Revista Cubana de Ciencias Informáticas
Vol. 8, No. 3, Julio-Septiembre, 2014
ISSN: 2227-1899 | RNPS: 2301
Pág. 41-52
http://rcci.uci.cu

Tipo de artículo: Artículo original
Temática: Ingeniería y Gestión de software
Recibido: 23/05/2014 | Aceptado: 17/06/2014

Técnicas formales y de inteligencia artificial para la gestión de recursos humanos en proyectos informáticos

Formal and artificial intelligence techniques for the management of human resources in IT projects

Surayne Torres-López [1*], José Alejandro Lugo-García[1], Pedro Yobanis Piñero-Pérez [1], Karina Mileisis Torres-Quiñones [1], Aymé Perdomo-Alonso[1], Betsy Cuza-García[2], Miroslava Lázara Aldana-Cuza[1]

[1] Laboratorio de Investigaciones en Gestión de Proyectos. Universidad de las Ciencias Informáticas, Carretera a San Antonio de los Baños, km 2 ½, Torrens, Boyeros, La Habana, Cuba. CP.: 19370.
[2] Facultad 6. Departamento de Ciencias Básicas. Universidad de las Ciencias Informáticas. Carretera a San Antonio de los Baños, km 2 ½, Torrens, Boyeros, La Habana, Cuba. CP.: 19370.

*__Autor para correspondencia__: storres@uci.cu

Resumen

La competitividad del mundo empresarial demanda de contar con personal competente, sobre todo cuando la producción se organiza en forma de proyectos. La gestión de los recursos humanos constituye un área de gran importancia en estos entornos. Para su realización se han propuesto métodos, modelos y algoritmos que utilizan técnicas de inteligencia artificial, sin embargo muchos casos representan propuestas teóricas o mecanismos invasivos anteponiéndose a la eficiencia del proyecto. En este trabajo se hace una propuesta de utilización de técnicas formales y de inteligencia artificial para la gestión de los recursos humanos en proyectos informáticos. La propuesta está implementada sobre Xedro-GESPRO: una herramienta para la dirección integrada de proyectos desarrollada en el país y utilizada por varias organizaciones desarrolladoras de proyectos de diversa índole.

Palabras clave: formación, inteligencia artificial, proyectos informáticos, recursos humanos, toma de decisiones.

Revista Cubana de Ciencias Informáticas
Vol. 8, No. 3, Julio-Septiembre, 2014
ISSN: 2227-1899 | RNPS: 2301
Pág. 41-52
http://rcci.uci.cu

Abstract

The competitiveness of the business world demands for suitable staff, especially when production is organized by projects. The management of human resources is an area of great importance. Methods, models and algorithms that use artificial intelligence techniques have been proposed for its implementation, however many cases represent theoretical proposals or invasive mechanisms against project efficiency. This paper proposes the use of formal and artificial intelligence techniques to manage human resources in IT projects. The proposal is implemented on Xedro-GESPRO: a tool for integrated project management developed in the country and used by several organizations developers of different projects.

Keywords*: artificial intelligence, decision making, human resources, software projects, training.*

Introducción

La organización de la producción en proyectos es utilizado continuamente en la actualidad por distintas esferas de la sociedad (construcción, informática, salud, etc.). Entre los factores fundamentales que influyen en el éxito de los proyectos se encuentran los relacionados con los recursos humanos y las decisiones que involucra la gestión de los mismos (Charette, 2005) (Neil, 2006) (Ryan, 2007). En el escenario de desarrollo de proyectos, una variable fundamental es el tiempo. En los contratos con los clientes se firman cronogramas que se deben cumplir. Es necesario entonces, que actividades importantes de apoyo como las de gestión de los recursos humanos sean realizadas con agilidad y facilidad por los miembros de los equipos y los administradores de proyectos.

En Cuba la industria de software experimenta problemas con el desarrollo exitoso de sus proyectos con afectación fundamental en los indicadores de tiempo, presupuesto y calidad (Delgado, 2006).Una encuesta realizada a 45 profesionales de doce organizaciones de software cubanas, permitió confirmar que conjuntamente a los problemas de planificación, los problemas asociados con factores humanos, constituyen unos de los de mayor incidencia en el resultado de los proyectos.

