mismos no cuentan con ningún tipo de servicio que los identifique en Internet. Bajo este escenario es que Metrópoli Digital nace con el objetivo de ofrecer a las PyMES, que no cuentan con recursos ni infraestructura para posicionar su negocio en los medios digitales, una plataforma libre que les permita un posicionamiento digital a través de un modelo de negocio impulsado por las TI.

Palabras clave: Metrópoli Digital, Tecnologías de la Información, Gobernanza de TI, Altas Montañas, comercio electrónico, economía digital.

Digital Metropoli: A Web platform for comprehensive inclusion of SMEs, society and government for using of Information Technology in the Region of the High Mountains of the state of Veracruz, Mexico

Abstract: The services in the cloud represent an inevitable path that cities are implemented. Today, there are several services integrated on the same platform in different cities. The systems development under the theme of virtual cities on the

Web is part of a trend that is being implemented as a service in the cloud. A platform of this type offers great advantages in interaction enterprises - users - government, to make publicly available detailed business information which themselves do not have any type of service that identifies the Internet. Under this scenario Digital Metropolis is created and its main goal is to provide the SMEs a free platform that allows them a digital positioning through a business model driven IT, which lack the resources and infrastructure to position your business in digital media.

1. Introducción

Con el rápido crecimiento de las redes computacionales, han surgido muchos beneficios para los negocios mediante el uso de las tecnologías Web, es indudable que Internet se ha convertido en un campo con cada vez mayor número de usuarios en todo el mundo, y un lugar idóneo para la publicidad y la promoción de productos y servicios; actualmente muchas transacciones son preferentemente realizadas de manera remota a través del uso de plataformas que funcionan sobre esta gran red de redes. En ese sentido, el uso de la Internet se ha convertido en una necesidad y un derecho humano para garantizar el acceso y el intercambio de información. Sin embargo, aún existen muchos sectores que desconocen estos beneficios y permanecen marginados de estas tecnologías y rezagadas en competitividad con respecto a otros que hacen pleno uso de ellas. Por tanto, en este artículo se describe el trabajo realizado para implementar la plataforma Metrópoli Digital como un esquema de inclusión de las PyMES, Sociedad y Gobierno hacia el uso y aprovechamiento de las Tecnologías de la Información (TI) como parte de la reactivación económica en el estado de Veracruz. Dicha plataforma ofrece diversos servicios y productos a los usuarios tales como localización de negocios, oferta de servicios: clima, trámites y cursos de dependencias gubernamentales, emergencias, asistencia en línea por parte de la Cruz Roja, esto con un modelo de negocio aplicable en cualquier empresa. La plataforma busca catalizar la economía de la región con los servicios digitales proporcionados por la plataforma Metrópoli digital a través de Internet, dando a los negocio principalmente medianos y pequeños un medio digital para aumentar el valor de sus negocios de una forma fácil y accesible.

2. ¿Qué es Metrópoli Digital?

Con las nuevas estrategias de enseñanza, y con los avances tecnológicos que acompañan el desarrollo social y económico en México, las instituciones educativas de nivel medio superior y superior, han tomado la decisión de apostar por un nuevo modelo educativo en el que los estudiantes lleven una formación académica en participación con las empresas y el sector productivo. Para ello en 2013, la Secretaría de Educación Pública en conjunto con la Secretaría de Gobernación, la Confederación Patronal de la República Mexicana y con la asesoría de la Cámara México - Alemana de Comercio, desarrollaron el Modelo Mexicano de Formación Dual. El cual busca la vinculación armónica entre teoría y práctica, al integrar al estudiante en la empresa para desarrollar competencias profesionales, al mismo tiempo que desarrolla competencias genéricas con el objetivo de obtener una formación integral.

En ese sentido, por un lado, Metrópoli Digital nace como una iniciativa del Instituto Tecnológico Superior de Zongolica, atendiendo al modelo educativo Dual vigente en el

marco académico de la institución, así como un proyecto integrador en el cual participan estudiantes y docentes de las carreras de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Gestión Empresarial y Desarrollo Comunitario de todos los semestres ofertados en la institución. Por otro, Metrópoli Digital es una plataforma Web libre que implementa un modelo de negocio que busca la interacción digital de las PyMES, Sociedad y Gobierno en un esquema integral de gobernanza que permita reactivar el flujo económico a través del uso de las TI como principal medio de intercambio de información y servicios digitales, tales como publicidad, geolocalización de negocios, trámites en línea, sitios personalizados para PyMES, servicios de Gobierno, con la implementación de Aplicaciones Enriquecidas de Internet, RIAs. Ofreciendo una plataforma abierta e intuitiva para mayor accesibilidad de los usuarios no expertos.

Esta plataforma Web busca ser considerada como una Open Web Platform, que de acuerdo a la W3C (Hegaret, 2011), una OWP es una plataforma que incluye diversos estándares tales como: HTML5, CSS 2.1, CSS 3, API de geolocalización, eventos DOM, XMLHttpRequest, Web Storage entre otros.

3. Modelo arquitectónico de software

Dentro del diseño y desarrollo de sistemas de Información, es de vital importancia tener los cimientos del software de manera que cubra los requisitos no funcionales, los cuales fortalecen las bondades y capacidades de todo sistemas de Información. Para lograr este objetivo, la Ingeniería de Software establece diversos principios para el diseño y desarrollo de Software que abarcan tanto los requisitos funcionales como los no funcionales de un sistema.

The Gang of Four (Jacobson et. at., 2000) mencionan que la arquitectura de un sistema de información define no solo la estructura y su comportamiento, sino también, el uso, funcionalidad, rendimiento, flexibilidad, reutilización, facilidad de comprensión, restricciones y compromisos económicos y tecnológicos, y por supuesto las vistas de las diferentes etapas que conforman el ciclo de vida del software. Otros autores describen a la arquitectura de un sistema software como un conjunto de decisiones de diseño tomadas para un sistema (Tahuiton, 2011).

En la definición de una arquitectura existen diferentes patrones arquitectónicos que facilitan la estructuración de los componentes de software que serán parte de un sistema. Entre los patrones arquitectónicos más conocidos, están los patrones: Modelo – Vista – Controlador, Modelo – Vista – Vista – Modelo, Cliente – Servidor; los cuales son los mayormente utilizados en desarrollos de aplicaciones para ambientes Web. Sin embargo, se ajustan de acuerdo a las necesidades de la arquitectura, pudiendo formar una arquitectura híbrida, en donde más de un patrón sea utilizado.

De acuerdo a lo anterior, y al intenso trabajo de los Stakeholders en el proyecto de Metrópoli Digital, se ha propuesto una arquitectura que integra un patrón híbrido en capas, conformado por los patrones; M-V-C, Cliente - Servidor, ya que son los patrones más importantes que soportan la estructura principal de Metrópoli, el cual incluye el uso de Apps externas para el consumo de servicios a través de la arquitectura RESTfull.

En la figura 1, se presenta el diseño arquitectónico propuesto para la plataforma, que de acuerdo a la técnica de Ingeniería de Software 4 + 1 vistas (Jacobson et. at., 2000), en su vista de desarrollo, se contempla los siguientes componentes:

Capas de soporte:

- *DataBase MySQL*
- *Web Server*
 - *Model Layer*
 - *BusinessModelModel*
 - *ODBCConnection*
 - *RecommendationEngine*
 - *Controller Layer*
 - *JSONRequestController*
 - *XMLRequestController*
 - *WebServicesRepository*
 - *BusinessModelControllers*
- *Client*
 - *View Layer*
 - *WebMetropoliApp*
 - *MovilNativeApp*
 - *CrossPlatformApp*
- *ExternalServices*
 - *API Geolocation*
 - *API WeatherChannel*
 - *API jQuery*
 - *WSGovernment*

A continuación se describe cada uno de los componentes que integran la arquitectura de Metrópoli Digital.

Model Layer

Esta capa está encargada de la persistencia de la información, almacenamiento y suministro hacia la capa de control. Permite una comunicación directa con el SGBD, realizando operaciones de acuerdo a las decisiones de la capa de control. El *BusinessModel* es una representación abstracta de una organización o negocio en otras palabras, describe cómo funciona el negocio, o más específicamente cómo se realizan las actividades o tareas (Thomas, Martin, 2003).

BusinessModel. Representa el núcleo de la arquitectura, con funciones tales como operaciones, toma de decisiones y gestión de peticiones, cubriendo las características más representativas que conforman el objetivo de la plataforma. Este modelo busca representar la función de los procesos administrativos y operacionales que están sustentados en la sección 4 bajo el modelo CANVAS.

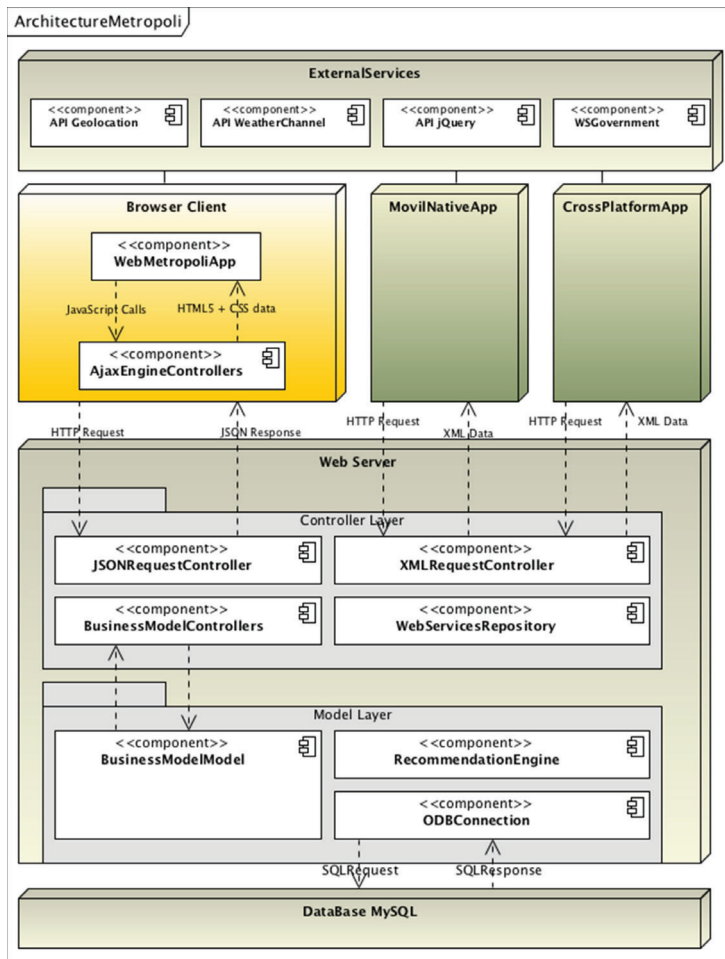


Figura 1 – Arquitectura de Metròpoli Digital

El *ODBCConnection*, es uno de los componentes modulares para la gestión de la persistencia de la información. Este componente permite la interacción del núcleo de la plataforma con el SGBD, es decir, contiene todas las funciones que permiten acceder a los datos, tales como la abstracción de la base de datos y el acceso a datos. En la Figura 1, se observa la comunicación del *ODBCConnection* con el *BusinessModelModel*, así como hacia el SGBD.

Controller Layer

Esta es la capa de control que está encargada de procesar las interacciones del usuario y realizar los cambios apropiados en el modelo y vista. Dentro de las tareas principales de esta capa, está la gestión de las peticiones del usuario y manipulación de modelo. El *Controller Layer* está dividido en 4 subcontroles: *JSONRequestController*, *XMLRequestController*, *WebServicesRepository*, *BusinessModelControllers*.

JSONRequestController. Se encarga de manipular las peticiones del usuario a través del uso de *HttpRequest*, dichas peticiones son enviadas por el cliente (HTML y Ajax), validadas y redirigidas hacia la capa de modelo, y una vez procesadas, crear la estructura JSON correspondiente para generar la respuesta a la petición de las vistas.

XMLRequestController. Tiene la responsabilidad de recibir las peticiones que serán generadas desde las app móviles. El componente recibe las peticiones basadas en XML, tales como SOAP (W3C, 200) que soporta WSDL y REST utilizando JSON ó XML (Fielding, 2000).

BusinessModelControllers. Este componente da soporte completo al *BusinessModelModel* en la capa de modelo, debido a que realiza las validaciones, toma de decisiones sobre que acciones deben ser llamadas desde el modelo. El componente contiene clases escrita en PHP del lado del servidor, las cuales trabajan en conjunto con el *JSONRequest*.

WebServicesRepository. Contendrá un compendio de Web Services basados en SOAP y REST, con el objetivo de proveer acceso a las App móviles que harán uso de los datos de Metrópoli Digital. En ese sentido, el componente tiene la labor de asegurar la interconectividad con el componente *XMLRequestController*, el cual se encargará de seleccionar el Web Services indicado de acuerdo con la petición.

View Layer

La capa *ViewLayer* es la parte del sistema de más alto nivel y la que se encarga de presentar la interfaz de usuario, dicha capa está implementada haciendo uso de Aplicaciones Enriquecidas de Internet RIA (por su siglas en inglés Rich Internet Applications) que le dan una experiencia mucho más intuitiva y accesible a los usuarios. Esta capa contempla 3 diferentes clientes, los cuales se mencionan a continuación.

WebMetropoliApp. Este componente está disponible vía Internet, para poder accederse a través de un navegador Web, dicho complemento es una vista que cuenta con la parte visible de la plataforma, está construida haciendo uso de *frameworks* RIA's tales como jQuery, HTML5, CSS 3, entre otros. En una primera implementación la plataforma se

desarrolló usando el lenguaje PHP. Sin embargo, se busca la mejora continua, por lo que se buscará migrar la plataforma a un lenguaje más robusto como Java.

MovilNativeApp. Este elemento, es un componente que representa a una aplicación móvil nativa, la cual estará hecha en Android, por lo que permitirá obtener información de los servicios que Metrópoli Digital ofrece, desde un dispositivo móvil. La aplicación acceder  a los datos a través del consumo de Web Services.

CrossPlatformApp. Este componente representa a un cliente basado en tecnologías multi-teléfono, con el objetivo de poder abarcar plataformas tales como IOS, Blackberry, Windows Phone, WebOS, entre muchos otros. Para ellos, se desarrollará una aplicación con el uso del framework PhoneGap que está basado en HTML5, CSS 3, jQuery, el cual cubre dicho requisito y hace un desarrollo fácil y rápido.

4. Modelo de negocios de Metrópoli Digital

El modelo de negocio que soporta la estructura empresarial de Metrópoli Digital, está basada en la propuesta formulada por Alexander Osterwalder en el año 2004, y la cual es una herramienta para colocar de manera estratégica la planeación de un modelo de negocios, ya que Metrópoli Digital busca la correcta gobernanza de los elementos, para desarrollar una sinergia y poder lograr así los objetivos deseados en el proyecto. En figura 2 nos muestra de manera gráfica la mitad del modelo.

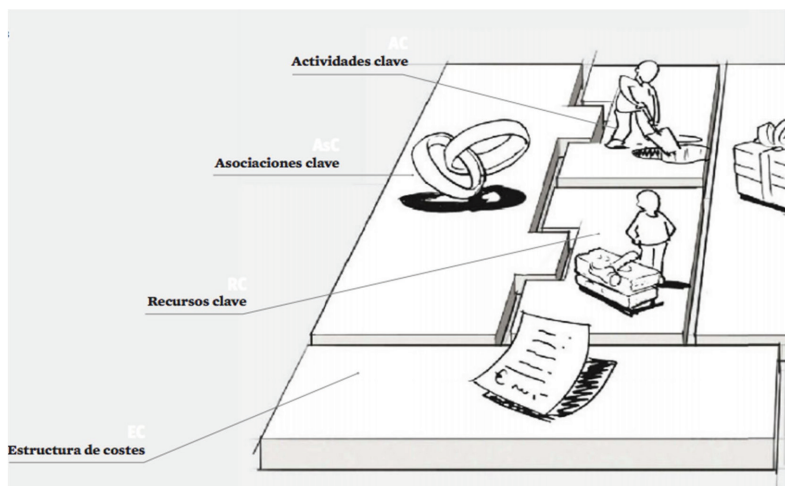


Figura 2 – Primera fase del modelo CANVAS

Segmentos de Mercado Según (Osterwalder, 2011) Los clientes son el centro de cualquier modelo de negocio, ya que ninguna empresa puede sobrevivir durante mucho tiempo si no tiene clientes (rentables), y es posible aumentar la satisfacción de los mismos agrupándolos en varios segmentos con necesidades, comportamientos y atributos comunes. Un modelo de negocio puede definir uno o varios segmentos de mercado,

ya sean grandes o pequeños. Las empresas deben seleccionar, con una decisión fundamentada, los segmentos a los que se van a dirigir y, al mismo tiempo, los que no tendrán en cuenta. Una vez que se ha tomado esta decisión, ya se puede diseñar un modelo de negocio basado en un conocimiento exhaustivo de las necesidades específicas del cliente objetivo. En la figura se muestra el complemento del modelo.

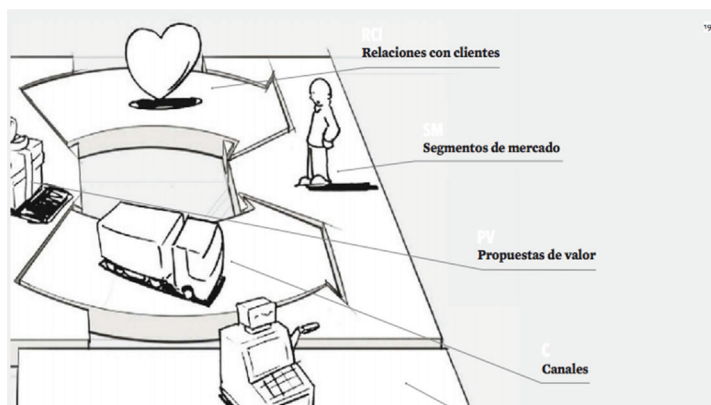


Figura 3 – Complementos del modelo de negocios

Propuesta de valor. Según (Osterwalder, 2011) En este módulo se describe el conjunto de productos y servicios que crean valor para un segmento de mercado específico. La propuesta de valor es el factor que hace que un cliente se decante por una u otra empresa; su finalidad es solucionar un problema o satisfacer una necesidad del cliente. Las propuestas de valor son un conjunto de productos o servicios que satisfacen los requisitos de un segmento de mercado determinado. En este sentido, la propuesta de valor constituye una serie de ventajas que una empresa ofrece a los clientes. Algunas propuestas de valor pueden ser innovadoras y presentar una oferta nueva o rompedora, mientras que otras pueden ser parecidas a ofertas ya existentes e incluir alguna característica o atributo adicional.

Canales según (Pigneur, 2011), Los canales de comunicación, distribución y venta establecen el contacto entre la empresa y los clientes. Son puntos de contacto con el cliente que desempeñan un papel primordial en su experiencia.

Los canales tienen, entre otras, las funciones siguientes:

- Dar a conocer a los clientes los productos y servicios de una empresa
- Ayudar a los clientes a evaluar la propuesta de valor de una empresa
- Permitir que los clientes comprendan productos y servicios específicos
- Proporcionar a los clientes una propuesta de valor
- Ofrecer a los clientes un servicio de atención posventa

Los canales de Distribución. De acuerdo a (Kotler, 2008) son los elementos del negocio por el cual pasan los productos y/servicios desde su fabricación, hasta su entrega

como un servicios o productos funcional. Los canales de distribución que se utilizan en Metrópoli Digital, se muestran en la figura 4, de esta manera se puede verificar cuales son los elementos que forma una cadena de distribución de los servicios y/o productos.

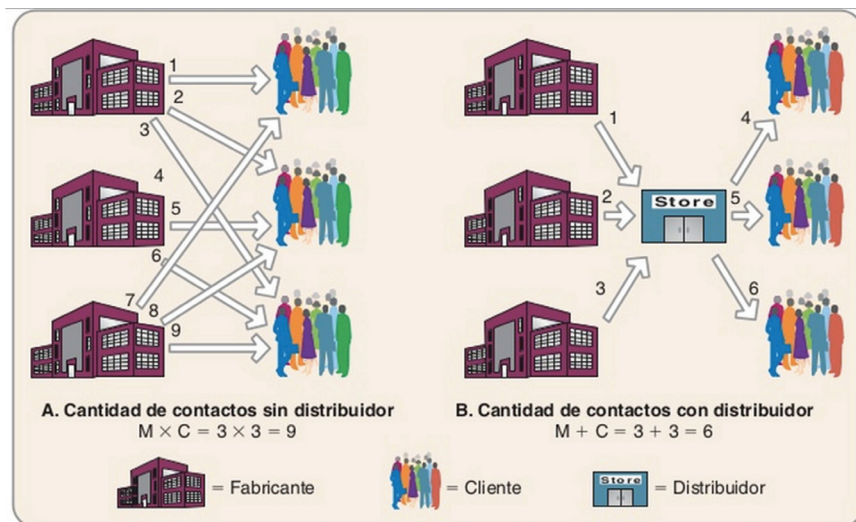


Figura 4 – Canales de distribución para Metrópoli Digital

Relaciones con los Clientes, según (*Pigneur, 2011*) En este módulo se describen los diferentes tipos de relaciones que establece una empresa con determinados segmentos de mercado. Las empresas deben definir el tipo de relación que desean establecer con cada segmento de mercado. La relación puede ser personal o automatizada. Las relaciones con los clientes pueden estar basadas en los fundamentos siguientes: • Captación de clientes. • Fidelización de clientes. • Estimulación de las ventas (venta sugestiva).

