

Tipo de artículo: Artículo original
Temática: Inteligencia Artificial
Recibido: 15/07/2016 | Aceptado: 01/11/2016

Red neuronal multicapa para la evaluación de competencias laborales

Multilayer neural network for assessment of labor competences

Surayne Torres López^{1*}, Miroslava Lazara Aldana Cuza¹, Pedro Y. Piñero Perez¹, Laynier A. Piedra Diéguez¹

¹ Laboratorio de Gestión de Proyectos. Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), Carretera de San Antonio de los Baños. Km 2 ½. Torrens. La Habana. Cuba. Teléfono: + 537 835 8282. [storres](mailto:storres@uci.cu), [mlaldana](mailto:mlaldana@uci.cu), [ppp](mailto:ppp@uci.cu), [laynier](mailto:laynier@uci.cu)@uci.cu

* Autor para correspondencia: storres@uci.cu

Resumen

Los recursos humanos constituyen un recurso estratégico dentro de una organización orientada a proyectos y la evaluación de las competencias laborales se ha identificado como un proceso clave para gestionarlos. Existen herramientas que gestionan datos necesarios para la evaluación de las competencias, pero no cuentan con funcionalidades que integren técnicas que faciliten la utilización de esos datos. La Inteligencia Artificial (IA) emergió del estudio filosófico y del razonamiento de la inteligencia humana, combinado con la exploración del hombre en como imitar la naturaleza circundante, hasta inclusive querer imitarse a sí mismo. Esta búsqueda incesante permitió la creación de diversas técnicas entre las que se encuentra las Redes Neuronales Artificiales (RNA's). En el presente trabajo se realizó un estudio de las RNA's principalmente de las de tipo Perceptrón Multicapa y la evaluación de las competencias. Se implementó una red neuronal multicapa para evaluar las competencias de recursos humanos, mediante funciones creadas utilizando el lenguaje PL/R. Como resultado se obtuvo una red neuronal entrenada que permite la evaluación de competencias laborales en el sistema XEDRO GESPRO. A través de su aplicación experimental se comprobó que la RNA propuesta aumenta la eficiencia comparada con métodos tradicionales y tiene niveles de eficacia aceptables.

Palabras clave: Competencias laborales; evaluación de competencias; gestión de proyectos; gestión de recursos humanos; red neuronal multicapa.

Abstract

Human resources are a strategic resource within a project-oriented organization, and evaluation of labor competences has been identified as a key process to manage them. There are tools that manage data needed for competences evaluation, but do not have features that integrate techniques to facilitate the use of such data. Artificial Intelligence

(AI) emerged from philosophical study and reasoning of human intelligence, combined with the exploration of man as to imitate the surrounding nature until the wish of to imitate even himself. This incessant search allowed the creation of various techniques including Artificial Neural Networks (ANN's). In this paper a study of RNA's, mainly of Multilayer Perceptron type and skills assessment, was performed. A multilayer neural network is implemented to evaluate the human resources competences, through functions created using the language PL/R. It is obtained as a result a trained neural network that allows assessment of labor competences in the XEDRO GESPRO system. Through its experimental application it was found that the RNA proposal increases the efficiency compared to traditional methods and it has acceptable levels of effectiveness.

Keywords: *Labor competencies, competencies evaluation, project management, human resources management, multilayer neural network.*

Introducción

En los últimos años se ha empezado a considerar los recursos humanos (RR.HH) como un recurso estratégico, por lo que una buena gestión de estos persigue crear valor para la empresa (Alles, 2000). Actualmente existe una tendencia a la gestión de los RR.HH por competencias facilitando la formación y evaluación de estos (Cuesta, 2010). La evaluación de competencias sigue como objetivo el estudio y el análisis de la capacidad del personal en sus actividades habituales en el desempeño de su trabajo (de Andrés, y otros, 2009). Esta evaluación como método para comprobar el grado de las competencias de los RR.HH de una empresa u organización apoya a la toma de decisiones basándose en las experiencias previas o conocimiento previo de las personas en relación con una o varias competencias (de Andrés, 2009). De esta forma la evaluación de competencias se convierte en una actividad fundamental dentro de la gestión de los RR.HH y a su vez constituye un elemento decisivo para el logro de los objetivos de cualquier entidad (de Andrés, y otros, 2009).

La evaluación de competencias es un proceso que dentro de las entidades es realizado por el personal responsable de la gestión de los RR.HH. Los mismos para obtener un resultado satisfactorio de este proceso deben realizar un análisis exhaustivo de las experiencias y conocimientos previos de los RR.HH de la organización. Por ende, en una organización donde se gestionen un número considerable de RR.HH puede ser agotador el proceso de evaluar cada una de estas personas, lo cual puede traer como consecuencias falta de precisión y objetividad en los resultados. Por otra parte los evaluadores se pueden ver obligados a emitir valoraciones numéricas sobre los atributos a evaluar, aunque dichos atributos sean difícilmente cuantificables debido a su naturaleza cualitativa (de Andrés, y otros, 2009)

Actualmente una de las técnicas utilizadas para tener en cuenta las experiencias previas, y con ello se minimiza los problemas de la evaluación de competencias, son las redes neuronales artificiales (Wang, y otros, 2010). Las Redes Neuronales Artificiales (RNA), están inspiradas en las redes neuronales biológicas del cerebro humano. Presentan una serie de características propias del cerebro. Por ejemplo las RNA aprenden de la experiencia, generalizan de ejemplos previos a ejemplos nuevos y abstraen las características principales de una serie de datos (Bello, 1993). Estas tratan de conseguir que los ordenadores simulen de cierta manera la inteligencia humana. Se acude a sus técnicas cuando es necesario incorporar en un sistema informático, conocimiento o características propias del ser humano (Rabunal, y otros, 2006).