Se han identificado los problemas de formación y superación continua del personal como uno de los principales problemas relacionados con los recursos humanos que afectan el resultado de los proyectos de software (André, 2009). Pudiéndose constatar la convergencia a identificar como factor fundamental en el éxito de los proyectos el ofrecer una formación adecuada al personal que permita contar con personal competente y productivo.

Se evidencia que no es suficiente poner a los recursos humanos en los puestos de trabajo, es necesario darle las herramientas necesarias para su desenvolvimiento laboral y personal y así lograr una mayor eficiencia. El rápido avance de las tecnologías informáticas, la transformación de los cargos, los roles y las responsabilidades hacen más necesario aun el aseguramiento de un desarrollo continuo del personal. Un elemento indispensable para facilitar este proceso lo constituye la necesidad de conocer claramente la distancia entre el desempeño real y el desempeño esperado, e identificar las competencias que es necesario formar o desarrollar para alcanzar ese nivel de eficiencia (Chiavenato, 2007) (Gomes, 2009).

Para resolver esta problemática se han definido en el mundo diversos modelos teóricos que dicen qué hacer, pero no permiten identificar las necesidades reales de los recursos humanos durante el desarrollo de proyectos (PMI, 2013) (Ayala, 2004) (Chiavenato, 2007) (Gomes, 2009) (Cuesta, 2010) (Torres, Piñero, & Pérez, 2011).

Es cierto que se han creado modelos, algoritmos y sistemas que se encargan de soportar la gestión de los recursos humanos, utilizando para su solución elementos muy actuales como la minería de datos, inteligencia artificial, *soft computing* y la computación con palabras entre otros (Xiaofan & Fengbin, 2010) (Fazhu, Xiufeng, & Kun, 2010) (Wang & Jiang, 2010) (Herrera, López, Mendaña, & Rodríguez, 2001). Estas propuestas dan soluciones novedosas pero comparten la característica de requerir de la evaluación por expertos de determinados índices o rasgos definidos o de contar con los resultados de otras técnicas de evaluación invasivas como las abordadas anteriormente.

Se han desarrollado también un número considerable de herramientas que facilitan y automatizan la gestión de proyectos de software (Wikimedia, 2009). En el *Magic Cuadrant for IT Project and Portfolio Management* del 2010 se hace un análisis de las principales herramientas existentes en este sentido (Stang, 2010). Estudiando sus funcionalidades se puede constatar, que tratan temas de la gestión de las tareas y el personal. Mas estas herramientas tampoco soportan los aspectos referidos a la evaluación del nivel real de las competencias laborales y la gestión de planes de formación que permitan alcanzar el nivel ideal de las mismas.

Las herramientas y sistemas de gestión de proyectos en los módulos o funcionalidades que destinan a la gestión de los procesos de recursos humanos y a las tareas asociadas a estos tramitan un volumen considerable de información que puede ser utilizada para ayudar a los administradores o gestores de proyectos en la formación de los miembros de los equipos.

Este trabajo propone la utilización de diferentes técnicas formales y de inteligencia artificial para gestionar los recursos humanos en proyectos informáticos de forma que permita la ayuda a la toma de decisiones y la formación de los miembros de los equipos.

Materiales y métodos

A continuación se describirán las principales características de cada una de las técnicas propuestas para la realización de los procesos de adquisición, gestión y formación de los recursos humanos. Finalmente se discutirán la aplicación y los resultados de las mismas.

Enfoque social en la creación y evaluación de equipos de proyectos

El modelo se compone de varias evaluaciones, incluyendo un test técnicos, un test de calidad de vida y un test psicológico-sociológico. Dado que las pruebas técnicas exigen especificaciones particulares de la organización y no puede examinarse sin hacer referencia a una compañía específica, sólo la prueba sociológica y la prueba de calidad de vida se abordan ampliamente. Se discuten dos estrategias para la asignación de roles en un proyecto (Torres, Piñero, Piñero, & Capretz, 2014).