Fuentes de Ingresos, según (*Pigneur, 2011*) el presente módulo se refiere al flujo de caja que genera una empresa en los diferentes segmentos de mercado (para calcular los beneficios, es necesario restar los gastos a los ingresos).

Un modelo de negocio puede implicar dos tipos diferentes de fuentes de ingresos: 1. Ingresos por transacciones derivados de pagos puntuales de clientes. 2. Ingresos recurrentes derivados de pagos periódicos realizados a

Si los clientes constituyen el centro de un modelo de negocio, las fuentes de ingresos son sus arterias. Las empresas deben preguntarse lo siguiente:  por qué valor está dispuesto a pagar cada segmento de mercado? Si responde correctamente a esta pregunta, la empresa podrá crear una o varias fuentes de ingresos en cada segmento de mercado. Cada fuente de ingresos puede tener un mecanismo de fijación de precios diferente: lista de precios fijos, negociaciones, subastas, según mercado, según volumen o gestión de la rentabilidad. Cambio del suministro de una propuesta de valor o del servicio postventa de atención al cliente.

Recursos Clave. En este módulo se describen los activos más importantes para que un modelo de negocio funcione. Todos los modelos de negocio requieren recursos clave que permiten a las empresas crear y ofrecer una propuesta de valor, llegar a los mercados, establecer relaciones con segmentos de mercado y percibir ingresos. Cada modelo de negocio requiere recursos clave diferentes. Un fabricante de microchips necesita instalaciones de producción con un capital elevado, mientras que un diseñador de microchips depende más de los recursos humanos.

Los recursos clave pueden ser físicos, económicos, intelectuales o humanos. Además, la empresa puede tenerlos en propiedad, alquilarlos u obtenerlos de sus socios clave.

Actividades Clave, según (Pigneur, 2011) En el presente módulo se describen las acciones más importantes que debe emprender una empresa para que su modelo de negocio funcione. Todos los modelos de negocio requieren una serie de actividades clave. Estas actividades son las acciones más importantes que debe emprender una empresa para tener éxito, y al igual que los recursos clave, son necesarias para crear y ofrecer una propuesta de valor, llegar a los mercados, establecer relaciones con clientes y percibir ingresos. Además, las actividades también varían en función del modelo de negocio.

Asociaciones Clave, según (Pigneur, 2011) En este módulo se describe la red de proveedores y socios que contribuyen al funcionamiento de un modelo de negocio. Las empresas se asocian por múltiples motivos y estas asociaciones son cada vez más importantes para muchos modelos de negocio. Las empresas crean alianzas para optimizar sus modelos de negocio, reducir riesgos o adquirir recursos. Podemos hablar de cuatro tipos de asociaciones:

1. Alianzas estratégicas entre empresas no competidoras.
2. Coopetición: asociaciones estratégicas entre empresas competidoras.
3. Joint ventures: (empresas conjuntas) para crear nuevos negocios.
4. Relaciones cliente-proveedor para garantizar la fiabilidad de los suministros.

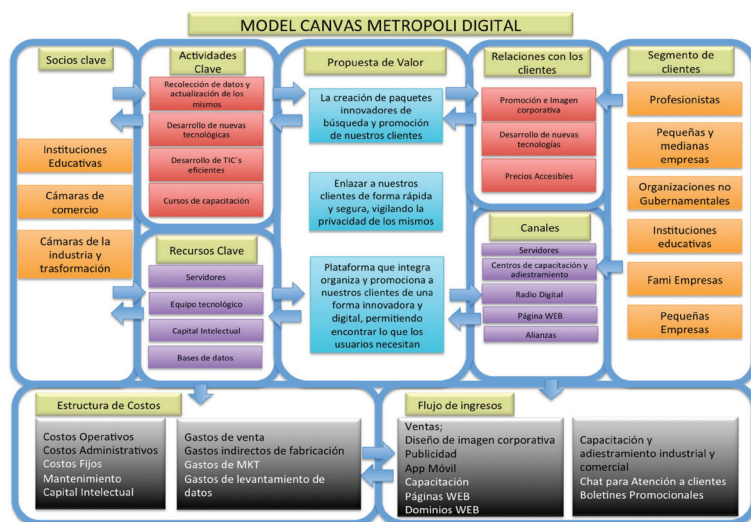


Figura 5 – Modelo CANVAS Metrópoli Digital

Según (Porter, 2006) dice que el punto inicial para el análisis de costos consiste en definir una cadena de valor y en asignarles a las actividades los costos operativos y los activos. Las actividades de la cadena contiene ambas cosas en forma de capital fijo y de trabajo. Los insumos comprados forman parte del costo de cada actividad, pudiendo afectar a los costos operativos (insumos operativos comprados) y a los activos (activos adquiridos). La necesidad de asignar activos a las actividades de valor se debe a que el total de activos en una actividad y la eficiencia de su utilización a menudo son importantes para el costo de ellas.

Nuestro modelo CANVAS se ve reflejado las actividades de valor como las claves identificando los recursos clave en la figura 5.

5. Trabajo Actual

Metrópolis Digital, al ser un proyecto integrador desarrollado por un instituto educativo y trabajado por estudiantes y docentes de manera colaborativa, esta dividido en tres etapas.

En la Tabla 1, se aprecia cada una de las fases planificadas a desarrollar, cada una de ellas contempla aproximadamente un 33% del total del proyecto. En ese sentido, Metrópoli Digital está comenzando con la segunda etapa, puesto que se han terminado cada una de las actividades de la primera fase, las cuales eran vitales para la segunda etapa.

Tabla 1 – Fases de implementación de Metrópoli Digital

Logística y estratificación	Optimización de servicios	Expansión
Análisis, diseño y desarrollo de la plataforma Web de Metrópoli Digital.	Implementación de un sistema de recomendación de negocios	Implementación de Metrópoli Digital en la Zona Metropolitana Poza Rica.
Logística y estratificación de los municipios de la región de las Altas Montañas.	Desarrollo de una app móvil multiplataforma como medio de expansión	Implementación de Metrópoli Digital en la zona Metropolitana Veracruz.
Captura de datos georeferenciados de los negocios.	Desarrollo de un repositorio de Web Services para ofrecer interconectividad a otras plataformas de comunicación	Implementación de Metrópoli Digital en la zona Metropolitana Cordoba.
Publicación de los contenidos en la plataforma	Digitalización de los trámites y servicios de los municipios del la región de las Altas Montañas del estado de Veracruz	
Revisión e integración de los servicios digitales en externos.		

En esta segunda fase se pretende desarrollar e implementar un sistema de recomendación de negocios basados en las visitas y comportamiento de los usuarios y ranquin de negocios, así como el desarrollo de una App móvil que permita a los tener un medio de localización de servicios accesibles desde cualquier dispositivo móvil. Se pretende la implementación de un repositorio de Web Services para proveer de servicios a terceros (clima, transito y vialidad, salud y emergencias, turismo, cultura).

En la tercera y última fase, se buscarán integrar a otras zonas metropolitanas del estado de Veracruz, tales como la zona Metropolitana Xalapa, Córdoba y Poza Rica.

Por tanto, Metrópoli Digital busca ser una plataforma a nivel estatal, que acerque a las PyMES al uso de las TI con el objetivo de posicionar los negocios a través de Internet.

Referencias

- Jacobson, I., Booch, G., Rumbaugh, J. (2000). El proceso unificado de desarrollo de software. Rational Software Corporation. Pearson Addison Wesley. Madrid.
- Osterwalder, A. (2011). Business Model Generation. (S. L. Centro Libros PAPF, Ed.) Barcelona, España: Grupo Planeta.
- Porter, Michael E. 1991. La ventaja competitiva de las naciones. Buenos Aires, Argentina: Vergara. — (2006). Ventaja competitiva. Quinta reimpresión. México: CECSA. — (2009). Ser competitivo. Barcelona, España: Ediciones DEUSTO.
- Tahuítón Mora, J. (2011). Arquitectura de software para aplicaciones Web. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. México, D.F.
- Fielding, R. T. (2000). Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures. Cap. 5. Universidad de California, Irvine, USA.
- W3C Working Group. (2000). Simple Object Access Protocol. 2014/07/25, de World Wide Web Consortium Sitio web: <http://www.w3.org/TR/2000/NOTE-SOAP-20000508/>
- Philippe le Hegaret. (2011). “100 Specifications for the Open Web Platform and Counting”. 01-29-2015, W3C. http://www.w3.org/QA/2011/01/100_specifications_for_the_ope.html
- Javier Eguiluz. (2008). Introducción a AJAX. España: LibrosWeb.es <http://librosweb.es/libro/ajax/>.
- Douglas K Barry. (2015). Web Services Explained. 16-03-2015, de Barry & Associates, Inc. Sitio web: http://www.service-architecture.com/articles/web-services/web_services_explained.html.
- SEGOB. (2015). “SEP y Coparmex firman convenio de colaboración para impulsar el Modelo Mexicano de Educación Dual en bachillerato”. 24/03/2015. Secretaría de Gobernación. Sitio Web: <http://www.conaliteg.gob.mx/index.php?view=article&id=255>.
- Thomas, D. Martin, J. (2003). Process Modeling for E-Business. 20/03/2015, de George Mason University.

Marco de Trabajo para la Integración de Recursos Digitales Basado en un Enfoque de Web Semántica

Nelson Piedra ¹, Janneth Chicaiza ¹, Pricila Quichimbo ¹, Víctor Saquicela ², Elizabeth Cadme ¹, Jorge López ¹, Mauricio Espinoza ² y Edmundo Tovar ³

nopiedra@utpl.edu.ec, jachicaiza@utpl.edu.ec, pvquichimbo@utpl.edu.ec, victor.saquicela@ucuenca.edu.ec, iecadme@utpl.edu.ec, jalopez2@utpl.edu.ec, mauricio.espinoza@ucuenca.edu.ec, edmundo.tovar@upm.es

¹ Universidad Técnica Particular de Loja, San Cayetano Alto S/N, 1101608, Loja, Ecuador.

² Universidad de Cuenca, Av. 12 de Abril, 010150, Cuenca, Ecuador.

³ Universidad Politécnica de Madrid, Avda. Montepíncipe S/N, 28660, Madrid, España.

DOI: 10.17013/risti.e3.55-70

Resumen: En un entorno abierto como la Web, no es posible estandarizar los procesos de descripción y publicación de metadatos, cada institución puede manejar diferentes formatos o modelos de datos. Para mejorar la interoperabilidad semántica entre repositorios heterogéneos, se están adoptando enfoques basados en tecnologías de la Web Semántica; de esta manera, cada Librería Digital puede conservar sus cualidades locales específicas y no requerirá resignarlas para poder normalizar el intercambio, reuso o la cosecha de recursos digitales. En este trabajo, se presenta un ciclo que cubre los procesos de: extracción de metadatos desde repositorios OAI-PMH, y la generación y publicación de datos enlazados, con el propósito de mejorar la integración e interoperabilidad de recursos almacenados en Librerías Digitales. La propuesta descrita facilita la existencia de diversidad de métodos y estándares en los procesos de cada proveedor de recursos digitales.

Palabras-clave: Repositorios Digitales, Datos Enlazados, Web Semántica, RDF, OAI-MPH, Ontología.

Framework for the integration of digital resources based-on a Semantic Web approach

Abstract: From the point of view of access to metadata from distributed repositories, the Open Archives Initiative (OAI) proposed a protocol for the interchange and harvesting of metadata called OAI-PMH. This protocol provide a low degree of interoperability, however, with an approach based on semantic technologies, the interoperability of data can reach a higher level; thus, each digital library can retain their specific local qualities and will not require reassign them in order to standardize the exchange, re-use or harvesting of digital resources. In this paper, the process for the extraction of metadata, generation and publishing linked data in order to improve integration and interoperability between resources stored

on Digital Libraries is presented. The proposal facilitates the existence of diversity of methods and standards in the processes of each supplier of digital resources.

Keywords: Digital Library, Linked Data, Semantic Web, RDF, OAI-PMH, Ontology.

1. Introducción

Internet genera un escenario global en el que las condiciones de interoperabilidad (IEEE, 1990) son las que garantizan el descubrimiento, la distribución y re-uso de recursos digitales, más allá de condiciones de gestión local, de modelos tecnológicos y de herramientas de cualquier tipo. Para lograr la interoperabilidad entre repositorios de librerías digitales la Iniciativa de Archivos Abiertos (OAI) propone el protocolo para la recolección de metadatos denominado OAI-PMH (OAI, 2015). OAI-PMH se basa en estándares abiertos, por tanto, garantiza la interoperabilidad automática entre emisores y receptores de recursos digitales, con independencia del software utilizado e incentivando la neutralidad tecnológica y la innovación. Aunque OAI-PMH facilita el intercambio de metadatos en la Web, aún pueden persistir problemas para integrar los datos extraídos desde diversos repositorios. En un entorno abierto como la Web, no es posible estandarizar los procesos de descripción y publicación de metadatos, por tanto, cada institución puede manejar diferentes formatos de datos o esquemas de metadatos o vocabularios.

Con el objetivo de reducir las barreras para integrar la información de las librerías digitales, en un entorno heterogéneo, se está apostando por enfoques basados en tecnologías de la Web Semántica, específicamente Datos Enlazados (*Linked Data*). Con el concepto de la Web como repositorio global de datos enlazados se han conseguido significativos avances al momento de extraer y recuperar información útil para los usuarios, procesar el significado o semántica de la información, recuperar el conocimiento que forma parte de las páginas web, o incluso cuando se trata de interpretar sentencias de búsqueda en el contexto de la necesidad del usuario.

En este trabajo, se presenta un marco de trabajo para la publicación de los datos bibliográficos extraídos de repositorios digitales que usan OAI-PMH, siguiendo los principios de Linked Data y el ciclo de vida para la publicación de datos enlazados. En el siguiente apartado, se describen las tecnologías y las propuestas actuales para mejorar la interoperabilidad de metadatos. En la Sección 3, se describe el marco de trabajo propuesto para la cosecha de metadatos y posterior publicación de datos enlazados; un piloto aplicado a repositorios de universidades ecuatorianas es detallado en la sección 4. A continuación, en la Sección 5, se describen ciertos escenarios de uso de los datos generados. Finalmente, en la sección 6 se presentan las respectivas conclusiones y líneas de trabajo futuro.

2. Antecedentes y Trabajos Relacionados

En esta sección se presenta una breve introducción al protocolo OAI-PMH, Dublin Core y Datos Enlazados. Además se describen los enfoques existentes relacionados con este trabajo.

2.1. Protocolo OAI-PMH.

Desde el punto de vista tecnológico, las librerías digitales son repositorios que almacenan objetos digitales y utilizan OAI-PMH para exponer sus metadatos. OAI-PMH es un protocolo propuesto por la *Open Archives Initiative* que facilita la extracción de metadatos (descritos según un formato y esquema de metadatos) desde repositorios digitales. Para obtener los metadatos se utilizan los servidores de datos, que realizan solicitudes conocidas como verbos. OAI-PMH soporta 6 verbos que permiten obtener información relacionada a: el repositorio digital, el formato de metadatos, las colecciones de recursos y la descripción detallada de cada recurso.

OAI-PMH es compatible con muchas herramientas que permiten la creación de repositorios institucionales como Eprints¹, Dspace², Fedora³, entre otros. OAI-PMH divide este fenómeno en proveedores de datos y proveedores de servicios; los primeros son repositorios que exponen sus metadatos a través de OAI-PMH; los segundos, también llamados “harvesters o recolectores”, desarrollan servicios de valor agregado basados en los metadatos obtenidos de los proveedores. En OAI-MPH cada repositorio almacena sus objetos digitales de manera independiente.

2.2. Esquema de Metadatos Dublin Core (DC).

Dublin Core o la Iniciativa de Metadatos Dublin Core (DCMI⁴) es el esquema de meta-información más utilizado a nivel mundial⁵, para describir los metadatos de los recursos digitales. Para maximizar las posibilidades de interoperar con otras colecciones de datos, se ha utilizado a DC como base este esquema de metadatos. En los últimos años, el conjunto de elementos DC se ha convertido en una infraestructura operacional del desarrollo de la Web Semántica. Entre los metadatos DC para describir contenido web, están: *Title, Subject, Description, Source, Language, Creator, Publisher y Rights*. Además de los elementos básicos (ninguno obligatorio y todos repetibles) existen otros mecanismos que sirven para adaptar DC a las necesidades concretas de información y que hacen que este modelo de metadatos sea aplicable a cualquier proyecto de sistema o servicio de información digital.

2.3. Hacia la integración de repositorios a través de Datos Enlazados.

La Web Semántica visionada por Berners-Lee (2001) añade a la Web de Documentos del significado que le hace falta para disponer de un entorno en el que sea posible acceder a los datos contenidos en sitios Web y procesar automáticamente la información de un modo más exacto y completo. En este trabajo, los autores se centran en el concepto de Web Semántica, desde una perspectiva del procesamiento de grandes volúmenes de datos enlazados (*Linked Data*). Esta visión implica que los datos están almacenados en una base de datos global distribuida (Heath & Bizer, 2011).

¹ <http://www.eprints.org/>

² <http://www.dspace.org/>

³ <http://fedorarepository.org/>

⁴ <http://www.dublincore.org>

⁵ <http://www.sedic.es/autoformacion/metadatos/tema7.htm>

La publicación de Datos Enlazados se fundamenta en cuatro principios básicos de diseño propuestos por Tim Berners-Lee (2006):

1. Usar URIs para identificar los recursos de la Web.
2. Usar URIs-HTTP para que los usuarios puedan localizar y consultar estos recursos.
3. Proporcionar información útil acerca del recurso cuando la URI haya sido consultada, utilizando RDF⁶ para describir recursos y SPARQL⁷ para consultarlos.
4. Incluir enlaces a otras URIs relacionadas con los datos contenidos en el recurso, de forma que se potencie el descubrimiento de información en la Web.

El enfoque de Linked Data ofrece ventajas significativas sobre las prácticas actuales de publicación de datos, pues mediante el uso de identificadores únicos (URIs) las bibliotecas permitirán que los recursos sean más fácilmente accesibles. Este enfoque tiene ventajas sobre un contexto basado solamente en OAI-PMH, en el que la Web es la infraestructura de transporte de datos y metadatos, mientras que desde Linked Data, los datos y su semántica son parte de la misma Web, están identificados a través de URIs y descritos en un lenguaje que permite la lectura y procesamiento automático por parte de agentes máquina (Ver Figura 1).

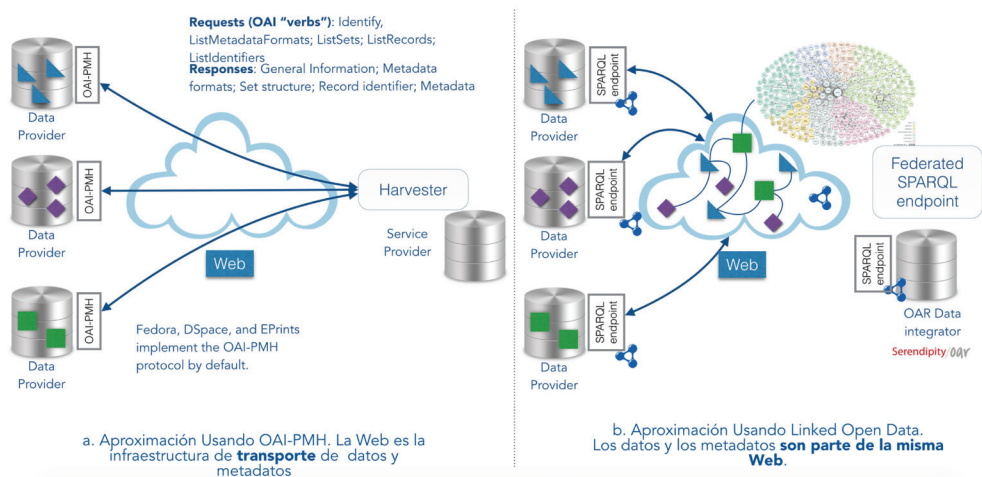


Figura 1 – Integración e interoperabilidad de metadatos bibliográficos de recursos digitales a través de Linked Data. Este enfoque tiene ventajas sobre un contexto basado solamente en OAI-PMH, en el que la Web es la infraestructura de transporte de datos y metadatos, mientras que desde Linked Data, los datos y su semántica son parte de la misma Web. Los recursos digitales pueden reusarse y adaptarse a nuevas necesidades educativas.