La idea principal de este modelo implica la combinación de conocimientos técnicos y las relaciones sociológicas entre los miembros del equipo. Esta propuesta puede ser utilizada independientemente de la metodología de desarrollo de software utilizado o el tamaño del equipo.

Perceptrón multicapa para la evaluación de las competencias

Utilización de una red neuronal multicapa: Perceptrón con conexiones *FeedForward* y algoritmo de aprendizaje *Backpropagation*, con cuatro neuronas en la capa de entrada, cuatro en la capa oculta y una en la de salida. La función de activación utilizada en la capa oculta fue la tangente y de la capa de salida lineal (Raña, Aldana, & Torres, 2013).

Algoritmo basado en casos para la evaluación de las competencias

Diseño de una base de casos que utiliza una estructura de indexación no secuencial mediante un árbol de proximidad binario. Este algoritmo permite el aprovechamiento de las experiencias previas en la organización para evaluar competencias profesionales mediante el uso del modelo lingüístico basado en 2-tuplas combinado con elementos básicos

de la teoría de los operadores de agregación. Su implementación posibilita aumentar la aplicabilidad y fiabilidad de esta técnica en la toma de decisiones (Perdomo, Torres, & Piñero, 2013).

1. Vector de rasgos y forma de representación jerárquica, método de indexación *Approximate Nearest Neighbors* (ANN).
2. Funciones de semejanza para la recuperación de los *k* casos más semejantes. Utiliza métricas de distancia como: Euclidean, Maximum, Manhattan, Canberra, Binary o Minkowski.
3. Modelo de representación lingüística 2-tuplas; así como los operadores de agregación asociados, fundamentado en la facilidad que brinda para evitar la pérdida de información para evaluar las distintas alternativas.

Algoritmo de optimización para proponer planes de formación basados en competencias laborales

Algoritmo que permite proponer planes de formación basados en competencias laborales. La propuesta está conformada por cuatros pasos fundamentales, crear la matriz de evaluación de los individuos en las competencias, identificar el impacto de la formación en la competencia, el análisis de los costos y la optimización del problema (Cuza & Torres, 2013).

Para resolver el problema de optimización que supone elaborar el plan de formación se propone la técnica de Ramificación y Acotamiento es una técnica que permite resolver problemas de programación en enteros binarios de forma óptima y eficiente. La idea básica en la que se apoya la técnica de ramificación y acotamiento es divide y vencerás, la división (ramificación) se hace mediante una partición del conjunto completo de soluciones subconjuntos más pequeños. La conquista (sondeo) se hace en parte acotando la mejor solución en el subconjunto y después descartando los subconjuntos cuya cota indique que no es posible que contenga una solución óptima para el problema original.

La propuesta está enfocada en lograr desarrollar un plan de formación que a partir de su ejecución el personal obtenga el nivel deseado en cada competencia disminuyendo las brechas identificadas para desarrollar con éxito las tareas del rol que desempeña. De esta forma se lograría mejorar la gestión integrada del desarrollo de los recursos humanos.

Estrategia de formación integrada en Gestión de Proyectos Informáticos

Se propone una estrategia de formación integrada en Gestión de Proyectos Informáticos (GPI). En ella se definen cinco componentes que responden a: (1) capacitación, (2) sistematización, (3) aplicación, (4) intercambio de experiencias y conocimiento, (5) introducción de resultados en la práctica social mediante el desarrollo de herramientas

informáticas para la solución de problemas reales en GPI. El objetivo que persigue la estrategia de formación en GPI es interconectar los componentes de manera que sean integrados, indisolubles y sostenibles en el tiempo mediante las actividades formativas en GPI que respondan a la formación continua profesional, sistematizada y permanente. A su vez establecer un orden lógico de introducción, evaluación y seguimiento de sus resultados con el fin de mejorar la formación y la cultura sobre la GPI en los RRHH de una Institución.

Su implementación permite el crecimiento de beneficiados respecto a la formación y la aplicación de buenas prácticas de GPI en el entorno laboral del individuo utilizando los conocimientos y habilidades prácticas adquiridas en GPI. Conjuntamente impulsa el desarrollo de investigaciones en esta disciplina y la evolución de sistemas informáticos basados en tecnologías libres (Torres, Torres, & Piñero, 2014).

Resultados y discusión

Las técnicas propuestas han sido implementadas en la herramienta de gestión de proyectos Xedro-GESPRO 13.05 (Piñero, 2013) en el módulo de gestión de los recursos humanos. Actualmente esta herramienta está siendo utilizada en la Red de Centros de la Universidad de las Ciencias Informáticas, COPEXTEL y otras empresas de desarrollo de software. La evaluación de competencias se puede realizar en la herramienta Xedro-GESPRO 13.05 gracias a la implementación e inclusión en la misma de las variantes presentadas (Raña, Aldana, & Torres, 2013) (Perdomo, Torres, & Piñero, 2013) como se muestra en la
Figura **1**.

Revista Cubana de Ciencias Informáticas
Vol. 8, No. 3, Julio-Septiembre, 2014
ISSN: 2227-1899 | RNPS: 2301
Pág. 41-52
http://rcci.uci.cu

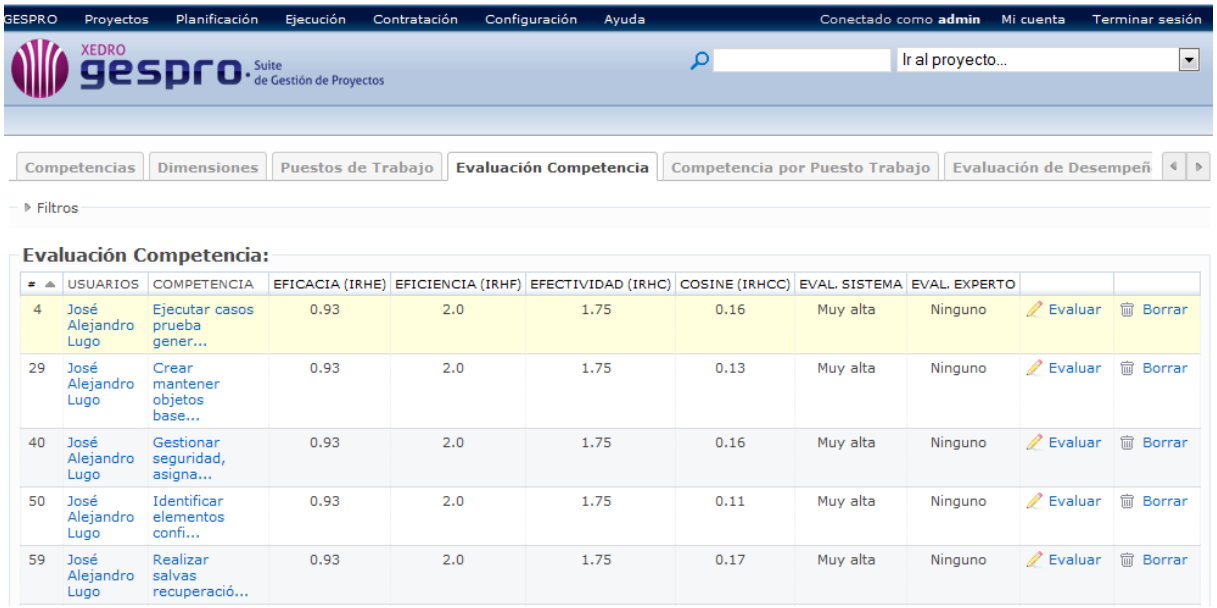

Figura 1. Evaluación de las competencias laborales en Xedro-GESPRO (Perdomo, Torres, & Piñero, 2013).

El algoritmo para la optimización se incluye en la creación de planes de formación como se muestra en la Figura 2.