⁶ Resource Framework Description, es un lenguaje para representar y publicar datos estructurados en la Web.

⁷ SPARQL es el lenguaje para consultar grafos modelados con RDF.

Diferentes comunidades pueden beneficiarse de la adopción de un enfoque de integración e interoperabilidad semántica, así: (a) el movimiento de recursos educativos abiertos (Tovar, E. & Piedra, N. 2014); (b) usuarios en general que dispondrán de acceso a un conjunto más rico de información proveniente desde diferentes repositorios (búsquedas federadas); (c) los bibliotecarios y archivistas que pueden tener acceso a datos compartidos para describir sus recursos y reducir la redundancia; (e) Desarrolladores Web que enfrentan menores problemas de heterogeneidad en formatos y semántica de datos (Baker y otros, 2011); (f) investigadores que realizan extracción del conocimiento desde repositorios abiertos, por ejemplo para la búsqueda de expertos en un dominio determinado, detección de nuevos temas de investigación, análisis de redes científicas, (Rowlands & Bawden, 1999); entre otros.

2.4. Trabajos Relacionados.

Un escenario de integración hace posible la combinación de recursos de información existentes en diversas fuentes, esto proporciona al usuario una vista unificada de dichos recursos y también puede actuar como una fuente de datos para diversas aplicaciones (Lenzerini, 2002). Para conseguir este propósito, primero se deben resolver problemas de heterogeneidad a nivel de: (a) repositorios, (b) formatos de datos, (c) esquemas de metadatos, y (d) vocabularios o diccionarios de datos. Para abordar cada una de estas dimensiones, existen diferentes propuestas. El grado más bajo de interoperabilidad (a nivel de repositorios) se consigue con protocolos como OAI-PMH, el cual facilita la extracción e intercambio de metadatos, aunque su uso no asegura el reuso e integración de la información. Para asegurar la interoperabilidad semántica entre diferentes colecciones o esquemas (Gendt et al. 2006 y Francesconi et al. 2008) proponen crear links entre objetos equivalentes. En este sentido, el uso de vocabularios abiertos y la generación de datos abiertos en formatos legibles para máquinas, pueden ser claves para integrar elementos de diferentes repositorios, más allá de estándares y acuerdos previos entre los proveedores. En (Zengenene et al. 2014) se propone un marco teórico enfocado a proyectos de librerías digitales que intentan publicar sus metadatos mediante un enfoque de datos enlazados. Casos recientes de generación de datos enlazados son presentados en trabajos como (Malakhov et al., 2014, Anibaldi et al. 2015 y Szt Tyler et al., 2014). En esta misma línea, mediante el presente trabajo, los autores intentan contribuir a mejorar el intercambio, el reuso, la compartición, el enriquecimiento de datos y la colaboración institucional y académica a nivel de librerías digitales.

3. Marco de Trabajo para la Publicación de Datos Enlazados.

El ciclo de publicación de datos enlazados comprende una serie de componentes y actividades interrelacionadas. En la Figura 2, se presenta el marco de trabajo propuesto para de extracción de metadatos usando OAI-PMH y su publicación como datos enlazados (Piedra y otros, 2014).

- 1. Selección de fuentes de datos**, se refiere a las librerías digitales que son de interés para un determinado proyecto. La Federación de Librerías Digitales define a las bibliotecas como organizaciones que proporcionan los recursos y el personal especializado para seleccionar, estructurar, ofrecer acceso intelectual, interpretar, distribuir, preservar la integridad y asegurar la persistencia en el

tiempo de las colecciones de obras digitales, de tal manera que sean de fácil acceso y económicamente disponibles para su uso por una comunidad o por un conjunto de comunidades (Chinwe & Majesty, 2011).

2. Cosecha de metadatos desde repositorios:

2.1 Uso de librería Harvester 2.0 para extraer los metadatos de los repositorios, a través del protocolo OAI-PMH.

2.2 Almacenamiento de datos cosechados en un repositorio relacional y en formato de tripletas OAI.

3. Modelamiento del vocabulario u ontología. En esta fase se establecen relaciones de mapeado con otros vocabularios. El re-uso de recursos ontológicos y no-ontológicos es clave para incrementar el grado de interoperabilidad en el escenario de Linked Open Data.

4. Conversión de datos a formato RDF:

4.1 Conversión de datos extraídos a formatos estándar, abiertos e interoperables, de manera que se contribuya a facilitar su acceso y reutilización, y se resuelva el problema de disponer de recursos digitales aislados en silos.

4.2 Limpieza de datos generados: actividades que buscan reducir la ambigüedad y purgar la información extraída y generada durante el proceso de conversión.

5. Enlazado de datos a través de sus relaciones semánticas (idiomas, organismos, conceptos) con fuentes existentes, de este modo se podrá establecer vínculos entre conjuntos de datos abiertos, y contribuir a una **integración a escala global y generar el efecto de red.**

6. Publicación y Explotación de datos. La publicación de datos en la Web mediante tecnologías estándar propuestas por la W3C mejora la accesibilidad, disponibilidad e integración de estos recursos a otros.

4. Publicación de Datos Enlazados de repositorios institucionales

En base al marco de trabajo definido en el apartado anterior, en este punto, se describe el proceso de publicación de datos enlazados de un conjunto de repositorios seleccionados.

4.1. Selección de fuentes de datos

La colección de librerías digitales corresponde a las universidades miembro de la Red de Repositorios del Consorcio Ecuatoriano para el Desarrollo de Internet Avanzado (CEDIA⁸). CEDIA está integrado por más de 30 instituciones de educación superior del Ecuador y tiene múltiples alianzas internacionales con otras redes. El material incluido en los repositorios seleccionados comprende: atlas, CDs, DVDs, ebooks, enciclopedias, folletos, juegos, libros, memorias, revistas, tesis; esto representa una oportunidad inmejorable para analizar los datos contenidos.

⁸ <https://www.cedia.org.ec/>

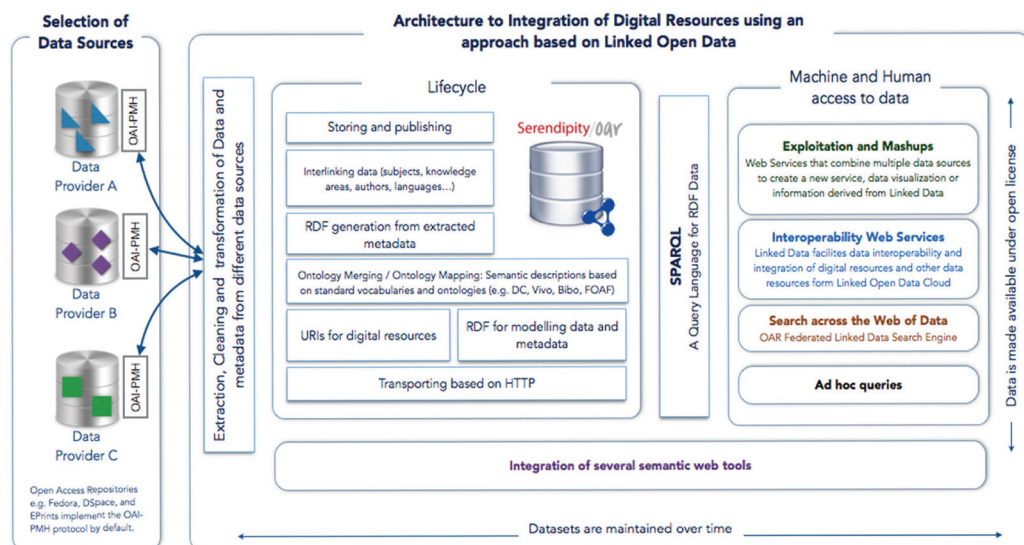


Figura 2 – Visión General del Marco de Trabajo

4.2.Cosecha de metadatos desde repositorios OAI

El protocolo OAI-PMH es la base del modelo de cosecha de metadatos de recursos académicos, definidos según el esquema Dublin Core. La aplicación *Harvester2* fue utilizada para cosechar metadatos a través de OAI-PMH a través del verbo “listRecords”. Los metadatos extraídos se almacenan en una base de datos relacional en forma de tripletas.

4.3.Limpieza de datos

La limpieza de los datos extraídos se realiza con el objetivo de detectar y corregir datos corruptos o erróneos. El proceso consiste en analizar patrones inconsistentes en los datos y ejecutar un esquema de limpieza. Entre los casos detectados está la variación en el formato de ciertos metadatos. Un caso concreto se detectó en el lenguaje de los recursos; se encontraron términos como: “en”, “en_US”, “eng” e “English” para referirse al lenguaje inglés. También se detectaron variaciones en la descripción de autores. Se consideró como patrón válido a los nombres con la secuencia: <Apellidos, Nombres>. En la Figura 3, se describen ejemplos de patrones inconsistentes y la respectiva corrección.

o	o_syn
Velasco Vaca.Grijalva Rodas, Angelica Marisol.Ruth Cecilia	Velasco Vaca, Angelica Marisol
Velasco Vaca.Grijalva Rodas, Angelica Marisol.Ruth Cecilia	Grijalva Rodas, Ruth Cecilia
Aguilar Salazar, Byron Gloria Ximena Bustamante	Aguilar Salazar, Gloria Ximena
Aguilar Salazar, Byron Gloria Ximena Bustamante	Bustamante, Byron
Cueva Rivera Ximena Edditta	Cueva Rivera, Ximena Edditta
Alvarez V. Achig A., Jacqueline A. Vickys.S	Alvarez V., Jacqueline A.
Alvarez V. Achig A., Jacqueline A. Vickys.S	Achig A., Vickys.S

Figura 3 – Limpieza de Autores

Finalmente, se eliminaron problemas de ambigüedad en los tópicos (dc:subject) añadidos a cada recurso digital. Un esquema de corrección semi-automática pudo ser implementado en base a limpieza de patrones detectados.

4.4.Modelamiento del Vocabulario

Las ontologías y los vocabularios abiertos constituyen el esquema base a partir del cual se describen los recursos y entidades de la Web. Por tanto, se han examinado vocabularios para representar recursos digitales, clasificación de tópicos, descripción de organizaciones, autores, catálogos de datos y repositorios. Las actividades que comprende el modelamiento de una ontología son: (a) mapeo de conceptos, (b) búsqueda de recursos ontológicos y no ontológicos a reusar y (c) Diseño de URIs persistentes.

4.4.1. Mapeo de conceptos.

Esta actividad trata de mapear los principales términos relacionados al dominio de los repositorios digitales institucionales. Entre los conceptos identificados están: (a) Recurso bibliográfico: entidad bibliográfica; (b) Persona: creador o contribuyente de la entidad bibliográfica; (c) Corporación: organización que realizó la publicación de la entidad bibliográfica; (d) Tópicos o temas: tópicos relacionados a la entidad bibliográfica. En el contexto de este trabajo, los metadatos de una obra digital se clasificaron en tres grupos. Cada grupo indica la clase o el ámbito de la información que se guarda en ellos: elementos relacionados al contenido del recurso, elementos relacionados al recurso cuando es visto como propiedad intelectual y elementos relacionados con la instanciación del recurso (ver Tabla 1).

Tabla 1 – Mapeo de metadatos Dublin Core

Contenido		
Título	dc:title	Título del recurso
Tópico	dc:subject	Frases que describen el título o contenido del recurso
Descripción	dc:description	Resumen o descripción del contenido
Fuente	dc:source	Secuencia de caracteres usados para identificar unívocamente un trabajo a partir del cual proviene el recurso actual
Tipo	dc:type	Categoría del recurso
Relación	dc:relation	Es un identificador de un segundo recurso y su relación con el recurso actual
Cobertura	dc:coverage	Característica de cobertura espacial o temporal del contenido intelectual del recurso
Propiedad intelectual		
Autor o creador	dc:creator	Persona responsable de la creación del contenido intelectual del recurso
Editor	dc:publisher	Entidad responsable de hacer que el recurso se encuentre disponible en la red en su formato actual
Otros colaboradores	dc:contributor	Persona u organización que haya tenido una contribución intelectual significativa, pero que esta sea secundaria
Derechos	dc:rights	Nota sobre los derechos de autor

Instanciación		
<i>Fecha</i>	dc:date	Fecha en la cual el recurso se puso a disposición del usuario
<i>Formato</i>	dc:format	Es el formato de datos de un recurso
<i>Identificador</i>	dc:identifier	Secuencia de caracteres para identificar unívocamente al recurso, por ejemplo: URN, URL, ISBN, etc.
<i>Lenguaje</i>	dc:language	Lenguaje del contenido intelectual del recurso

En cuanto a la clasificación temática de los materiales bibliográficos, se mapearon estos conceptos mediante el vocabulario recomendado por la W3C para organizar conocimiento, SKOS. SKOS modela conceptos y esquemas de conceptos, etiquetas léxicas, relaciones semánticas, documentación, colecciones de conceptos, propiedades de mapeado y anotaciones.

4.4.2. *Búsqueda de recursos ontológicos y no ontológicos a reusar*

El reuso de recursos ontológicos y no-ontológicos reduce el tiempo de desarrollo y los costes asociados en esta fase, también contribuye a la calidad de la ontología (Villazón-Terrazas, 2011). Debido a que existen varios vocabularios para modelar recursos bibliográficos, se han seleccionado a aquellos que favorecen la integración e interoperabilidad de datos en la Web:

- RDF Schema⁹, y OWL¹⁰ para describir conceptos del vocabulario.
- Simple Knowledge Organization System (SKOS) para establecer un modelo de organización del conocimiento, taxonomías, y otras jerarquías temáticas. El vocabulario SKOS permite representar conceptos o temas tratados por el recurso.
- DCAT¹¹ diseñado para facilitar la interoperabilidad entre catálogos de datos publicados en la Web.
- FOAF¹², desarrollado para representar a personas y organizaciones con sus atributos y relaciones hacia otros conceptos.
- Dublin Core (DC) proporciona un vocabulario de características “base”, capaces de proporcionar información descriptiva básica sobre cualquier recurso.
- Dublin Core Metadata Initiative (DCMI) Metadata Terms¹³ usado para representar documentos, así como sus atributos como título, creador, y relaciones con otras entidades.
- Bibliographic Ontology Specification¹⁴ (BIBO) provee los principales conceptos y propiedades para describir citas y referencias bibliográficas.
- VIVO¹⁵ que permite describir diferentes conceptos en el dominio académico y científico.

⁹ W3C Recommendation: <http://www.w3.org/TR/rdf-schema/>

¹⁰ W3C Recommendation: <http://www.w3.org/TR/owl2-overview/>

¹¹ <http://www.w3.org/TR/vocab-dcat>

¹² <http://xmlns.com/foaf/spec/>

¹³ <http://dublincore.org/documents/2012/06/14/dcmi-terms/>

¹⁴ <http://purl.org/ontology/bibo/>

¹⁵ <http://vivoweb.org/ontology/core>

Open Provenance Model Vocabulary¹⁶ para describir la procedencia de datos en la Web. Schema¹⁷ permite describir conceptos como materiales y sus propiedades de datos y relaciones entre clases.

Los vocabularios mencionados describen semánticamente conceptos relacionados en el dominio de trabajo. Los atributos, propiedades y entidades que no son considerados en estos vocabularios, han sido diseñados como parte de un vocabulario abierto (ver Figura 4).

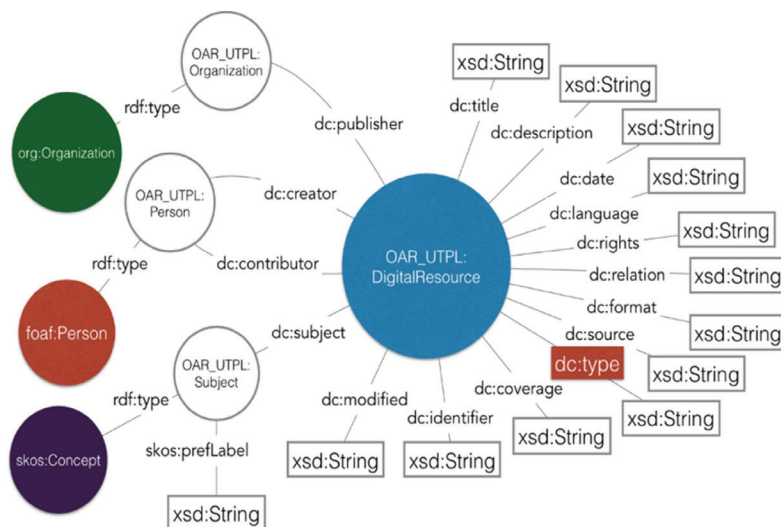


Figura 4 – Extracto del Vocabulario para la descripción de recursos digitales

4.4.3. Estrategia para identificar a los recursos a través de URIs persistentes

Se han diseñado dos tipos de URIs: 1) para identificar los componentes del vocabulario (clases, propiedades y relaciones); y, 2) para describir el material bibliográfico. Para describir los materiales se han utilizado URIs HTTP tomando en cuenta los principios para la publicación de datos propuestos por Tim Berners-Lee, según los siguientes patrones:

- Prefix: oar-utpl
- URI base: <http://data.utpl.edu.ec/serendipity/oar/>
- Schema: <http://data.utpl.edu.ec/serendipity/oar/schema#>
- Resources: <http://data.utpl.edu.ec/serendipity/oar/resource/>
- Properties: <http://data.utpl.edu.ec/serendipity/oar/property/>

¹⁶ <http://open-biomed.sourceforge.net/opmv/ns.html#Process>

¹⁷ <http://schema.org>

- Categories: <http://data.utpl.edu.ec/serendipity/oar/category/>
- Graph: <http://data.utpl.edu.ec/serendipity/oar>
- SPARQL endpoint: <http://data.utpl.edu.ec/serendipity/oar/sparql>

4.5. Generación y Publicación de Datos Enlazados

Para la generación en RDF de los datos cosechados, se desarrolló un generador propio basado en Jena. Un paso importante en el proceso de generación de datos RDF es asignar URIs a los textos extraídos; en este sentido, los metadatos de los recursos bibliográficos se mapearon con los URIs de los términos más apropiados, esto permite que los recursos puedan interoperarse e integrarse con otros conjuntos de datos. En la Tabla 2, se muestra un ejemplo del mapeo de texto correspondiente a tipo de material bibliográfico con su correspondiente URI.

Tabla 2 –Mapping entre términos del dominio y conceptos relacionados

Tipo de recurso	URI del concepto equivalente
Article	http://purl.org/ontology/bibo/AcademicArticle
Article	http://schema.org/Article
Book	http://purl.org/ontology/bibo/Book
Book	http://schema.org/Book
Other	http://purl.org/ontology/bibo/Document
Presentation	http://purl.org/ontology/bibo/Slideshow
Presentation	http://vivoweb.org/ontology/core#Presentation
Technical Report	http://purl.org/net/nknouf/ns/bibtex#Techreport
Technical Report	http://purl.org/ontology/bibo/Report
Thesis	http://purl.org/ontology/bibo/Thesis
Thesis	http://purl.org/ontology/bibo/ThesisDegree

Una vez que se han generado y almacenado los datos RDF, se pueden elegir algunas interfaces o aplicaciones web para mostrar estos datos en formato legible para las personas. Existen algunas herramientas que se conectan al repositorio RDF y presentan los datos recuperados como páginas Web o como esquemas gráficos. Una de las herramientas más populares para mostrar datos RDF en formato tabular es Pubby¹⁸, aplicación java que es utilizada por reconocidos repositorios de tripletas. Como parte de la validación del proceso realizado, se implementaron algunas consultas SPARQL.