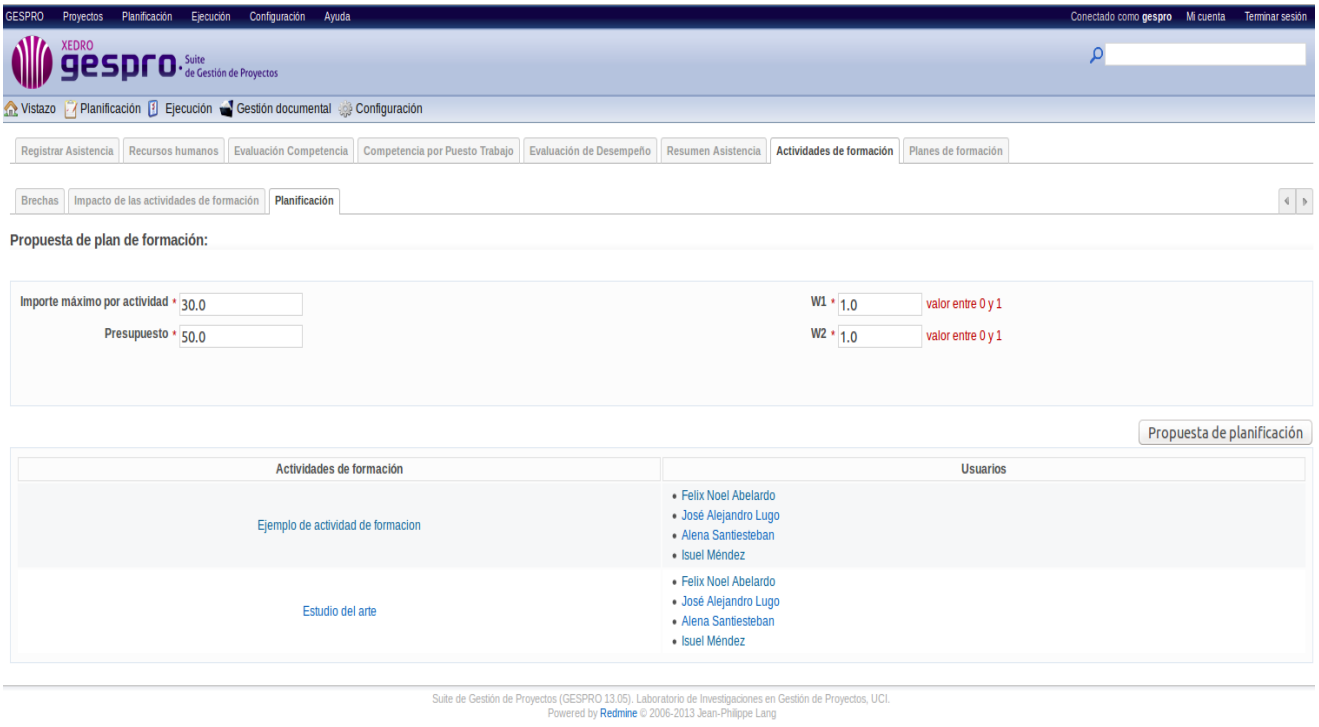

Figura 2. Planificación de las actividades de formación en Xedro-GESPRO (Cuza & Torres, 2013).

Revista Cubana de Ciencias Informáticas
Vol. 8, No. 3, Julio-Septiembre, 2014
ISSN: 2227-1899 | RNPS: 2301
Pág. 41-52
http://rcci.uci.cu

Para evaluar la eficiencia de las técnicas propuestas para la evaluación de competencias se comparan los resultados de los mismos con los del método de 360-grados. Se toma como referencia el estudio realizado por (Rodríguez, 2012) donde realiza una comparación de su modelo con el método de evaluación de 360-grados. En su propuesta la autora analiza el esfuerzo para la evaluación de competencias utilizando el método de evaluación de 360 grados con una visión optimista de los recursos a utilizar y la implementación pesimista del modelo que ella propone. Los resultados de la propuesta se obtuvieron utilizando las dos variantes que se proponen para la evaluación de las competencias. Los resultados se muestran en la Figura 3. En cuanto a la efectividad de la evaluación con la utilización de la variante del algoritmo basado en casos se tuvo un 82% y para la variante de la red neuronal un 98%.

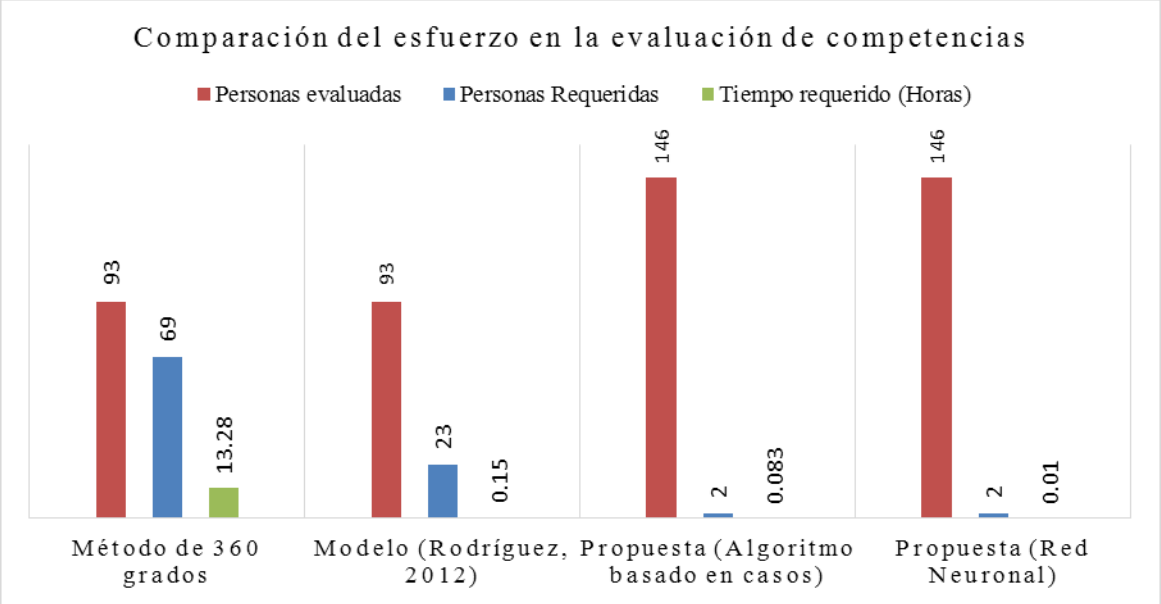

Figura 3. Esfuerzo requerido para la evaluación de competencias.

La estrategia para la formación integrada en Gestión de Proyectos Informáticos se ha aplicado en la Universidad de las Ciencias Informáticas desde el año 2011. A través de la misma se logró mejorar la integración entre las investigaciones sobre problemas reales y el desarrollo de la herramienta Xedro-GESPRO, como se muestra en la Figura 4.

Revista Cubana de Ciencias Informáticas
Vol. 8, No. 3, Julio-Septiembre, 2014
ISSN: 2227-1899 | RNPS: 2301
Pág. 41-52
http://rcci.uci.cu

Figura 4. Investigaciones aplicadas sobre la herramienta Xedro-GESPRO antes y después de insertarse la estrategia de formación en GPI (Torres, Torres, & Piñero, 2014).

Las técnicas propuestas para la gestión de los recursos humanos constituyen una herramienta de apoyo a la toma de decisiones, que no sustituye al evaluador, sino que facilita su trabajo, ofreciéndole un resumen de los datos referidos al desempeño y la conducta. Las propuestas siguen la filosofía de utilización de indicadores de la gestión de proyectos, se enfoca en los elementos principales de esta, calidad, costos y tiempo ajustándose además conceptos de eficacia y eficiencia establecidos en la norma cubana 3001 (Oficina Nacional de Normalización, 2007).