Consulta 01: Material bibliográfico relacionado a temáticas de software

Para obtener los recursos académicos relacionados a temáticas de software, se utilizan

¹⁸Pubby está disponible en: <http://wifo5-03.informatik.uni-mannheim.de/pubby/>

diferentes filtros sobre el título, la descripción y los tópicos de cada obra.

```
SELECT DISTINCT ?link ?title ?subject
WHERE {
    ?bibresource a <http://purl.org/dc/terms/BibliographicResource> .
    ?bibresource <http://purl.org/dc/terms/title> ?title .
    ?bibresource <http://purl.org/dc/terms/subject> ?subjectresource .
    ?bibresource <http://purl.org/dc/terms/description> ?desc .
    OPTIONAL {
        ?bibresource <http://purl.org/dc/terms/identifier> ?link .
        ?subjectresource rdfs:label ?subject.
    }
    FILTER ((REGEX(?title, „software“, „i“)
        || REGEX(?subject, „software“, „i“)) &&
        (REGEX(?desc, „engenharia“, „i“) ||
        REGEX(?desc, „engineering“, „i“) ||
        REGEX(?desc, „Ingeniería“, „i“)))
} GROUP BY ?bibresource ORDER BY ?title
```

Consulta 02: Top 10 de los temas más referidos en el campo de Software

Cada recurso digital es asociado a uno o varios tópicos, la relación es establecida a través del metadato DC: <http://purl.org/dc/terms/subject>.

```
SELECT DISTINCT ?subject
WHERE {
    ?bibresource a <http://purl.org/dc/terms/BibliographicResource>.
    ?bibresource <http://purl.org/dc/terms/subject> ?subjectresource .
    OPTIONAL{
        ?subjectresource rdfs:label ?subject .
    }
    FILTER REGEX(?subject, „software“, „i“)
} ORDER BY DESC(count(?subject))
LIMIT 10
```

Resultados: Software-Desarrollo, Software libre, Software-diseño, Software educativo, Software WASP 7, Modelo matemático, Software MVC, Software Gravmag V.1.7-Utilización, Software para bibliotecas, Software web.

4.6. Enriquecimiento y reconciliación de datos

Para mejorar el descubrimiento de los recursos es necesario crear enlaces RDF hacia recursos externos publicados en la nube de Linked Open Data y con datos de repositorios externos. Se han enlazado los tópicos y palabras claves de cada recurso digital con el contenido de vocabularios controlados y esquemas de clasificación. Se usó SILK y un componente de enlazado desarrollado a medida. De forma concreta, se han creado enlaces externos con la Nomenclatura de la UNESCO, y con DBpedia en inglés, DBpedia en español y DBpedia Latinoamérica. En la Tabla 3, se indica un subconjunto de los datos mapeados.

Tabla 3 – Ejemplo de enlazado de Universidades con fuentes externas

Texto a enlazar	URI del recurso externo relacionado
Universidad Técnica Particular de Loja	http://dbpedia.org/resource/Universidad_T%C3%A9cnica_Particular_de_Loja http://es-la.dbpedia.org/resource/Universidad_T%C3%A9cnica_Particular_de_Loja
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	http://dbpedia.org/resource/Universidade_Federal_do_Rio_Grande_do_Sul
Universidade de São Paulo	http://es-la.dbpedia.org/resource/Universidad_de_S%C3%A3o_Paulo

5. Explotación de Datos Enlazados

La gestión de grandes colecciones de recursos digitales debe asegurar la localización exitosa de los contenidos más adecuados para un usuario. En este punto, se presentan dos servicios que aprovechan el potencial de los datos enlazados y de las tecnologías de la Web Semántica con el objetivo de mejorar la recuperación de recursos Web.

5.1. Sugerencia de tópicos

Mediante un algoritmo iterativo, basado en consultas SPARQL, es posible recorrer la red de conceptos relacionados a un determinado término (tópico o área de conocimiento).

En la Tabla 4 se muestra un conjunto de términos cercanos al concepto “Software Engineering.” En este caso, se ha aprovechado el contenido dinámico del repositorio DBPedia y se han utilizado las relaciones jerárquicas establecidas entre dos conceptos SKOS. DBPedia tiene datos estructurados sobre tipo de cosas: lenguajes, localizaciones, personas, conceptos, organizaciones, etc. Se alimenta del contenido creado socialmente en la enciclopedia más grande del mundo, la Wikipedia.

Tabla 4 – Top 5 de los recursos relacionados al tema de “Software Engineering”

Posición	URI del Recurso enlazado a DBPedia	Término
1	http://dbpedia.org/resource/Category:Systems_engineering	Systems engineering
2	http://dbpedia.org/resource/Category:Software_development_process	Software development process
3	http://schema.org/Organization	Organization
4	http://dbpedia.org/resource/Category:Reliability_engineering	Reliability engineering
5	http://dbpedia.org/resource/Meta-process_modeling	Meta-process modeling

5.2. Visualización de conceptos de un dominios de conocimiento

Las herramientas de búsqueda pueden utilizar los términos relacionados a un determinado tópico (como el caso ejemplificado en la Tabla 5) para expandir los términos utilizados durante la recuperación de contenidos. Por otra parte, para un agente humano, puede resultarle útil una nube de etiquetas interactiva (basada en datos enlazados), para mejorar su comprensión del dominio y retroalimentar al sistema mediante **términos más concretos** (ver Figura 5).

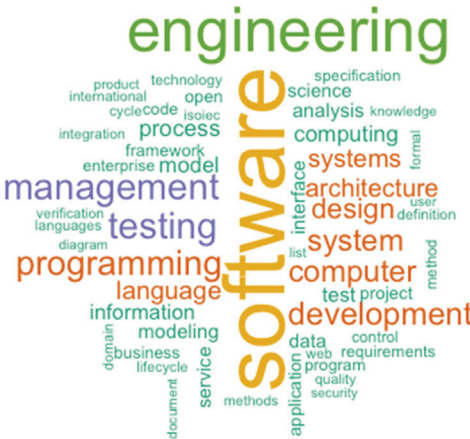


Figura 5 – Nube de etiquetas asociadas a “Ingeniería de Software”

6. Conclusiones y Trabajos Futuros

En un contexto de acceso abierto, los proveedores de recursos digitales abiertos deben adoptar un modelo que mejore la integración de repositorios, de manera que puedan soportar estándares de metadatos formales y abiertos para la descripción de recursos, y cuyo nivel de especificidad, granularidad y complejidad sea realizable. El modelo a adoptar debe respetar y garantizar condiciones de autonomía local en un marco de interoperabilidad tecnológica global. El enfoque de Linked Data potencia la interoperabilidad e integración en un contexto como la Web: alta heterogeneidad en un contexto distribuido.

En este trabajo se presentó un marco tecnológico y un método para la publicación y enlazado de datos bibliográficos digitales, siguiendo las buenas prácticas de publicación de datos enlazados en un espacio global. El proceso definido fue aplicado a un conjunto de repositorios digitales de instituciones ecuatorianas; las actividades desarrolladas aseguran la reproducibilidad del ciclo de publicación de datos enlazados sobre cualquier otro repositorio OAI.

Es de particular interés de los autores, contribuir a mejorar la visibilidad y acceso a los materiales digitales que se usan o generan en el ámbito académico y científico, por esta razón, se continúan diseñando servicios que explotan el potencial de los datos enlazados. De forma específica, se están explorando otras redes de repositorios federados de Latinoamérica, con el objetivo de conformar un *hub* central que proporcione información integrada de las obras y líneas de trabajo de cada institución de la región; además está en construcción un buscador semántico basado en facetas, que permite la exploración de contenido a través de categorías que han sido asociadas a los recursos. Este tipo de navegación permite especificar filtros sobre distintos atributos de los documentos y así cualquier usuario podrá encontrar más fácilmente recursos relevantes.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido desarrollado con el apoyo de la Comisión Europea a través del proyecto ESVI-AL - “Educación Superior Virtual Inclusiva – América Latina” del programa ALFA III, y el Consorcio Ecuatoriano para Desarrollo de Internet Avanzado (CEDIA) a través de la convocatoria CEPRA y el Grupo de Trabajo de Repositorios Abiertos. Los autores agradecen el soporte recibido por el equipo de Tecnologías Avanzadas de la Web y Sistemas Basados en Conocimiento de la UTPL.

Referencias Bibliográficas

- Anibaldi, S., Jaques, Y., Celli, F., Stellato, A., Keizer, J. (2015) Migrating bibliographic datasets to the Semantic Web: The AGRIS case. *Semantic Web*, 6(2), 113-120.
- Baker, T., Bermés, E., Coyle, k., Dunsire, G., Isaac, A., Murray, P., y otros (2011). Library Linked Data Incubator Group Final Report. Obtenido de http://www.w3.org/2005/Incubator/lld/XGR-lld-20111025/#Benefits_of_the_Linked_Data_Approach.
- Berners-Lee, Tim; Hendler, J.; Lassila, Ora (2001). *The Semantic Web*, *Scientific American*, 284(5), 34-43.

- Berners-Lee, Tim (2006). Linked Data-Design Issues. Obtenido de: <http://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>
- Chinwe, V. A., & Majesty, I. E. (2011). Digital library deployment in a university. *Library Hi Tech*, 29(2), 373-386. doi:<http://dx.doi.org/10.1108/0737883111138233>
- Gendt, M.; Isaac, A.; Meij, L. & Schlobach, S. (2006). Semantic Web Techniques for Multiple Views on Heterogeneous Collections: A Case Study. *Research and Advanced Technology for Digital Libraries*. Springer Berlin Heidelberg, vol. 4172.
- Francesconi, E.; Faro, S. ; Marinai, E. & Perugi, G. (1008). A Methodological Framework for Thesaurus Semantic Interoperability. *Proceeding of the Fifth European Semantic Web Conference*, 76-87.
- Heath, Tom & Bizer, Christian (2011). Linked Data: Evolving the Web into a Global Data Space. *Synthesis Lectures on the Semantic Web: Theory and Technology*, 1(1), 1-136. Morgan & Claypool.
- Ian Rowlands and David Bawden (1999), „Digital Libraries: a conceptual framework,“ *Libri Journal*, vol. 49, pp. 192-202.
- IEEE (1990). IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology. IEEE Standards Board, New York.
- Lenzerini, M. (2002). Data Integration: A Theoretical Perspective. In *Proceedings of the Twenty-first ACM SIGACT-SIGMOD-SIGART Symposium on Principles of Database Systems*, June 3-5, Madison, Wisconsin, USA. doi: 10.1145/543613.543644
- Malakhov, D., Serebryakov, V., Teymurazov, K., Shorin, O. (2014) Semantic integration of bibliographic records. *CEUR Workshop Proceedings*, 35-41.
- Piedra, N. Tovar, E. López, J. Chicaiza, J. (2014). Consuming and producing linked Open Data: The case of Opencourseware. *Emerald EarlyCite*. DOI: 10.1108/PROG-07-2012-0045
- OAI (2015). The Open Arhives Initiative Protocolo for Metadata Harvesting, Implementation GuideLines. Obtenido de: <http://www.openarchives.org/OAI/openarchivesprotocol.html>.
- Sztyler, T., Huber, J., Noessner, J., Murdock, J., Allen, C., Niepert, M.(2014). LODE: Linking digital humanities content to the web of data. *Proceedings of the ACM/IEEE Joint Conference on Digital Libraries*, 423-424.
- Tovar, E. & Piedra, N. (2014). Open Educational Resources in Engineering Education: a perspective to improve Reusability of Resources and Data. *IEEE Transactions on Education*, 57(4). DOI: <http://10.1109/TE.2014.2359257>
- Villazón-Terrazas, B. (2011). A Method for Reusing and Re-engineering Non-ontological Resources for Building Ontologies.
- Zengenene, D., Casarosa, V., Meghini, C. (2014). Towards a Methodology for Publishing Library Linked Data. *Communications in Computer and Information Science*, 385 CCIS, 81-92.

Diseño y evaluación de un juego serio para la formación de estudiantes universitarios en habilidades de trabajo en equipo

Raquel Poy-Castro ¹, Cristina Mendaña-Cuervo ¹, Begoña González ¹

rpoyc@unileon.es, cristina.mendana@unileon.es, bgonzalez@unileon.es

¹ Universidad de León, Av. de la Facultad de Veterinaria, 25, 24004 León, Spain

DOI: 10.17013/risti.e3.71-83

Resumen: Este trabajo se centra en el análisis de la adquisición y el desarrollo de ciertas competencias genéricas en un grupo de estudiantes de Grado mediante el diseño de una nueva actividad de aprendizaje, específicamente un Juego Serio. A partir de la exigencia de nuevos métodos de enseñanza y, sobre todo aquellos relacionados con las tecnologías de aprendizaje, en el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), el uso de juegos serios se justifica porque promueven el aprendizaje y transferencia de conocimiento. En concreto, se ha diseñado un juego serio, *Concordia*, con el fin de promover y analizar el desarrollo de la habilidad de trabajo en equipo. En este juego serio, los estudiantes tienen que resolver un problema cuya solución depende principalmente de la capacidad de negociación entre los miembros del grupo. Los resultados muestran que la experiencia mejora la solución final del juego y la habilidad de trabajo en equipo.

Palabras clave: Software educativo; estudiantes de Grado; formación; habilidades de trabajo en equipo; juego serio.

Designing and evaluating a serious game for training university students in team-working skills

Abstract: This paper is focused on analyzing the acquisition and development of certain generic skills in a group of degree students by means of the design of a new learning activity, specifically a Serious Game. New teaching methods and above all those ones related to learning technologies are demanded in European Higher Education Area (EHEA). The use of Serious Games is justified because they promote learning y knowledge transfer. Specifically we have designed a Serious Game, *Concordia*, in order to promote and analyze the development of the teamwork skill. In this Serious Game, students have to solve a problem whose solution mainly depends on the ability to negotiate among group members. Thus, we wanted to know if students can improve their teamwork skill with this Serious Game. The results show that the experience improves the final solution of the game, so this Serious Game improves the teamwork skill.

Keywords: Educational software; Degree students; training; teamwork skills; serious game.

1. Introducción¹

El aprendizaje basado en juegos serios en el ámbito educativo es una incorporación reciente, producto de la proliferación de ayudas tecnológicas en el ámbito educativo y de la apertura necesaria a nuevos métodos didácticos que apoyen al educador en la complejidad de aunar la transmisión de conocimientos y en el entrenamiento en competencias que comprenden el proceso de aprendizaje.

En los últimos años se ha producido un notable conjunto de experiencias de aplicación del aprendizaje basado en juegos a escenarios de formación reglada, particularmente en el entorno de la educación superior, que han animado a intentar desarrollar una herramienta de trabajo diseñada para el desarrollo de una de las competencias más complejas como objetivo del proceso de aprendizaje y más reñida a la vez con el individualismo: el trabajo en equipo (Westera, Nadolski, Hummel & Wopereis, 2008; Guillen-Nieto y Aleson-Carbonell, 2012).

1.1. Establecimiento de la importancia del tema

El proyecto que se ha desarrollado se circunscribe dentro de la regulación española del sistema de educación superior, partiendo del Real Decreto 1393/2007 por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, cuya finalidad debe ser la obtención por parte del estudiante de una formación general orientada para el ejercicio de actividades de carácter profesional. Esta orientación profesional requiere integrar en las enseñanzas competencias genéricas básicas y competencias más específicas que posibiliten una orientación profesional que permita a los titulados la integración en el mercado de trabajo.

Ello obedecería a que tradicionalmente los graduados eran personas que habían completado sus estudios, demostrando sus progresos en un ámbito de conocimiento específico, pero en la actualidad los estudiantes tienen además que demostrar la adquisición de determinadas competencias que tendrán que aplicar en la práctica de actividades profesionales o de investigación relacionadas con su ámbito de estudio (González y Wagenaar, 2003; Rue y Martínez, 2005; Delgado García, 2005).

En un marco más amplio, la evolución actual de la Sociedad del Conocimiento exige un cambio de mentalidad en el profesorado para adaptar las metodologías docentes, en base a las posibilidades que ofrece el entorno digital para enseñar de forma distinta, adaptándose a las formas de aprender de los “nativos digitales”. Enseñar de forma diferente exige el empleo de metodologías activas y cooperativas para un mundo lleno de complejidad. Y precisamente para trabajar de forma cooperativa, es necesario desarrollar la competencia de trabajo en equipo, que existe cuando los miembros del grupo perciben que están unidos entre sí (interdependencia positiva) de forma que no pueden triunfar sin que los demás triunfen (responsabilidad individual y grupal), debiendo de existir una interacción que tiene lugar cuando los miembros del grupo comparten recursos, ayuda, apoyo y aprenden habilidades sociales que les permitan actuar como parte del grupo. Para

¹ Esta investigación ha sido soportada económicamente por la Universidad de León a través de su Convocatoria de ayudas a Proyectos de Innovación Docente desarrollándose entre diciembre de 2012 y diciembre de 2013.

ello, los grupos deben hablar sobre el proceso, y sobre cómo van a conseguir los objetivos. Por último, deben detectar qué acciones de los miembros del grupo ayudan o no y decidir qué conductas cambiar y cuáles no, lo que se conoce como autoevaluación grupal.

Siguiendo a Domingo (2008) por aprendizaje cooperativo se entiende “el poder operar, desde un punto de vista docente, con pequeños grupos de estudiantes que trabajan juntos para aprovechar al máximo su aprendizaje y el de sus compañeros de grupo, de manera que cada cual pueda construir su conocimiento si dispone de colaboración de sus compañeros”. Es precisamente en este ámbito en el que se circunscriben los denominados juegos serios, los cuales promueven la comprensión, la integración y la aplicación de conceptos, lo que permite mejorar el rendimiento, a diferencia de las clases magistrales en las que el alumno es un mero receptor de la información (Clark, 2004; Pease, 2010). Desde esta perspectiva, la participación de los estudiantes en entornos virtuales, donde tienen que poner en práctica su aprendizaje, implica un refuerzo de la experiencia de enseñanza-aprendizaje (Squire, 2005; Sharpe, Beetham y De Freitas, 2010).

Lo anteriormente expuesto cobra pleno sentido si tenemos en cuenta el nuevo escenario de la Universidad de León, que apuesta por el estímulo en los docentes de mejorar la calidad de la docencia acorde con la nueva coordenada contextual de la acción docente enmarcada en el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), en la que se hace necesario el desarrollo de programas de innovación docente que estimulen y reconozcan la participación del profesorado en actividades que desarrollen nuevas metodologías de enseñanza-aprendizaje, que en este caso se centrarían en propiciar el desarrollo de competencias genéricas en los alumnos a través del diseño de actividades de aprendizaje basadas en Juegos Serios (Serious Games).

La utilización de los Juegos Serios está justificada por la capacidad que ofrecen de simular la realidad, lo que los convierten en una herramienta clave para promover el aprendizaje y transferir el conocimiento, estimulando la participación de los estudiantes en escenarios virtuales, lo que sin ninguna duda fomenta la generación y manejo de expectativas, comenzando por la voluntad de los participantes, por aprender.

1.2 Objetivos específicos del proyecto e hipótesis

Para poder entender el objetivo específico, se recurrió a una metáfora. En el filme de John Badham (1983) “Juegos de Guerra”, David (Mathew Broderick) es un experto informático capaz de saltarse los más avanzados sistemas de seguridad y de descifrar los más herméticos códigos secretos, si bien su juego se complica cuando involuntariamente conecta su ordenador al Departamento de Defensa americano, encargado del sistema de defensa nuclear. Desencadena así una situación de peligro difícilmente controlable. Con la ayuda de su novia y de otro informático genial intentará, en una carrera contrarreloj, evitar la Tercera Guerra Mundial. Esta idea sugirió diseñar un juego serio que permitiera poner a estudiantes en una situación de estrés que provocase la necesidad de analizar en grupo y detectar una estrategia que involucrase al completo las habilidades de trabajo en equipo para su resolución, fruto de la cual surgió Concordia.

Como hipótesis de investigación se sostiene que la mejora de trabajo en equipo mejora con la experiencia en dicho juego serio. Para ello se ha tomado en consideración que los escenarios de aprendizaje mediados por las TIC, con base en tecnologías digitales

interactivas, puede favorecer las condiciones para la puesta en práctica de las nuevas metodologías activas, reclamadas desde todos los foros educativos: se hacen viables diversas modalidades de aprendizaje abierto, con ofertas educativas flexibles, válidas tanto para entornos presenciales como semipresenciales o a distancia (Carrillo Ramos, 2009; Cook, Ley, Crawford y Warner, 2009).

2. Metodología

Para entender las razones que justifican la elección del método se hace uso de una segunda metáfora. En la película “Airplane” (Aterrizas como puedas), producida y dirigida por Jim Abrahams, David Zucker y Jerry Zucker (1980), Ted Striker, un ex piloto de caza, debe vencer su miedo a volar, causado por un trauma psicológico sufrido durante la guerra, y tomar los mandos del avión, conducirlo a su destino y hacerlo aterrizar en malas condiciones atmosféricas, guiado por los controladores de tráfico aéreo Steve McCrosky (Lloyd Bridges) y Rex Kramer (Robert Stack) y con la ayuda de su ex novia Elanie (Julie Hagerty), azafata a bordo, y la de uno de los pasajeros, el estrafalario médico Dr. Rumack (Leslie Nielsen). Esta situación de tensión provocada por la necesidad de aterrizar era precisamente la emulación que deseábamos provocar con nuestro juego serio *Concordia*.

Se trataba de una herramienta atípica y sorprendente para alumnos que no esperaban en ningún caso afrontar el reto de resolver una situación que podría ser real: convertirse en equipos de controladores aéreos. En consecuencia, se abordó el diseño del juego desde el punto de vista de una herramienta de simulación adaptada a un entorno de nativos digitales no expertos pero familiarizados con los juegos digitales. Para ello, se contó con la dirección técnica de Jesús Gonzalo (coordinador de la Titulación en Ingeniería Aeronáutica de la ULE) asistido directamente por un equipo de expertos en diseño Pedagógico.

Las carencias en el diseño pedagógico constituyen uno de los nuevos y principales retos del uso de juegos serios en entornos educativos. De este modo, se aplicó el diseño propuesto y posteriormente la evaluación al Marco de Análisis desarrollado por el Grupo de Investigación Aplicada del Instituto de Juegos Serios de la Universidad de Coventry (De Freitas y Jarvis, 2008; De Freitas et al., 2009; Jarvis y De Freitas, 2009). Esta herramienta resulta de utilidad para los profesores que usan los juegos y simulaciones en el aprendizaje y enseñanza práctica, e incluye las cuatro dimensiones de análisis siguientes: a) los aspectos específicos del aprendiz: incluyendo el perfil, rol y competencias, b) la pedagogía utilizada: asociativa, cognitiva y social-situacional, c) la representación seleccionada para el diseño del juego: fidelidad, interactividad, grado de inmersión, y d) el contexto en el que se desarrolla el aprendizaje: ambiente, acceso al aprendizaje y los recursos de apoyo.

Por otro lado, al igual que el juego siempre ha supuesto una actividad inherente a la vida escolar, especialmente en el ámbito de la educación no formal o informal, sin embargo, no se ha abordado el necesario paso a la integración del juego en la educación formal, siendo relegado a menudo como actividad distractora del propósito

educativo, desaprovechando su potencial instructivo. Gee (2005) señala que, pese a que el aprendizaje se basa en la motivación de los estudiantes por parte de sus docentes (empowerment) y una combinación entre la capacidad de resolver problemas y de conseguir conocimiento sobre la realidad, sin embargo los participantes en un juego juegan para satisfacer una necesidad social y no tanto para resolver el desafío de un juego. De este modo, a menudo se obvia que la práctica de juegos digitales en el aula no sólo consiste en la puesta en práctica de un aprendizaje de conocimientos, sino que supone la aplicación de comportamientos en orden a una estimulación del más amplio conjunto cognitivo del triángulo conocimientos-actitudes-percepciones.

Por último, se pretendido contribuir a una aproximación académica al ámbito del diseño pedagógico de los juegos serios en el aula, dado que en el ámbito académico la mayoría de los estudios hasta la fecha se han centrado especialmente en el estudio de la interacción tecnológica y, en menor medida, en los aspectos pedagógicos y de soporte a los estudiantes (Pivec, 2007).

2.1.Descripción del método utilizado para el diseño del software

En relación al diseño del juego serio cabe mencionar que se abordó un diseño instruccional en orden a los requisitos organizacionales y de usuario, teniendo en consideración los siguientes parámetros:

- Debía tratarse de una herramienta de fácil manejo y comprensión para estudiantes de cualquier tipo de formación o conocimientos previos.
- Debía proponer tareas que requiriesen ejercicios colaborativos entre varios jugadores.
- En cuanto al diseño del software, se optó por las características siguientes:
 - No debía tratarse de un juego competitivo estilo “arcade”.
 - Se debían evitar elementos confusos en el ámbito del lenguaje utilizado, los gráficos o el diseño, por lo que se optó por un estilo bidimensional.
 - Se evitaron elementos alusivos a valores sociales o éticos que provocasen reacciones imprevistas en el plano emocional de los jugadores.
 - Se escogió un diseño con simplicidad de perspectivas.

En consecuencia, se optó por recurrir a un diseño basado en experiencias de simulación (Simulation Experience Design Method) que se han demostrado como instrumentos de entrenamiento con un elevado potencial para la puesta en práctica de capacidades por parte del jugador, tanto por la combinación del factor “tiempo real” como por el retorno de resultados para el jugador (Raybourn 2006; Knight et al., 2010).

El resultado fue el diseño de Concordia, un juego serio que simula una actividad de control del tráfico aéreo, en el que los jugadores tienen que combinar una serie de aviones en vuelo, que tienen diferentes rutas y duración del vuelo, para optimizar el uso del espacio aéreo (medido en el tiempo) y evitar cualquier colisión entre ellos. Cada miembro del equipo representa una aerolínea y es responsable de 3 aviones, por lo que cada equipo debe colocar 12 aviones en el espacio aéreo. Tienen que encontrar la mejor solución posible para reducir al mínimo el tiempo de vuelo total de todos sus aviones.

Los vuelos de cada línea aérea tienen el mismo color y todos ellos se pueden mover a lo largo de un eje que representa el tiempo de vuelo. Cada plano es un segmento, cuya pendiente y longitud representan, respectivamente, la ruta y la duración del vuelo. En la Figura 1 se representa el problema inicial.

Como resultado se pueden dar varias combinaciones de colocación de los aviones que permiten evitar las colisiones entre ellos. Por ejemplo, las Figuras 2 y 3 representan dos posibles soluciones para el problema inicial. Lógicamente, la mejor solución es la combinación de aviones que permite la más corta duración total del vuelo.

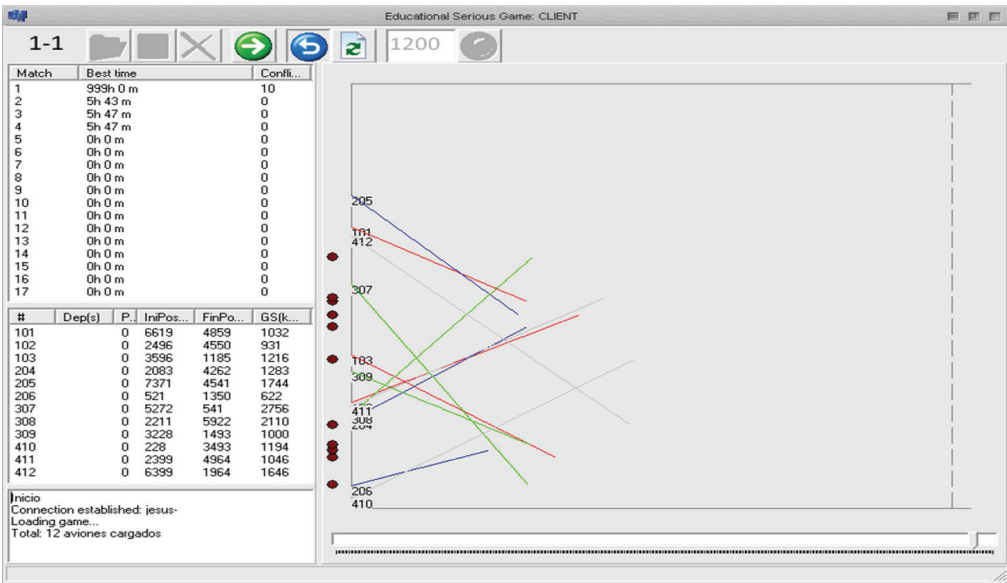


Figura 1 – Problema inicial planteado por el juego Concordia.

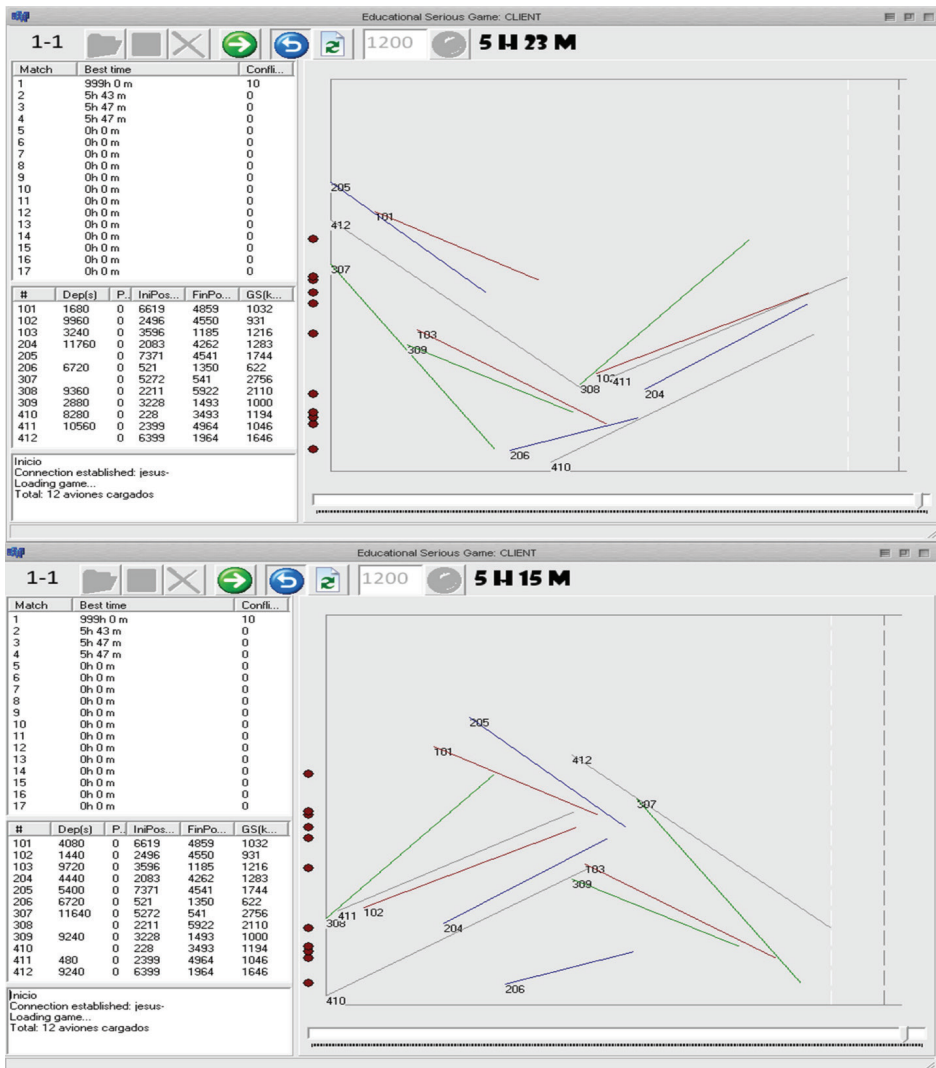


Figura 2 – Soluciones posibles ante el problema inicial.

De este modo, cada miembro del equipo tiene que negociar sobre la distribución de los aviones dentro del espacio aéreo con los demás miembros del equipo, ya que su mejor solución viene necesariamente apoyada por las soluciones de sus compañeros de grupo, en consonancia con la idea base de la competencia de trabajo en equipo. Dado que la mejor solución es conocida por el profesorado, es posible conocer el número de grupos que efectivamente a través del proceso de negociación consiguen obtenerla.

2.2. Descripción de las características de la muestra

El proyecto se lleva a cabo durante el período Septiembre 2011 a enero de 2011, con estudiantes del Grado en Educación Infantil de la Universidad de León. La muestra inicial fue de 63 estudiantes, de los cuales el número de participantes válidos fue 56 debido a la falta de asistencia a las sesiones u otras circunstancias. De este modo, los participantes fueron asignados al azar a 14 grupos de cuatro personas, los cuales realizaron cuatro sesiones de juego de diez minutos. En la siguiente Tabla 1 se detalla el perfil de los participantes.

Tabla 1 – Perfil de la muestra.

Edad	Número	%
0 – 18	21	37.50%
19 – 22	25	44.64%
22 – 26	8	14.29%
27+	2	3.57%
Género	Número	%
Hombres	6	10.71%
Mujeres	50	89.29%
Total	56	100%

2.3 Descripción del proceso de recogida de datos

La recogida de datos se llevó a cabo en varias sesiones. En la primera sesión se presenta el tutorial del juego y el sujeto se enfrenta a la ejecución de las primeras partidas individuales, en la segunda sesión los sujetos se familiarizaron con el funcionamiento del juego serio por equipos, y se clarifican los sistemas de puntuación, como paso previo a la realización de las primeras partidas de equipo, pero de modo no competitivo entre los diferentes equipos. La tercera y cuarta sesión se destinan íntegramente a realizar partidas en equipos, los que permite obtener los datos de las soluciones obtenidas.

Dado que el objetivo principal era el desarrollo de la competencia de trabajo colaborativo, se suponía que los estudiantes podrían obtener los mejores resultados sólo si el equipo de jugadores recurrían a técnicas de comunicación, negociación y cooperación entre ellos. En orden a analizarlo, las soluciones obtenidas por los 14 grupos en la primera ronda de juego (sin entrenamiento) se compararon con los participantes en el último juego (después del entrenamiento). Además, se utilizó una prueba de Chi cuadrado para analizar las dos variables categóricas: la experiencia del juego serio (con o sin entrenamiento previo) y la obtención del mejor resultado del juego (mejor tiempo respecto a otros tiempos registrados) y de este modo, en consecuencia, la mejora en la competencia de trabajo en equipo.

3. Resultados

Los datos de los 14 grupos se muestran en la tabla de contingencia siguiente (Tabla 2). En la parte superior (sin entrenamiento), sólo 2 grupos obtuvieron el mejor rendimiento. En el juego final, después del entrenamiento, 8 equipos consiguieron la solución.

Tabla 2 – Resultados por grupo.

	TRAINING		Total
	Without	With	
Best Time	2	8	10
Other Time	12	6	18
TOTAL	14	14	28

El valor de Chi cuadrado fue 5,60 con 1 grado de libertad, por lo que es estadísticamente significativa para un nivel de significación de 0,05. Por tanto, se acepta la hipótesis nula de independencia entre la formación (la experiencia en el juego serio) y tiempo de solución, que mide la mejora de las habilidades de trabajo en equipo. Además, 0% de las celdas tenían una frecuencia esperada inferior a 5, por lo que los resultados de la prueba pueden considerarse fiables.

4. Conclusiones

Este estudio pretende mostrar que los estudiantes que han recibido formación mediante el método de los Juegos Serios están más dispuestos a colaborar y establecer acciones de trabajo en equipo, gracias a la motivación adicional que supone la resolución de un desafío como el juego. Se trata de un hallazgo alentador aunque es necesario profundizar en la investigación para determinar cuánto tiempo de uso de los Juegos Serios resulta necesario para alcanzar los objetivos de la asignatura en cuanto a adquisición de competencias se requiere. De este modo podríamos averiguar si la efectividad del Juego Serio es compatible con el número de horas que requiere su práctica a efectos de conseguir los objetivos de la asignatura por parte del alumno.

Otra de las conclusiones de la experiencia, tras consultar a los alumnos participantes, es que efectivamente la motivación tanto para participar en este tipo de actividades inusuales para la formación reglada habitual no sólo es muy elevada, sino que igualmente resulta mayoritaria la disposición para volver a participar en actividades similares en la línea sugerida por Clark (2004).

Del resultado de aplicar la metodología de análisis de De Freitas y Oliver (2006), concluimos que, en relación a los aspectos específicos del aprendiz destaca la competencia de trabajo en equipo. El trabajo en equipo en este trabajo se comprende como la capacidad de que los estudiantes colaboren activamente en las tareas de equipo, fomentando la confianza, la cordialidad y la orientación a la tarea conjunta. Sería necesario un análisis más profundo para averiguar las implicaciones de la actividad lúdica en la adquisición de otras competencias ya que, por ejemplo, otros elementos trabajados

en esta actividad involucraron además de las actividades colaborativas, la aplicación del pensamiento estratégico e innovador. Además, la proximidad de la experiencia formativa a la evaluación del ejercicio puede provocar un efecto multiplicador sobre el nivel de rendimiento de los participantes que suponga un sesgo en nuestras conclusiones.

En cuanto a la pedagogía usada, se ha centrado en aquellas actividades eminentemente de carácter comunicativo (Conole, 2007), actividades que aluden al empleo del diálogo para resolver los conflictos surgidos durante la resolución de las tareas, de modo que la dimensión social se sustenta en el intercambio entre los alumnos. En relación a la tercera y cuarta dimensiones hay que destacar que la representación seleccionada de un control aéreo ha facilitado la inmersión en el juego de los jugadores, facilitando el factor de tiempo real la interactividad entre los miembros del grupo en un contexto de aprendizaje muy dinámico y de corta duración

Mientras que existe una importante tradición en el estudio de las aplicaciones de los Juegos Serios en entornos comerciales o de entrenamiento profesional, con el estudio presentado en este trabajo se contribuye a la aplicabilidad en entornos de formación reglada para el desarrollo de competencias genéricas de colaboración entre los estudiantes.

De modo más general, este estudio pretende contribuir a una mejor comprensión del potencial de los juegos de simulación en la motivación de experiencias afectivas en los usuarios. La competencia de trabajo en equipo es necesaria en muchos entornos de aprendizaje y un sistema basado en juegos proporciona la capacidad de aprender, practicar y evaluar la competencia en un modo que no resulta fácil mediante los métodos tradicionales.

Este estudio ha demostrado que los juegos serios pueden ser utilizados con el fin de trabajar las habilidades, especialmente la habilidad de trabajo en equipo. Concordia, el juego serio que hemos diseñado, es una herramienta útil para la adquisición y desarrollo de habilidades transversales, específicamente la habilidad de trabajo en equipo, que es una competencia transversal para los estudiantes de grado dentro del EEES.

Anexo 1. Cuestionario

Esta encuesta forma parte del trabajo de investigación del Plan de Apoyo a la Innovación Docente “Los Juegos Serios como herramienta para la innovación docente en la adquisición, seguimiento y evaluación de las competencias transversales”.

La cumplimentación de la encuesta supone la autorización para que los datos sean tratados anónimamente con fines de investigación de forma exclusiva.

Datos personales y autorización

1: Código de usuario o nick:

Por favor, escribe un código que puedas recordar, ya que deberás utilizarlo en posteriores sesiones.

2: Sexo:

☐

Hombre

☐

Mujer

3: Edad:

Percepción del problema

4: De la explicación teórica, ¿has sido capaz de extraer la regla o reglas que permiten encontrar rápidamente la solución?

☐

Sí (pasa a la pregunta siguiente)

☐

No (pasa a la pregunta número 6)

5: ¿Cuál crees que es la/s regla/s?. Escríbela/s

6: Señala cuál de las siguientes variables crees que son necesarias para obtener una buena solución:

	Si	No	NS/NC
La longitud del segmento que representa al avión	☐	☐	☐
La pendiente del segmento que representa al avión	☐	☐	☐
La situación en el eje de ordenadas	☐	☐	☐
La pendiente y la longitud del segmento que representa al avión	☐	☐	☐
La situación en el eje de abscisas	☐	☐	☐
La situación en el eje de ordenadas	☐	☐	☐
Ninguna de las anteriores	☐	☐	☐

7: En el caso del juego en equipo, ¿qué habilidades consideras más relevantes para obtener una buena solución?

	Si	No	NS/NC
Iniciativa propia	☐	☐	☐
Cooperación con el resto de miembros del grupo	☐	☐	☐
Comunicación asertiva positiva	☐	☐	☐
Negociación entre los miembros del grupo	☐	☐	☐
Competitividad con el resto de miembros del grupo	☐	☐	☐
Comunicación asertiva negativa	☐	☐	☐

Referencias

- Carrillo Ramos, A. (2009). *Enseñanza de la metodología RUP de Ingeniería de Software. Biblioteca Virtual*. Extraído desde <http://www.eumed.net/libros/2009c/578/index.htm>
- Clark, C.D. (2004). The Principles of Game Based Learning. Paper presented to NETC/LSC Conference April 10–11, 2004 Crystal City, VA.
- Conole, G. (2007) Describing learning activities: Tools y resources to guide practice. In H. Beetham y Sharpe (Eds.) *Rethinking pedagogy for a digital age: Designing an delivering e-learning*, pp.81-91, London:Routledge.
- Cook, R. G., Ley, K., Crawford, C y Warner, A. (2009). Motivators y inhibitors for university faculty in distance y e-learning. *British Journal of Educational Technology*, 40 (1), pp. 149-163.
- De Freitas, S. y Oliver, M. (2006) How can exploratory learning with games y simulations within the curriculum be most effectively evaluated? *Computers y Education*, 46 (3), pp. 249-264.
- De Freitas, S. y Jarvis, S. (2008). Towards a development approach for serious games. In T.M. Connolly, M. Stansfield, y E. Boyle (Eds) *Games-based learning advancements for multi-sensory human-computer interfaces: Techniques y effective practices*. IGI Global. Hershey, PA.
- De Freitas, S., Rebolledo-Mendez, G., Liarokapis, F., Magoulas, G. y Poulouvassilis, A. (2009) 'Developing an evaluation methodology for immersive learning experiences in a virtual world'. In Rebolledo-Mendez, G., Liarokapis, F. y de Freitas, S. (Eds) *Proceedings of 2009 Conference in Games y Virtual Worlds for Serious Applications*, IEEE pp 43-50.
- Delgado García, A.B. (Coord). (2005). *Competencias y diseño de la evaluación continua y final en el Espacio Europeo de Educación superior*. Madrid: Dirección General de Universidades-MEC.
- Domingo, J. (2008). El aprendizaje cooperativo. *Cuadernos de Trabajo Social*, 21, pp. 231-246.
- Gee. J.P. (2005). "Learning by Design: good video games as learning machines". *E-Learning*, 2 (1), pp. 5-16.
- González, J. y Wagenaar, R. (2003). *Tuning Educational Structures in Europe. Final Report Phase One*. Bilbao: Universidad de Deusto.
- Guillen-Nieto, V. y Aleson-Carbonell, M. (2012). Serious games y learning effectiveness: The case of it's a deal! *Computers y Education*, 58, pp. 435-448.
- Jarvis, S. y de Freitas, S. (2009). Evaluation of a Serious Game to support Triage Training: In-game Feedback y its effect on Learning Transfer. *Proceedings of 2009 Conference in Games y Virtual Worlds for Serious Applications*, IEEE.