Se propone la colección semi-automática de las evidencias y la relación de las mismas con las competencias y dimensiones a través de la utilización de funciones de cálculo de similitud basadas en los estudios de Jaccard y Coseno (Frankes & Baeza-Yates, 1992) (Cross & Sudkamp, 2002). Esta característica de la propuesta es fundamental ya que elimina la utilización de expertos que evalúen los resultados en función de las competencias o determinados indicadores, que es la variante utilizada en otras propuestas como (Wang & Jiang, 2010) (Jiang, Sun, Xie, & Gong, 2010).

Estas técnicas por separado o en su conjunto pueden integrarse a modelos de gestión de los recursos humanos como el propuesto en (Torres, Piñero, & Pérez, 2011). Pueden utilizarse incluidas en la herramienta Xedro-GESPRO, lo que posibilita que se utilicen en otras esferas de la gestión de proyectos en el país (Lugo, Torres, García, Piñero, & Delgado, 2013) o por separado integrándose a otras herramientas de gestión.

Conclusiones

- La inclusión de las técnicas propuestas en modelos teóricos para la gestión de los recursos humanos puede facilitar la utilización de los mismos.
- Las técnicas propuestas para la evaluación de competencias facilitan la automatización de la gestión de proyectos, evitando la utilización de técnicas invasivas para estimar el desempeño.
- Se aumenta la eficiencia en la evaluación de competencias manteniendo niveles de efectividad aceptables.
- Se propone la utilización de indicadores para la caracterización de las competencias en cuanto a la eficacia y eficiencia.
- La inclusión de estas técnicas a la herramienta Xedro-GESPRO facilita su utilización en diferentes esferas de la gestión de proyectos del país, área de vital importancia en la actualización del modelo económico cubano.

Referencias

– ANDRÉ, M. Un modelo para la asignación de recursos humanos a equipos de proyectos de software. Tesis de doctorado. Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría", La Habana, 2009.
– AYALA, S. Administración de los Recursos Humanos. Lima, Editorial Caballero Bustamante, 2004. Pág. 216-240.
– CHARETTE, R. N. Why software fails. [En línea] 2005. [Citado el: 23 de mayo de 2014]. Disponible en: [http://spectrum.ieee.org/computing/software/why-software-fails].
– CHIAVENATO, I. Administración de Recursos Humanos. El Capital Humano de las Organizaciones. México DF, McGraw-Hill, 2007. ISBN: 958-41-0037-8. Pág. 357-392.
– CROSS, V. y SUDKAMP, T. Similarity and Compatibility in Fuzzy Set Theory. Assessment and Applications. New York, Springer-Verlag Company, 2002. ISBN: 3-7908-1458-X. Pág. 6-16.
– CUESTA, A. Tecnología de Gestión de los Recursos Humanos (Tercera ed.). La Habana, Editorial Félix Varela, 2010. ISBN: 978-959-07-1340-8. Pág. 130-198.
– CUZA, B. y TORRES-LÓPEZ, S. Algoritmo para la elaboración de planes de formación profesional basado en competencias laborales para proyectos desarrolladores de software. Tesis de maestría. Universidad de las Ciencias Informáticas. La Habana, 2013.
– DELGADO, M. Un modelo para la gestión de Revisiones en proyectos de software utilizando Razonamiento Basado en Casos. Tesis de doctorado. La Habana: Instituto Superior "José Antonio Echeverría", 2006.

- FAZHU, J. y Otros. Online Human Resource Management Personnel Performance Evaluation System of B2C E-commerce Businesses Based on Projection Pursuit Model. En: International Conference on E-Business and E-Government. 2010, pág.12-15. ISSN: 978-0-7695-3997-3.
- FRANKES, W., y BAEZA-YATES, R. Information Retrieval. Data Structures & Algorithm. New Jersey, Prentice Hall PTR, 1992. ISBN: 0-13-463837-9.
- GOMES MORAIS, S. R. Uma Abordagem para a Gerência de Recursos Humanos de Organizações de Software. Tesis de maestria. Fortaleza, Universidad de Fortaleza, 2009.
- HERRERA, F.; LÓPEZ, E.; MENDAÑA, C. y RODRÍGUEZ, M.A. A linguistic decision model for personnel management solved with a linguistic biobjective genetic algorithm. Fuzzy Sets and Systems, 2001, No. 118. Pág. 47-64. ISSN: 0165-0114/01.
- JIANG, Y.; SUN, Z.; XIE, H. y GONG, E. The Determination of Cognitive Behavior Mode Based on Fuzzy Logic System. En: 3rd International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering. IEEE, 2010, pág. 80-84.
- LUGO-GARCÍA, J.A. y Otros. Cálculo automático de indicadores como técnica de apoyo para la decisión en el Sistema Nacional de Salud. Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud, 2013, 24 (4): Pág. 472-481.
- NEIL, D. Proyectos Informáticos: Fracasos y Lecciones Aprendidas. Revista de Derecho y Tecnologías de la Información, 2006, No. 4.
- ON. *Norma cubana NC 3001: 2007*. La Habana: Oficina Nacional de Normalización, 2007.
- PERDOMO, A.; TORRES-LÓPEZ, S. y PIÑERO-PÉREZ, P. Y. Algoritmo basado en casos para evaluar competencias profesionales. Tesis de maestría. La Habana: Universidad de las Ciencias Informáticas, 2013.
- PIÑERO-PÉREZ, P.Y. y COLECTIVO DE AUTORES. GESPRO. Paquete para la gestión de proyectos. Revista Nueva Empresa, 2013, 9 (1): Pág. 45-53.
- PMI. A Guide to the Project Management Body of Knowledge. (PMBOK® Guide) – Fifth Edition. Pennsylvania, USA: Project Management Institute, Inc., 2013. ISBN: 978-1-935589-67-9.
- RAÑA, R. E.; ALDANA-CUZA, M. L. y TORRES-LÓPEZ, S. Red neuronal multicapa para la evaluación de competencias de recursos humanos. Tesis de grado. La Habana: Universidad de las Ciencias Informáticas, 2013.
- RODRÍGUEZ, E. Modelo para la evaluación de la composición de equipos de proyectos informáticos. Tesis de maestría. La Habana: Universidad de las Ciencias Informáticas, 2012.

- RYAN, R. IT Project Management: Infamous Failures, Classics Mistakes, and Best Practices. Mis Quarterly Executive, 2007, Vol. 6. Pág. 67-78.
- STANG, D. B. Magic Cuadrant for IT Project and Portfolio Management. Connecticut, Gartner RAS Core Research, 2010.
- TORRES-QUIÑONES, K. M.; TORRES-LÓPEZ, S. y PIÑERO-PÉREZ, P. Y. Estrategia de formación integrada en Gestión de Proyectos Informáticos. Tesis de maestría. La Habana: Universidad de las Ciencias Informáticas, 2014.
- TORRES-LÓPEZ, S.; PIÑERO, P. Y., & PÉREZ, A. Modelo para la gestión de los recursos humanos en centros de desarrollo de sistemas de información. Tesis de maestría. La Habana: Universidad de las Ciencias Informáticas, 2011.
- TORRES-LÓPEZ, S.; PIÑERO-PÉREZ, Y.; PIÑERO-PÉREZ, P. Y. y CAPRETZ, L. F. Creation and evaluation of software teams – a social approach. Int. J. Manufacturing Technology and Management, 2014, (En imprenta).
- WANG, X. y JIANG, Y. The Study of Enterprise Human Resource Evaluation Research Based on Neural. En: 3rd International Symposium on Information Processing. Qingdao: 2010. ISBN: 978-0-7695-4261-4/10.
- WIKIMEDIA FOUNDATION. Comparison of project management software. [En línea] Wikipedia 2011. [Citado el: 10 de febrero de 2011]: Disponible en:
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_project_management_software]
- XIAOFAN, C. y FENGBIN, W. Application of Data Mining on Enterprise Human Resource Performance Management. En: 3rd International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering. Kunming. 2010. Pág. 151-153. ISBN: 978-0-7695-4279-9.