- Knight, J.F.; Carley, S.; Tregunnac, B.; Jarvis, S., Smithies, J., de Freitas, S., Dunwelle, I. y Mackway-Jonesb, K. (2010). Serious gaming technology in major incident triage training: A pragmatic controlled trial. *Resuscitation*, 81, pp. 1175–1179.
- Pease, M.A. (2010). *Experimental investigation of the effectiveness of problem-based learning*. New York: Columbia University.
- Pivec, M. (2007). Play y learn: potentials of game-based learning. *British Journal of Educational Technology*, 38 (3), pp. 387–393.
- Raybourn, E.M. (2006). Applying simulation experience design methods to creating serious game-based adaptive training systems. *Interacting with computers*, 19 (2), pp. 206–214.
- Rue, J. y Martínez, M. (2005). *Las titulaciones UAB en el Espacio Europeo de Educación Superior. Sistema Europeo de Transferencia de Créditos*. Colección Eines, 1. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Sharpe, R., Beetham, H. y De Freitas, S. (2010). *Rethinking learning for a digital age. How learners are shaping their own experiences*. London: Routledge.
- Squire, K. (2005). *Game-Based Learning. An xLearn Perspective Paper*. Masie Center eLearning Consortium. Extraído desde http://newmediaforlearning.com/research/Game-Based_Learning.pdf.
- Westera, W., Nadolski, R.J., Hummel, H.G.K. y Wopereis, I.G.J.H. (2008). Serious games for higher education: a framework for reducing design complexity. *Journal of Computer Assisted Learning*, 24, pp. 420–432.

Mapeos Proyectivos: la base para el Funcionamiento del Pizarrón Interactivo WiimoteWhiteboard

Sodel Vázquez-Reyes ¹, Juan L. Villa-Cisneros ², José E. Anaya-Villagrana ³, Fernando J. Barrera-Ambriz ⁴, María de León-Sigg ⁵ y Carlos H. Casteñeda Ramírez ⁶

vazquezs@uaz.edu.mx, jlvilla@uaz.edu.mx, gran_ed@hotmail.com, fer_kail@hotmail.com, melonsigg@uaz.edu.mx, castr@uaz.edu.mx.

¹ Profesor Investigador de la UAZ, Edificio de Ingeniería en Computación y Software, 1er Piso. Carretera a Guadalajara Km 6, Ejido la Escondida., 98160, Zacatecas, México.

² Profesor Investigador de la UAZ, Edificio de Ingeniería en Computación y Software, 1er Piso. Carretera a Guadalajara Km 6, Ejido la Escondida., 98160, Zacatecas, México

³ Egresado de Ingeniería en Computación (UAZ), patrocinio 118, col. centro, 98000, Zacatecas, Zac.

⁴ Egresado de Ingeniería en Computación (UAZ), patrocinio 118, col. centro, 98000, Zacatecas, Zac.

⁵ Profesor Investigador de la UAZ, Edificio de Ingeniería en Computación y Software, 1er Piso. Carretera a Guadalajara Km 6, Ejido la Escondida., 98160, Zacatecas, México.

⁶ Profesor Investigador de la UAZ, Edificio de Ingeniería en Computación y Software, 1er Piso. Carretera a Guadalajara Km 6, Ejido la Escondida., 98160, Zacatecas, México.

DOI: 10.17013/risti.e3.85-92

Resumen: En la actualidad han surgido diversos proyectos que se enfocan en la implementación de pizarrones interactivos de bajo costo usando el control Wii como principal componente. Sin embargo, aunque hay una gran cantidad de información acerca de estos proyectos y de cómo implementar este tipo de pizarrones, el funcionamiento que hay detrás de este proyecto aun no es muy conocido. En este artículo, se describe el algoritmo base para la implementación de este tipo de pizarrones, el cual está basado en transformaciones proyectivas, usando una matriz de Homografía.

Palabras-clave: Homografía, pizarrón interactivo y operaciones de matriz.

Projective Mapping: the base function of the WiimoteWhiteboard

Abstract: Nowadays, many emerging projects focus mainly in developing low cost interactive whiteboards, having the Wiimote as their main working tool. However, although there is a lot of information about these projects and how to implement these interactive whiteboards, only few people know how this project really works. This article describes the base algorithm of the low cost interactive whiteboards, which is based in projective transformations, using a homography matrix. The implementation of this technology in Mexican educative institutions could reinforce learning processes at all levels, without the need to spend too much. This is a collateral advantage of information technology re-engineering.

Keywords: homography, interactive board and matrix operations.

1. Introducción

Uno de los recursos didácticos más innovadores para la impartición de clases son los pizarrones interactivos, los cuales pueden ser catalogados como táctiles o resistivos, electromagnéticos, ultrasónicos-infrarrojos e infrarrojos. No obstante a pesar de ser un recurso didáctico novedoso, su alto costo comercial, los convierte en una herramienta prácticamente inaccesible para la mayoría de las personas y sobretodo para la gran mayoría de las instituciones educativas.

Por esta razón, surgió un pizarrón de tecnología infrarroja conocido como WiimoteWhiteboard, el cual usa un control Wii como cámara infrarroja, para detectar la posición de la pluma Infrarroja (IR). Hoy en día existe una gran variedad de pizarrones que hacen uso del control Wii, con diferentes variaciones en la funcionalidad como es el soporte de varios controles, portabilidad en varios sistemas operativos, reconocimiento del doble clic y diferentes configuraciones del mouse. También existen sitios en la web, donde explican cómo montar un pizarrón de este tipo y qué componentes se requieren, sin embargo, en ninguno de estos sitios se explica cómo es que este pizarrón funciona.

Es por esto que se decidió analizar los trabajos actuales hechos sobre este pizarrón y crear un algoritmo que permita entender el funcionamiento del pizarrón, para poder implementarlo en cualquier lenguaje de programación. Una vez logrado esto, será posible que las personas, desarrollen sus propios pizarrones interactivos con características y funcionalidades propias, en lugar de utilizar software de terceros que podrían no ajustarse a sus necesidades.

2. Marco de Referencia

El primero que usó el control Wii como sensor para crear un pizarrón interactivo fue Johnny Chung Lee, cuando desarrolló en el lenguaje de programación C#, la aplicación WiimoteWhiteboard en Junio de 2008 (Lee, 2012). Mediante el uso de esta aplicación y un control de la consola Wii, logró usar cualquier proyección de computadora sobre una superficie táctil, y mover el cursor del ratón dentro de la computadora donde el usuario lo indicara con su pluma infrarroja en la proyección. Solamente se tenía que calibrar la imagen donde se quería usar la pluma y que el control Wii tuviera acceso al led IR de la pluma.

Para que Chung Lee pudiera realizar toda esta tarea, necesitaba la información enviada por el control Wii y almacenarla. Esta tarea la realizó Brian Peek, quien desarrolló la primera biblioteca llamada Wiimotelib (Jin, 2012), que permitía hacer uso de las funciones que ofrecía el control Wii. Peek logró leer la información del control Wii, así como la conexión y desconexión correcta del control para usar los datos del control Wii correctamente.

Desde la aparición de la biblioteca Wiimotelib y de la aplicación de WiimoteWhiteboard, muchos usuarios han desarrollado sus propias aplicaciones para convertir una proyección en un pizarrón interactivo tal y como lo hizo Chung Lee. Las más importantes son Wiimote Whiteboard for Java, creada por Uwe Schmidt (Peek, 2012), wiiBoardJ creada por Jan Markowski (Markowski, 2012) y Wiimote Smoothboard hecha por Goh Boon Jin (Schmidt, 2012).

3. Geometría Projectiva, Base de los Pizarrones Wiimote

Este trabajo está basado en el programa desarrollado por Uwe Schimdt, porque se buscó desarrollar un producto de software que fuera soportado por diferentes sistemas operativos, tales como, Linux, Windows y Mac OS. Al igual que en otros proyectos, Uwe Schimdt no explicaba como era el verdadero funcionamiento del control Wii en este tipo de pizarrones. El principal problema enfrentado fue que cuando el sensor IR o la cámara IR del control Wii detecta los puntos infrarrojos, está detectándolos en un plano totalmente diferente al que se tiene en la pantalla de la computadora.

Para poder hacer coincidir los planos de la pantalla de la computadora y el que es detectado por el control Wii, se tuvo que hacer análisis de la geometría proyectiva, la cual es el fundamento de la calibración del pizarrón. Cuando se calibra el espacio de trabajo, generalmente se coloca un punto en cada una de las 4 esquinas de la proyección, que son donde se tendrá que poner la pluma IR para que pueda hacer la calibración por medio de la cámara o sensor IR.

Para que el pizarrón pueda funcionar, hay que convertir el cuadrilátero irregular que detecta, a un cuadrado o rectángulo que representa el área de trabajo tal y como es, como se muestra en la Figura 1. Para lograr esto se hace el uso de transformaciones y homografías.

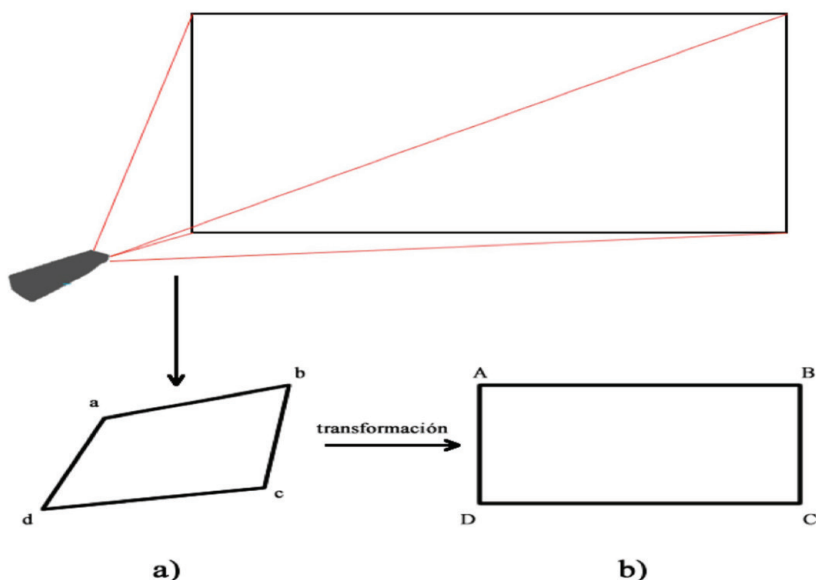


Figura 1. a) representa como la cámara del control Wii detecta el espacio de trabajo, como se puede ver es un cuadrilátero irregular, b) representa como quedará el espacio de trabajo detectado después de aplicarle las transformaciones proyectivas al espacio en (a). El resultado es la representación del espacio de trabajo físico.

La transformación que se usa es conocida como mapeo 2D, el cual distorsiona un espacio origen 2D en un espacio destino 2D. Mapea un punto origen (x, y) a un punto destino (u, v) , de acuerdo a las funciones $x(u, v)$ y $y(u, v)$. Las clases más simples de mapeo 2D son las transformaciones afin, bilineal y proyectiva. La última es la que más interesa, ya que es la que se usará para la calibración del espacio de trabajo.

En la geometría proyectiva el punto real 2D (x, y) es representado por el vector homogéneo $P=(x', y', w)=(xw, yw, w)$, donde w es un número arbitrario diferente de 0, ya que para poder recobrar las coordenadas actuales del vector homogéneo, simplemente se divide entre el componente homogéneo. En el caso del vector homogéneo P , representa el punto actual $(x, y)=(x'/w, y'/w)$, si $w=0$, se dice que el espacio proyectivo tiene puntos que tienden a infinito, para este caso en particular, se iguala $w=1$, por conveniencia.

Para el mapeo o transformación proyectiva se denotan los puntos en el espacio origen con $P_s=(x', y', q)$ y los puntos en el espacio destino con $P_d=(u', v', w)$. Para realizar el mapeo entre el espacio origen y el destino, se hace uso de una matriz de transformación de 3×3 conocida como matriz de homografía, la cual es denotada normalmente como H y se representa en la ecuación 1.

$$H = \begin{pmatrix} h_{00} & h_{01} & h_{02} \\ h_{10} & h_{11} & h_{12} \\ h_{20} & h_{21} & h_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & d & g \\ b & e & h \\ c & f & i \end{pmatrix} \quad (1)$$

La manipulación de los mapeos proyectivos es representada por la ecuación 2, y su interpretación es más fácil si se pasa a la notación de matriz homogénea representada por la ecuación 3.

$$P_d = H P_s \quad (2)$$

$$\begin{pmatrix} u_i \\ v_i \\ w_i \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_{00} & h_{01} & h_{02} \\ h_{10} & h_{11} & h_{12} \\ h_{20} & h_{21} & h_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_i \\ y_i \\ q_i \end{pmatrix} \quad (3)$$

donde:

P_d es el plano destino, representado en forma de vector como $(u_i, v_i, w_i)^T$.

$Msd=H$ que es la matriz de homografía.

P_s es el plano origen, representado en forma de vector como $(x_i, y_i, q_i)^T$.

$Y(x, y)=(x'/q, y'/q)$ para $q \neq 0$ y

$(u, v)=(u'/w, v'/w)$ para $w \neq 0$.

En este caso en particular se tomará un múltiplo escalar diferente de 0, por lo tanto sin perder generalidad podemos asumir que $h_{22}=1$ dándonos 8 grados de libertad en un mapeo proyectivo 2D.

Hay que poner la transformación en una forma más entendible, si se conocen los vectores $(u_i, v_i, w_i)^T$ y $(x_i, y_i, q_i)^T$, entonces se tiene que calcular la matriz H , que es la que contiene las 8 incógnitas que se necesitan, por lo tanto, se obtienen las ecuaciones descritas en 4:

$$\begin{pmatrix} u_i \\ v_i \\ 1 \end{pmatrix} = H \begin{pmatrix} x_i \\ y_i \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_{00} & h_{01} & h_{02} \\ h_{10} & h_{11} & h_{12} \\ h_{20} & h_{21} & h_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_i \\ y_i \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_{00}x_i + h_{01}y_i + h_{02} \\ h_{10}x_i + h_{11}y_i + h_{12} \\ h_{20}x_i + h_{21}y_i + h_{22} \end{pmatrix} \quad (4)$$

Entonces si en coordenadas homogéneas se tiene que $u_i' = u_i/w$ y $v_i' = v_i/w$ se tiene que $w=1$, se obtienen las ecuaciones 5 y 6 para cada uno de los puntos (x,y) del plano origen al plano destino:

$$u_i = \frac{h_{00}x_i + h_{01}y_i + h_{02}}{h_{20}x_i + h_{21}y_i + h_{22}} \quad (5)$$

$$v_i = \frac{h_{10}x_i + h_{11}y_i + h_{12}}{h_{20}x_i + h_{21}y_i + h_{22}} \quad (6)$$

Las ecuaciones 5 y 6 corresponden a un solo punto (x,y) , si se tienen 4 correspondencias de puntos para i de 0 a 3, entonces se pueden expresar estas ecuaciones en forma matricial de $Ax=b$ quedando un sistema de 8×8 , como lo muestra la ecuación 7.

$$\begin{pmatrix} x_0 & y_0 & 1 & 0 & 0 & 0 & -u_0x_0 & -u_0y_0 \\ 0 & 0 & 0 & x_0 & y_0 & 1 & -v_0x_0 & -v_0y_0 \\ x_1 & y_1 & 1 & 0 & 0 & 0 & -u_1x_1 & -u_1y_1 \\ 0 & 0 & 0 & x_1 & y_1 & 1 & -v_1x_1 & -v_1y_1 \\ x_2 & y_2 & 1 & 0 & 0 & 0 & -u_2x_2 & -u_2y_2 \\ 0 & 0 & 0 & x_2 & y_2 & 1 & -v_2x_2 & -v_2y_2 \\ x_3 & y_3 & 1 & 0 & 0 & 0 & -u_3x_3 & -u_3y_3 \\ 0 & 0 & 0 & x_3 & y_3 & 1 & -v_3x_3 & -v_3y_3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} h_{00} \\ h_{01} \\ h_{02} \\ h_{10} \\ h_{11} \\ h_{12} \\ h_{20} \\ h_{21} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} u_0 \\ v_0 \\ u_1 \\ v_1 \\ u_2 \\ v_2 \\ u_3 \\ v_3 \end{pmatrix} \quad (7)$$

Este sistema lineal puede ser resuelto usando el Algoritmo de Transformación Lineal Directa para la obtención de las coordenadas espaciales tridimensionales de un objeto (DLT), en caso de ponerlo como $Ax=0$, para los coeficientes h_{00} - h_{21} . Si el mapeo inverso es deseado en su lugar, entonces se puede calcular la matriz adjunta de H , pero en

casos especiales de velocidad crítica como el caso que se presenta, hay fórmulas más eficientes para el cálculo de la matriz de transformación. En el uso de la fórmula 7, hay 3 casos a considerar: cuadrado a cuadrilátero, cuadrilátero a cuadrado y cuadrilátero a cuadrilátero, los cuales se pueden observar en la Figura 2.

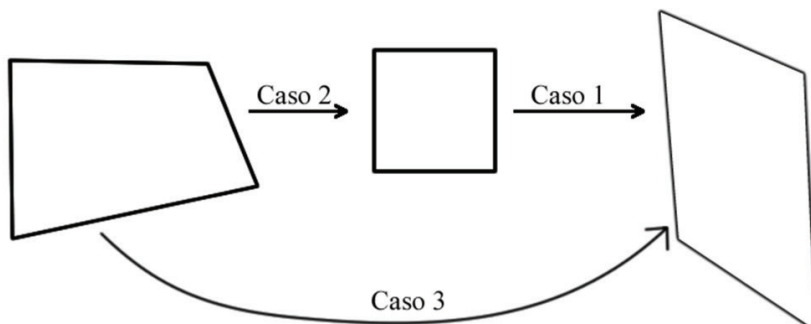


Figura 2 – Tipos de mapeos. Caso1: cuadrado a cuadrilátero, Caso 2: cuadrilátero a cuadrado y Caso 3: cuadrilátero a cuadrilátero.

Caso 1: el sistema es fácilmente resuelto simbólicamente en el caso especial donde el cuadrilátero xy es un cuadrado unitario. Si la correspondencia de vértices de (u, v) a (x, y) es la siguiente: $(u_0, v_0) = (0, 0)$, $(u_1, v_1) = (1, 0)$, $(u_2, v_2) = (1, 1)$ y $(u_3, v_3) = (0, 1)$. Al sustituir las x y y , en la ecuación (7) y despejando las incógnitas, h y v quedan las siguientes 8 ecuaciones:

$$h_{00} = u_1 - u_0 + h_{20} u_1 \quad (8)$$

$$h_{01} = u_3 - u_0 + h_{21} u_3 \quad (9)$$

$$h_{02} = u_0 \quad (10)$$

$$h_{10} = v_1 - v_0 + h_{20} v_1 \quad (11)$$

$$h_{11} = v_3 - v_0 + h_{21} v_3 \quad (12)$$

$$h_{12} = v_0 \quad (13)$$

$$h_{20} = \frac{((u_0 - u_1 + u_2 - u_3)(v_3 - v_2) - (u_3 - u_2)(v_0 - v_1 + v_2 - v_3))(v_1 - v_2)}{((u_1 - u_2)(v_3 - v_2) - (u_3 - u_2))} \quad (14)$$

$$h_{21} = \frac{((u_1 - u_2)(v_0 - v_1 + v_2 - v_3) - (u_0 - u_1 + u_2 - u_3)(v_1 - v_2))}{(((u_1 - u_2)(v_3 - v_2) - (u_3 - u_2)(v_1 - v_2)))} \quad (15)$$

Caso 2: el mapeo inverso, de un cuadrilátero a un cuadrado, también puede ser optimizado, si se usan las ecuaciones de cuadrado a cuadrilátero que se acaban de describir (8 a 15) para encontrar la inversa del mapeo deseado y luego se toma su adjunta para calcular el mapeo de cuadrilátero a cuadrado, lo cual puede verse en la Figura 2, porque la inversa de un mapeo proyectivo es un mapeo proyectivo.

Caso 3: se pueden calcular los mapeos de un cuadrilateral a un cuadrado y de un cuadrado a un cuadrilateral rápidamente, los 2 mapeos pueden fácilmente ser compuestos, es decir, se multiplica la matriz del cuadrilátero a cuadrado por la matriz de cuadrado a cuadrilátero, para dar un mapeo de cuadrilátero a cuadrilátero.

Finalmente se pasaron los 3 casos anteriores a código en lenguaje Java, se creó una clase llamada TransformacionesProyectivas, la cual contiene 6 métodos, un constructor, sus correspondientes accesores y mutadores. Cada uno de los 6 métodos representa las principales operaciones matriciales que deben hacerse para el cálculo de la matriz de transformación, estos métodos son los siguientes:

- *cuadroCuadrilatero*: Este método representa el caso 1 de las transformaciones proyectivas, donde se mapea un cuadrado unitario en un cuadrilátero irregular arbitrario, recibe como parámetro una matriz bidimensional de 4×2 y regresa como resultado una matriz de 3×3 .
- *cuadrilateroCuadro*: Este método representa el caso 2 de las transformaciones proyectivas, donde al contrario del caso 1, se mapea un cuadrilátero irregular en un cuadrado unitario, recibe como parámetro una matriz bidimensional de 4×2 y regresa como resultado una matriz de transformación de 3×3 , este método llama al método *cuadroCuadrilatero* y luego aplica la operación de matriz adjunta al resultado por medio del método *matrizAdjunta*.
- *cuadrilateroCuadrilatero*: Este método multiplica las 2 matrices de transformación obtenidas de los 2 casos anteriores por medio del método *multiplicacion* y el resultado es la matriz de transformación u homografía final de 3×3 , la cual es asignada a una variable que representa esta matriz.
- *matrizAdjunta*: Recibe como parámetro una matriz bidimensional de 3×3 y aplica la operación de matriz adjunta a esta. Este método ayuda al cálculo del caso 2 de transformaciones proyectivas, ya que la inversa de una matriz de homografía es una matriz de homografía.
- *multiplicacion*: Recibe como parámetro 2 matrices bidimensionales de 3×3 y las multiplica regresando una matriz bidimensional de 3×3 . Este método ayuda al cálculo del caso 3, donde se tienen que multiplicar las matrices de transformación del plano origen y el plano destino para sacar la matriz de transformación que hace el mapeo entre estos 2 planos.
- *transformacion*: este método recibe como parámetro un punto 2D, la cual representa un punto (x,y) a ser transformado del un plano origen al plano destino y regresa un punto 2D, la cual representa el punto (x,y) transformado por medio de la matriz de transformación.

En el constructor se pasan como parámetros 2 matrices de 4×2 , la primera representa los 4 puntos

(x,y) de las 4 esquinas del espacio de trabajo y la segunda los puntos (x,y) de las 4 esquinas de la pantalla de la computadora. Al llamar el método `cuadrilateroCuadrilatee` calcula la matriz de transformación para estos 2 planos, la cual es usada en el método `transformacion` para calcular el punto equivalente entre los 2 planos. Esta clase aunque fue escrita en Java, puede ser implementada en cualquier lenguaje de programación para así poder mapear un punto de un plano a otro y poder implementar un pizarrón interactivo en cualquier plataforma que se desee siempre y cuando se tengan las bibliotecas necesarias para conectar el Wiimote e interactuar con el stack del Bluetooth

4. Conclusiones

Después de analizar el software del pizarrón e investigar acerca de las homografías, como se describió en la sección 3, el algoritmo implementa los 3 casos vistos acerca de las transformaciones proyectivas, con el cual se pudo reproducir exitosamente la transformación de un punto detectado en un plano origen (la proyección usada como espacio de trabajo) a un plano destino (la pantalla de la computadora), implementado con el lenguaje de programación JAVA, y obteniendo un pizarrón interactivo básico, en cuanto a funcionalidad se refiere, pero con la misma capacidad que el del software *WiimoteWhiteboard*.

Al demostrar que el mapeo proyectivo funciona, se puede concluir que usando geometría proyectiva se puede mapear un plano arbitrario origen en uno destino, usando operaciones matriciales para convertir un punto ubicado en el espacio origen a su equivalente en el espacio destino.

Se comprueba que los 3 casos de la geometría proyectiva: de cuadro unitario a cuadrilátero, de cuadrilátero a cuadro unitario y de cuadrilátero a cuadrilátero, permiten resolver el sistema de 8 ecuaciones y obtener la matriz de transformación u homografía H mas rápido y fácil que al usar un algoritmo como DLT.

Finalmente, al implementar el código, se comprueba que siguiendo los 3 casos de las transformaciones proyectivas, se puede desarrollar un algoritmo genérico para poder crear un pizarrón interactivo infrarrojo funcional en cualquier lenguaje de programación.

Referencias

- Jin, G. B. (2012) Smoothboard. Accesado desde <http://www.smoothboard.net/wiimote/>
- Lee, J. C. (2012) Wii Remote Projects. Accesado desde <http://johnnylee.net>
- Markowski, J. (2012) wiiBoardJ. Accesado desde <http://wiiboardj.veuti.com>
- Peek, B. (2012) WiimoteLib - .NET Managed Library for the Nintendo Wii Remote. Accesado desde <http://www.brianpeek.com/page/wiimotelib>
- Schmidt, U. (2012) Wiimote Whiteboard. Accesado desde <http://www.uweschmidt.org/wiimote-whiteboard>

Aplicación de técnicas evolutivas y visión por computadora para navegación autónoma de robots utilizando un TurtleBot 2

Yadira Quiñonez ¹, Iván Tostado ¹, Carlos Burgueño ¹

yadiraqui@uas.edu.mx, itostado@uas.edu.mx, cburguenog@gmail.com

¹ Facultad de Informática Mazatlán, Universidad Autónoma de Sinaloa, Av. Leonismo Internacional S/N y Av. de los Deportes, Ciudad Universitaria, Mazatlán, Sinaloa, México.

DOI: 10.17013/risti.e3.93-105

Resumen: La navegación autónoma de robots es uno de los principales problemas entre los robots debido a su complejidad y dinamismo, ya que depende de las condiciones ambientales como la interacción entre ellos mismo, personas o cualquier cambio sin previo aviso en el entorno. En este trabajo, hemos propuesto la aplicación de técnicas evolutivas para la navegación autónoma de robots. El objetivo de este artículo es desarrollar el control de movimiento de un robot para alcanzar una meta en un entorno desconocido, donde los comportamientos de bajo nivel son obtenidos a través de redes de neuronas artificiales y posteriormente han sido evolucionados mediante algoritmos evolutivos. Para este propósito ROS y el TurtleBot 2 han sido utilizados. El documento finaliza con una discusión crítica de los resultados experimentales.

Palabras-clave: Robots autónomos; redes de neuronas artificiales; algoritmos evolutivos; neuro-controladores; ROS.

Application of evolutionary techniques and computer vision for the autonomous robots navigation using a TurtleBot 2

Abstract: The autonomous navigation of robots is one of the main problems among the robots due to its complexity and dynamism as it depends on environmental conditions as the interaction between themselves, persons or any unannounced change in the environment. In this work, we have proposed the application of evolutionary techniques for autonomous navigation of robots. The objective of this work is to develop the motion control for a robot to reach a goal in an unknown environment, where the low level behaviors are obtained through artificial neural networks and subsequently have been evolved by evolutionary algorithms. For this purpose ROS and robot TurtleBot 2 are used. The paper ends with a critical discussion of the experimental results.

Keywords: Autonomous Robots; Artificial Neural Network; Evolutionary Algorithms; Neuro-controllers; ROS.

1. Introducción

La robótica, una de las áreas más características de la Inteligencia Artificial, ha tenido un crecimiento sorprendente desde sus inicios hasta hoy en día, se han desarrollado progresos muy significativos en diversos campos de aplicación. Los robots se han convertido en una herramienta fundamental para producir, trabajar y realizar labores peligrosas en la tierra y fuera de ella. Tradicionalmente, las aplicaciones de la robótica según (Parker, 2008) estaban enfocadas principalmente en el sector industrial (por ejemplo: la soldadura, el montaje, el procesamiento, manipulación de piezas, el corte de materiales mediante robot), donde el principal objetivo era la automatización masiva en los servicios para aumentar la productividad, la flexibilidad, la calidad, pero sobre todo, la mejora de la seguridad con el fin de disminuir el riesgo de las personas en la realización de tareas peligrosas.

En las últimas dos décadas, de acuerdo con (Bräunl, 2008) el campo de aplicación de la robótica se ha ido ampliado a otros sectores, algunos ejemplos son: robots para la construcción (Baeksuk, 2009; Hanjong, 2007), robots domésticos (De Almeida, 2011; Sahin, 2007), robots asistenciales (Linder, 2010; Nagatani, 2009; Santana, 2005), robots en la medicina (Guglielmelli, 2009; Low, 2011), robots de defensa, rescate y seguridad (Okamura, 2010; Reed, 2011), entre otros.

La robótica ha experimentado un rápido desarrollo en el último siglo, ha habido una gran cantidad de investigación realizada con respecto a los robots móviles autónomos (Burgard, 2005; Chaimowicz, 2004; Howard, 2006). Estas investigaciones, se han dirigido hacia la búsqueda de métodos eficientes y robustos para el control de robots móviles. Hoy en día se puede considerar una disciplina científica plenamente establecida, de la que están surgiendo nuevas áreas de conocimiento. Una de estas nuevas áreas se centra en el estudio de sistemas compuestos por varios robots, conocidos como sistemas multi-robot. En general, estos sistemas están formados por un conjunto de robots físicamente independientes, equipados con sofisticados sensores y actuadores que, en un mismo entorno, interactúan entre sí y con el medio para lograr un objetivo en común (Farinelli, 2004), tratando así de mejorar la eficacia, eficiencia, rendimiento y robustez de un sistema robótico unitario.

La visión por computadora tiene una gran cantidad de aplicaciones en diferentes áreas, sin duda, la robótica es una de las más beneficiadas, ya que, hay muchos enfoques para resolver la navegación de robots móviles, una de las técnicas más utilizadas es la de navegación basado en el análisis de imágenes. En el campo de visión por computadora se utilizan diversas técnicas, que contantemente se combinan con algoritmos de aprendizaje automático para obtener mejores resultados. La navegación autónoma de robots basada en la visión por computadora es un recurso maravilloso, porque cualquier información que se pueda extraer de una cámara puede proporcionar una gran ayuda para lograr el movimiento del robot.

En este artículo, proponemos la utilización de técnicas evolutivas y visión por computadora para la navegación autónoma de un robot usando un TurtleBot 2. El objetivo de este trabajo consiste en desarrollar el control de movimiento para que un robot alcance un objetivo en un entorno desconocido. Las variables de entrada y salida del robot se han modelado en una red de neuronas artificiales, y posteriormente, han sido evolucionadas mediante algoritmos evolutivos.

Este artículo está estructurado de la siguiente manera: en la sección II se describen las herramientas de implementación que se utilizarán para llevar a cabo los experimentos.

En la sección III se hace una descripción de los comportamientos básicos implementados tanto en simulación como en el robot. La sección IV presenta una explicación detallada de la evolución de neuro-controladores, se definen los parámetros a considerar para la evolución de dichos comportamientos. En la sección V se muestran los resultados obtenidos de los experimentos que se han realizado a partir de la evolución de un conjunto comportamientos básicos. Finalmente, las conclusiones de este trabajo se describen en la sección VI.

2. Herramientas de implementación

ROS (Robot Operating System) es una plataforma de código abierto para el desarrollo de sistemas robóticos. Proporciona toda una serie de servicios y librerías que simplifican considerablemente la creación de aplicaciones complejas para robots. ROS permite el uso de distintos lenguajes de programación. De forma oficial soportan Python, C++ y Lisp además de muchas otras. Actualmente, la librería está dedicada para el sistema operativo Ubuntu (Linux) que es completamente estable, aunque se está adaptando a otros sistemas operativos como Fedora, Mac OS X, Arch, OpenSUSE, Slackware, Debian y Microsoft Windows.

ROS está diseñado para promover la compartición de código y habilitar el desarrollo de aplicaciones de robótica, que permita a la comunidad científica progresar y replicar los resultados de otros grupos de investigación de forma más rápida. En la actualidad, hay diversos grupos que utilizan ROS para manipular a sus robots (Cousins, 2010; Araujo, 2014), algunos ejemplos son: Care-O-bot 3, iRobot Create, Aldebaran Nao y turtlebot 2.

TurtleBot 2 es un robot móvil de cinemática diferencial que está programado con ROS (ver Figura 1) y puede utilizarse para múltiples aplicaciones, es una plataforma robótica abierta que está diseñado específicamente para la educación e investigación.



Figura 1 - TurtleBot 2 equipado con un sensor en 3D, bumpers y cámara Kinect Xbox 360, para navegar en ambientes interiores y exteriores

3. Descripción de los comportamientos básicos

Los comportamientos de navegación cubren las habilidades básicas que tiene un robot, utilizando los datos de las características del entorno para llevar a cabo la navegación autónoma. A continuación se describen cada uno de los comportamientos de bajo nivel definidos para lograr el objetivo:

- *Buscando*: este comportamiento hace que el robot navegue por el entorno en busca de un objetivo.
- *Evitando obstáculos*: este comportamiento genera una trayectoria en donde el robot de forma dinámica evita el contacto físico con otros elementos del entorno como los obstáculos, las paredes u otros robots. Utiliza la información de los sensores con el fin de determinar las posiciones de los elementos y generar una velocidad de giro para evitar el posible contacto.
- *Desbloqueando*: mientras que los robots navegan por el entorno, pueden ser bloqueados por obstáculos. El comportamiento de desbloqueo se ha definido para dar solución a esta situación. Básicamente, el comportamiento hace que el robot vaya en dirección opuesta al obstáculo que se ha detectado por el sensor.
- *Siguiendo*: Este comportamiento se encarga de hacer un seguimiento de personas o incluso a otros robots cuando son percibidos a través de la cámara. Un proceso de seguimiento basado en el color del robot se lleva a cabo y en algunos momentos son calculados. El comportamiento trata de mantener la coordenada de la posición horizontal del robot a seguir en el centro de la imagen.

Las redes de neuronas artificiales (RNA) se han estudiado desde los años 60's hasta la actualidad por diversos investigadores de la comunidad científica para resolver problemas en diferentes áreas de aplicación. Básicamente, las RNA como su nombre lo indica, están compuestas por un número de neuronas interconectadas, donde sus parámetros de entrada son el conjunto de señales recibidas del entorno, dichas señales, son calculadas usando una función de activación, y finalmente, se obtiene la señal de salida como se muestra en la Figura 2.

Cada uno de los comportamientos básicos han sido modelados mediante una RNA, donde los parámetros de entrada para el comportamiento de evitando obstáculos es la lectura de los sensores del robot. El parámetro de entrada para comportamiento de seguimiento es la componente x que retorna la cámara. Finalmente, los parámetros de salida de la red corresponden a la velocidad de rotación del robot, considerando una velocidad de avance constante para cada uno de los comportamientos.

4. Evolución de los neuro-controladores

Los algoritmos evolutivos (AE) son técnicas de búsqueda y optimización basadas en procesos naturales de evolución, con el fin de resolver problemas complejos usando modelos computacionales. En la actualidad existen diversos algoritmos evolutivos, los más usados en robótica evolutiva de acuerdo con (Nolfi, 2002) son: Estrategias Evolutivas, Algoritmos Genéticos, Programación Evolutiva y Programación Genética. A pesar de que todos estos fueron desarrollados de forma independiente, comparten el objetivo de imitar los procesos naturales evolutivos. En los últimos años, la

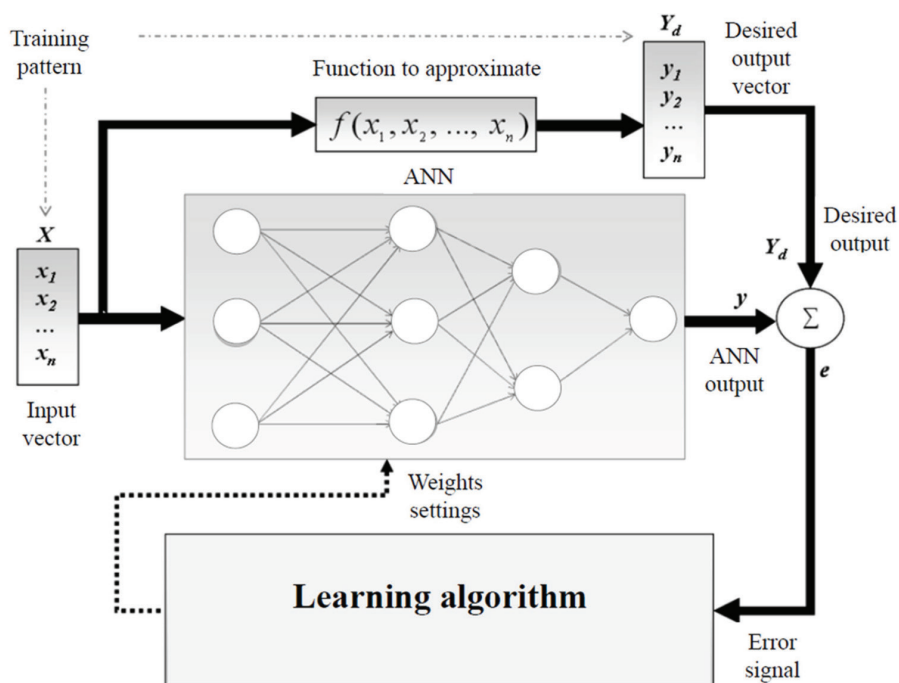


Figura 2 - Esquema general de una red neuronal y diagrama representativo de entrenamiento

aplicación de la evolución artificial en los robots móviles se ha desarrollado muy rápido, específicamente, la evolución de técnicas que les permita adaptar sus comportamientos ante cambios imprevistos, siendo este un desafío clave en la robótica (Sukhatme, 2002).

Las RNAs son evolucionadas a través de algoritmos genéticos, en La Figura 3 se muestra un diagrama de flujo que describe la estructura general del AE. En primer lugar, se inicia con una población que se genera aleatoriamente, después de esto, evaluamos y ordenamos la adaptabilidad (fitness) de cada individuo de la población, se seleccionan los mejores individuos al azar, donde los individuos mejor adaptados tendrán más probabilidad de ser seleccionados. Luego, se aplica el operador de mutación a cada uno de los individuos seleccionados para generar un nuevo individuo y renovar la población. El algoritmo converge cuando el mejor individuo de la población satisface la solución al problema (Quiñonez, 2009).

En las simulaciones hemos considerado algunos parámetros para la evolución de comportamientos: el número de generaciones, el número de individuos, el número de pasos y la probabilidad de mutación. De acuerdo con los resultados obtenidos se requieren alrededor de 40 a 60 generaciones para obtener un controlador que cumpliera con los requisitos; las poblaciones estaban compuestas por 10-40 individuos. Los mejores resultados fueron obtenidos a partir de 40 generaciones con una población de 20 individuos; se obtenía mejor rendimiento usando elitismo porque mantiene la calidad de la población y con un factor de mutación de 0.3 el algoritmo converge más rápido (Quiñonez, 2009).

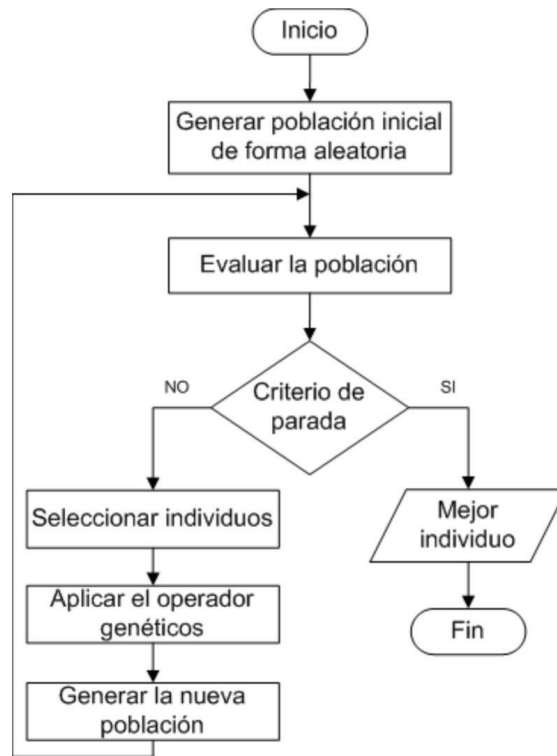


Figura 3 - Algoritmo evolutivo diseñado para evolucionar los comportamientos de bajo nivel

5. Resultados experimentales

Hemos llevado a cabo diversos experimentos para evaluar los algoritmos establecidos. La implementación ha sido realizada en Python, la simulación en ROS, y posteriormente, se realizaron las pruebas físicas en el TurtleBot 2.

El primer experimento se ha realizado con poblaciones pequeñas de 20 individuos, y con un número pequeño de generaciones de 50, sin utilizar elitismo y un factor de mutación relativamente bajo (0, 1). En la evaluación de cada individuo se ubicó al robot siempre con la misma orientación y en la misma posición, de tal forma que cada individuo sea evaluado siempre en las mismas condiciones que los otros. La adaptabilidad (fitness) de cada individuo se midió contando el número de paso (steps) que el individuo tomaba en llegar al objetivo, los mejores adaptados tenían un menor número de pasos, de tal forma que la adaptabilidad (f) fue calculada de la siguiente manera:

Se realizaron tres ejecuciones, todas ellas con los mismos parámetros, en la figura 4 podemos observar un resumen de los resultados obtenidos. El eje x corresponde a la generación, y el eje y al valor del fitness normalizado del mejor individuo de dicha población. Se utiliza el fitness normalizado con el objetivo de visualizar mejor los

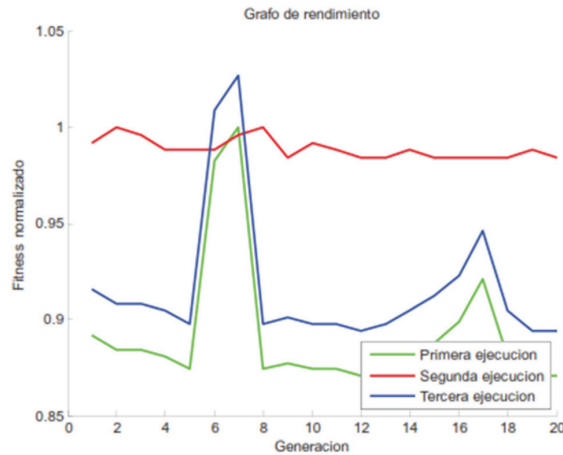


Figura 4 – Índice de rendimento de los resultados del primer experimento

resultados, de tal forma que podamos comparar el mejor individuo de una población con respecto al mejor individuo de entre todas las poblaciones.

Como se observa en la Figura 4 los resultados no son nada prometedores, es una búsqueda totalmente aleatoria. En ciertas poblaciones hemos tenido individuos muy buenos que a pesar de que hayan sido seleccionados para mutar y formar parte de una nueva generación, esta nueva no haya mejorado con respecto a la anterior. Para mejorar estos resultados utilizamos elitismo, esto es, se elige al mejor individuo de una población para colocarlo íntegramente en la nueva población generada a partir de la anterior.

En el siguiente experimento, asignamos el mismo valor colocado a los parámetros del experimento anterior con la diferencia que se ha utilizado elitismo. En la figura 5 se puede observar un resumen de los resultados obtenidos. Analizando los resultados, se puede observar claramente como el elitismo mantiene la calidad de la población. Además, se observa como el mejor individuo de la primera generación fue el mejor de todas las generaciones, es muy probable que en este caso hayamos caído en un óptimo local. Para mejorar esto, hemos aumentado el factor de mutación a 0.3 para ampliar el espacio de la búsqueda.

Para mejorar los resultados utilizamos una función de evaluación de adaptabilidad logarítmica que reaccione mejor ante estos pequeños cambios. En la evaluación de adaptabilidad el robot inicia en una posición y orientación completamente aleatorias, al hacer esta consideración fue necesario realizar un ajuste en la función de adaptabilidad siendo calculada de la siguiente manera:

$$f = \log \left(1 + \frac{d}{steps} \right)$$

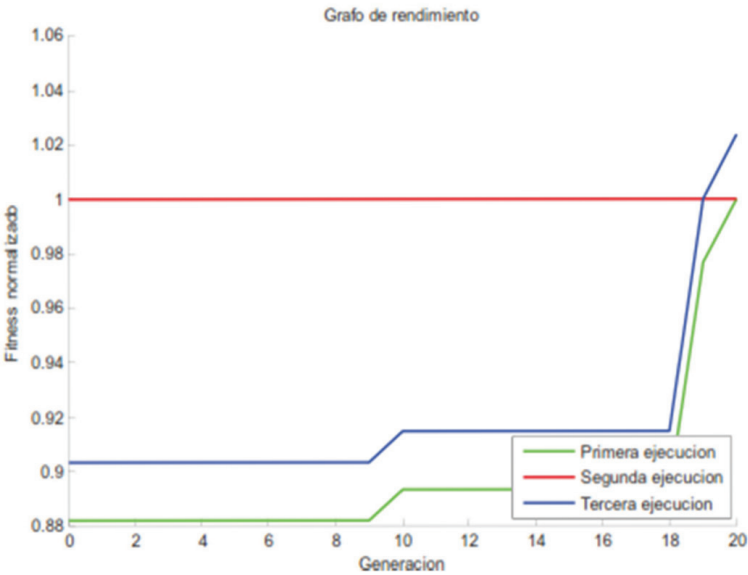


Figura 5 – Índice de rendimiento de los resultados del segundo experimento

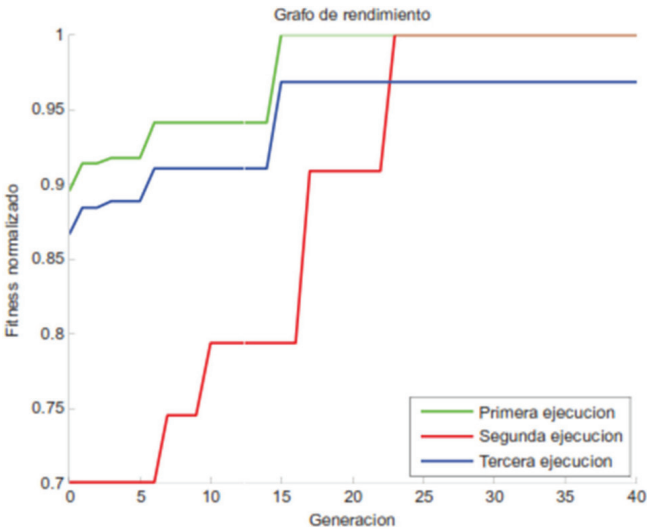


Figura 6 – Índice de rendimiento de los resultados del tercer experimento

Adicionalmente, aumentamos el número de generaciones a 40 para observar mejor la evaluación de las poblaciones utilizando estas mejoras. En la figura 6 se puede observar que la convergencia resulta ser un poco más rápida. En este caso, procedemos a probar los resultados obtenidos seleccionando al mejor individuo de la población final, e introduciendo sus parámetros en el robot para analizar su comportamiento.

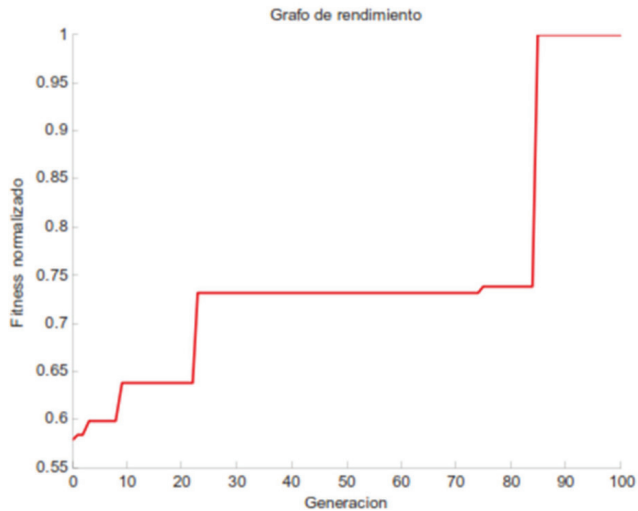


Figura 7 – Índice de rendimiento de los resultados del cuarto experimento

El último experimento realizado considera todas estas mejoras. En la figura 7 se muestran los resultados obtenidos, se puede observar que la convergencia resulta ser lenta, esto es normal debido a que estamos buscando una solución en un espacio de búsqueda mucho más amplio, el cual está considerando la posición y la orientación inicial del robot.

A continuación, en las siguientes figuras se muestran las implementaciones en un robot físico, para probar los resultados de los experimentos con los algoritmos establecidos. En la Figura 8 se observa el entorno en tiempo real en donde el robot realiza la navegación autónoma y la forma en como lo visualiza.

En la Figura 9 y 10 se muestra una secuencia de imágenes con la implementación en el robot, se puede observar claramente como el robot utiliza los datos y características del entorno para llevar a cabo una navegación autónoma con éxito, haciendo uso de los comportamientos básicos establecidos.

6. Conclusiones

Los algoritmos evolutivos son técnicas muy potentes para encontrar una solución a un problema de optimización. Aquí se ha demostrado que antes de definir la función de evaluación, es fundamental realizar un análisis exhaustivo del problema a resolver, debido a que, una mala definición de la función de evaluación puede llevar a resultados no satisfactorios. Para conseguir que el algoritmo converja hacia una buena solución en el menor tiempo posible, es imprescindible definir una muy buena función de evaluación que permita reconocer dentro de una población cuales son los mejores individuos.

Se ha verificado que el uso de técnicas evolutivas para evolucionar los neuro-controladores son apropiadas para el desarrollo de comportamientos básicos de los robots. Estas técnicas al ser utilizadas de manera combinada, son un mecanismo potente que permiten



Figura 8 – Visualización del TurtleBot 2 en un entorno físico

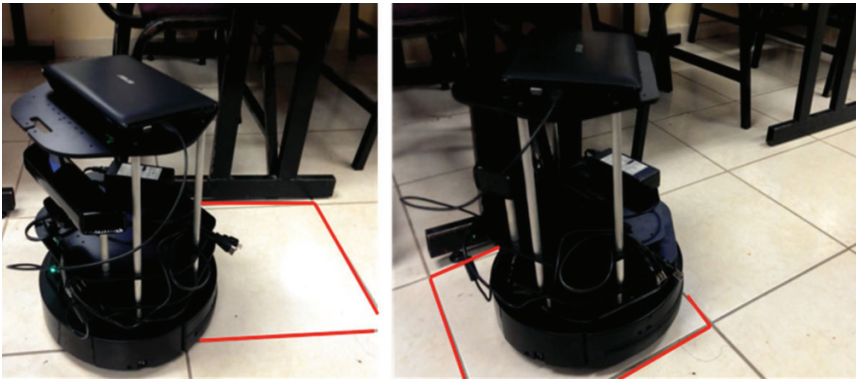


Figura 9 – Implementación en el robot en un entorno físico

suavizar de manera considerable los movimientos del robot, y de esta forma, encontrar no solo comportamientos que optimicen los movimientos de un robot sino también para realizar tareas complejas.

Con respecto a las herramientas de implementación, podemos decir que son herramientas muy completas para el control de dispositivos robóticos, debido a que, soportan una gran variedad de hardware robótico comercial.



Figura 10 – Implementación en el robot en un entorno físico

Agradecimientos

Los autores quieren dar las gracias a la Universidad Autónoma de Sinaloa por la financiación de este proyecto de investigación con el apoyo otorgado mediante la convocatoria de PROFAPI 2013 con clave PROFAPI/146.

Referencias

- Araujo, A., Portugal, D., Couceiro M., & Rocha, R. (2014). Integrating Arduino-Based Educational Mobile Robots in ROS. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 77(2), 281-298.
- Baeksuk , C., Kyungmo , J., Youngsu , C., Daehie , H., Myo-Taeg, L., Shinsuk , P., Yongkwun, L., Sung-Uk, L., Min, C.K. & Kang , H. K. (2009). Robotic automation system for steel beam assembly in building construction. *4th International Conference onAutonomous Robots and Agents* (págs. 38 - 43). IEEE.
- Bräunl, T. (2008). *Embedded Robotics: Mobile Robot Design and Applications with Embedded Systems*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Burgard, W., Moors, M., Stachniss, C., & Schneider, F. (2005) Coordinated multi-robot exploration. *IEEE Transactions on Robotics*, 21(3), 376-386.

- Chaimowicz, L., Grocholsky, B., Keller, J.F., Kumar, V., & Taylor, C.J. (2004) Experiments in multirobot air-ground coordination. *IEEE International Conference on Robotics and Automation*, (4), 4053–4058.
- Cousins, S., Gerkey, B., Conley, K., & Garage, W. (2010). Sharing software with ROS. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 17(2), 12-14.
- De Almeida, A. T., & Fong, J. (2011). Domestic service robots. *IEEE Robotics and Automaton Magazine*, 18(3), 18-20.
- Farinelli, R., Iocchi, L., & Nardi, D. (2004). Multirobot systems: A classification focused on coordination. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B*, 34(5), 2015-2028.
- Guglielmelli, E., Johnson, M.J., & Shibata, T. (2009). Guest editorial special issue on rehabilitation robotics. *IEEE Transactions on Robotics*, (25), 447-480.
- Hanjong, J., ChiSu, S., Kyunghun, K., Kyunghwan, K., & Jaejun, K. (2007). A study on the advantages on high-rise building construction which the application of construction robots take. *IEEE International Conference on Control, Automation and Systems* (págs. 1933 - 1936).
- Howard, A., Parker, L.E., & Sukhatme, G.S. (2006) Experiments with a large heterogeneous mobile robot team: exploration, mapping, deployment and detection. *The International Journal of Robotics Research*, 25(5-6), 431–447.
- Linder, T., Tretyakov, V., Blumenthal, S., Molitor, P., Holz, D., Murphy, R., Tadokoro, S., & Surmann, H. (2010). Rescue robots at the collapse of the municipal archive of cologne city: a field report. In *International Workshop on Safety Security and Rescue Robotics*, págs. 1-6.
- Low, K.H. (2011). Robot-assisted gait rehabilitation: from exoskeletons to gait systems. *Defense Science Research Conference and Expo (DSR)*, págs. 1-10.
- Nagatani, K., Okada, Y., Tokunaga, N., Yoshida, K., Kiribayashi, S., Ohno, K., Takeuchi, E., Tadokoro, S., Akiyama, H., Noda, I., Yoshida, T. and Koyanagi, E. (2009). Multi-robot exploration for search and rescue missions: a report of map building in RoboCupRescue 2009. In *International Workshop on Safety Security and Rescue Robotics*, págs 1-6.
- Nolfi, S., & Floreano, D. (2002). Evolutionary robotics: The biology, intelligence and technology of self-organizing machines, *Journal Artificial Life*, MIT Press, Cambridge, MA, USA, pp. 419-424.
- Okamura, A.M., Mataric, M.J., & Christensen, H.I. (2010). Medical and health-care robotics. *IEEE Robotics and Automation Magazine*, 17(3):26-37.
- Parker, L. E. (2008). Multiple Mobile Robot Systems. En B. Siciliano, & O. Khatib, *Springer Handbook of Robotics* (págs. 921-941). Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Quiñonez, Y., De Lope, J., & Maravall, D. (2009). Cooperative and competitive behaviors in a multi-robot system for surveillance tasks, *Computer Aided Systems Theory, EUROCAST*, pp. 437-444.

- Reed, K.B., Majewicz, A., Kallem, V., Alterovitz, R., Goldberg, K., Cowan, N.J., & Okamura, A.M. (2011). Robot-assisted needle steering. *IEEE Robotics and Automation Magazine*, 18(4):35-46.
- Sahin, H., & Guvenc, L. (2007). Household robotics: autonomous devices for vacuuming and lawn mowing. *IEEE Control Systems Magazine*, 27(2), 20-96.
- Santana, P., Barata, J., Cruz, H., Mestre, A., Lisboa, J. & Flores, L. (2005). A multi-robot system for landmine detection. *IEEE Conference on Emerging Technologies and Factory Automation*, (1), 721-728.
- Sukhatme, G.S. & Mataric, M.J. (2002). Robots: intelligence, versatility, adaptivity. *Communications of the ACM*, (45), 30-32.

Critérios Editoriais

A RISTI (Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação) é um periódico científico, propriedade da AISTI (Associação Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação), que foca a investigação e a aplicação prática inovadora no domínio dos sistemas e tecnologias de informação.

O Conselho Editorial da RISTI incentiva potenciais autores a submeterem artigos originais e inovadores para avaliação pelo Conselho Científico.

A submissão de artigos para publicação na RISTI deve realizar-se de acordo com as chamadas de artigos e as instruções e normas disponibilizadas no sítio Web da revista (<http://www.aisti.eu/risti>).

Todos os artigos submetidos são avaliados por um conjunto de membros do Conselho Científico, não inferior a três elementos.

Em cada número da revista são publicados entre cinco a oito dos melhores artigos submetidos.

Criterios Editoriales

La RISTI (Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de la Información) es un periódico científico, propiedad de la AISTI (Asociación Ibérica de Sistemas y Tecnologías de la Información), centrado en la investigación y en la aplicación práctica innovadora en el dominio de los sistemas y tecnologías de la información.

El Consejo Editorial de la RISTI incentiva autores potenciales a enviar sus artículos originales e innovadores para evaluación por el Consejo Científico.

Lo envío de artículos para publicación en la RISTI debe hacerse de conformidad con las llamadas de los artículos y las instrucciones y normas establecidas en el sitio Web de la revista (<http://www.aisti.eu/risti>).

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

En cada número de la revista se publican cinco a ocho de los mejores artículos enviados.

Chamada de Artigos

Encontra-se aberto até 1 de abril de 2015 o período de envio de artigos para o décimo quinto número da RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, o qual será publicado durante o próximo mês de junho de 2015.

Este número é dedicado à Governança das Tecnologias da Informação (TI) e às Ferramentas Informáticas para Auditoria e pretende integrar contribuições originais e relevantes nas diferentes dimensões e vertentes desta temática. Os tópicos recomendados incluem os listados abaixo. No entanto, também serão bem-vindos outros tópicos relacionados com estas temáticas mas aqui não incluídos:

- Processos de Governança das TI
- Modelos de Governança para SI
- Metodologias de Gestão das TI (COBIT, ITIL, etc.)
- Fatores Críticos de Sucesso na Governança das TI
- Ferramentas e Métricas para Avaliar os Processos e as Políticas de Governança
- Recursos Humanos versus Governança das TI
- Papel das TI nos Procedimentos de Auditoria
- Ferramentas Informáticas na Detecção de Fraude
- Procedimentos Analíticos de Auditoria
- Aplicações de Mineração de Dados na Gestão das TI
- Aplicações de Mineração de Dados na Detecção de Fraude e Risco
- Desafios Presentes e Futuros da Governança das TI

Os artigos devem ser escritos em Português ou Espanhol. Para informações sobre dimensão, normas de formatação e processo de submissão, agradecemos a consulta do Portal da RISTI: <http://www.aisti.eu/risti>

Llamada de Artículos

Se encuentra abierto hasta al día 1 de Abril de 2015 el período de envío de artículos para el décimo quinto número de la RISTI - Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de la Información, el cual será publicado durante el próximo mes de Junio de 2015.

Este número se dedica a la Gobernanza de las Tecnologías de la Información (TI) y Herramientas Informáticas para la Auditoría. Pretende integrar contribuciones originales y relevantes en las diferentes dimensiones y aspectos de este tema. Los asuntos recomendados incluyen los abajo listados, pero también serán bienvenidos otros asuntos relacionados con la temática y aquí no incluidos:

- Procesos de Gobernanza de las TI
- Modelos de Gobernanza para SI
- Metodologías de Gestión de las TI (COBIT, ITIL, etc.)
- Factores Críticos de Éxito en la Gobernanza de las TI
- Herramientas y Métricas para Evaluar los Procesos y las Políticas de Gobernanza
- Recursos Humanos y Gobernanza de las TI
- Papel de las TI en los Procedimientos de Auditoría
- Herramientas Informáticas en la Detección de Fraude
- Procedimientos Analíticos de Auditoría
- Aplicaciones de Minería de Datos en la Gestión de TI
- Aplicaciones de Minería de Datos en la Detección de Fraude y Riesgo
- Retos Actuales y Futuros de la Gobernanza de las TI

Los artículos deben ser escritos en portugués o español. Para obtener información sobre longitud, reglas de formato y proceso de envío, por favor consulte el Portal de la RISTI: <http://www.aisti.eu/risti>

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

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



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: _____



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

©AISTI 2015 <http://www.aisti.eu>