Las herramientas 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 de proyectos en la evaluación de los miembros de los proyectos. Estas herramientas registran las tareas de los miembros de los equipos, su evaluación y datos sobre los tiempos estimados y reales de ejecución de las mismas.

En Cuba se utilizan también herramientas de gestión de proyectos, pero aun así la industria de software experimenta problemas con el desarrollo exitoso de sus proyectos (Delgado, 2006). Una encuesta realizada por André a 45 profesionales de 12 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 (André, 2009). Esta encuesta identificó 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. Un pilar fundamental para asegurar la solución de estos problemas lo constituye la correcta y eficiente evaluación de las competencias laborales.

Dentro del ámbito cubano la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) cuenta con una red de centros de desarrollo de software organizados por proyectos. En una encuesta realizada en 14 áreas pertenecientes a 12 de estos centros, se pudo comprobar que en el 88% de esta muestra no se aplica el enfoque de competencias laborales para la evaluación del desempeño (Cuza, y otros, 2013). Los encuestados refirieron que un elemento que atenta contra la utilización del enfoque de competencias laborales, es la complejidad de los métodos de evaluación de competencias utilizados. Sin embargo, en esta propia entidad tiene la fortaleza de utilizar la herramienta Xedro Gespro para la gestión de todos sus proyectos productivos. La herramienta GESPRO cuenta con datos referentes al desempeño de los miembros de los equipos en el desarrollo de proyectos que pueden ser utilizadas para facilitar la evaluación de competencias.

El objetivo de este trabajo es proponer una red neuronal artificial que utilice los datos de la herramienta GESPRO para evaluar las competencias laborales de los miembros de los equipos de desarrollo de proyectos.

Materiales y métodos

Los datos para la evaluación de competencias que ofrece Xedro Gespro

GESPRO cuenta con diversa información correspondiente a los proyectos productivos y el personal relacionado con los mismos, un grupo de esta información es la correspondiente a la evaluación de competencia de recursos humanos.

Para entender qué constituyen evidencias en el ámbito de gestión de proyectos, es importante referirse al concepto de proyecto y determinar cuáles son sus invariantes. Un proyecto se presenta como un esfuerzo temporal para lograr un objetivo bien determinado, estructurado en un conjunto de tareas organizadas lógicamente, con recursos limitados y un balance entre costo, tiempo y calidad (PMI, 2013) (Control de la ejecución de proyectos basado en indicadores y lógica borrosa, 2013). Por tanto, en los proyectos son invariantes la existencia de fechas de inicio y fin del proyecto, y la existencia de tareas como forma de organización del trabajo de los recursos humanos involucrados en los mismos. Las tareas, realizadas por los miembros de un proyecto, constituyen evidencias de su desempeño y están compuestas por los siguientes elementos que se almacenan en Xedro Gespro se muestran a continuación (GESPRO Paquete para la gestión de proyectos, 2013).

- Título: describe las acciones que deben realizarse.
- Responsable: recurso humano que debe realizar las acciones que incluye la tarea.
- Tiempo estimado: tiempo en el que el recurso humano debe terminar la tarea.
- Tiempo real dedicado: tiempo que dedicó el recurso humano para terminar la tarea.
- Fecha de inicio: fecha en la que debe comenzarse a realizar.
- Fecha de cierre planificada: fecha estimada para terminar la tarea.
- Fecha real de cierre: fecha en que realmente se terminó la tarea, evidencia la eficiencia con que se realizó la tarea.
- Evaluación: dada por el evaluador o jefe de proyecto, evidencia la eficacia con que se desempeñó el miembro del proyecto que la realizó, ya que es una muestra de la calidad con que se concluyó.

Aunque el desarrollo de un proyecto genera también otras evidencias relacionadas con la documentación, esta varía de un tipo de proyecto a otro; incluso en un mismo tipo de proyecto cambia si varía la metodología con que este se

desarrolla. Por estas razones estas evidencias no son genéricas para todos los proyectos, además su accesibilidad puede ser difícil para automatizarla. Sin embargo, estas evidencias no se dejan de tener en cuenta, ya que todas las actividades del proyecto se organizan en las tareas, por lo que la obtención de esta documentación también se recoge en las tareas. Con esta información se calculan y almacenan en Xedro Gespro ocho indicadores asociados a los elementos de eficacia y eficiencia que se plantean en (ONN, 2007) (Cuesta, y otros, 2014) y al manejo de la certidumbre de la evaluación ofrecida. En la Tabla 1, se muestra la descripción de los indicadores utilizados para la caracterización de las competencias laborales.

Tabla 1: Descripción de los indicadores para la caracterización de las competencias utilizados

Indicadores	Descripción
CREA	Competencia Respecto a la Eficacia en un Periodo
CREP	Competencia Respecto a la Planificación Acumulada
CRPA	Competencia Respecto a la Planificación Acumulada
CRPP	Competencia Respecto a la Planificación en el Periodo
CRCA	Competencia Respecto a los Costos Acumulados
CRCP	Competencia respecto a los Costos en un Periodo
CCA	Consistencia del Conjunto Acumulado
CCP	Consistencia del Conjunto en un Periodo

La Tabla 2 muestra la estructura, de la Base de Conocimiento de Evaluación de Competencias (BCEC) de la organización que utiliza Xedro Gespro, las competencias laborales de cada persona quedan representadas como se muestra en la misma. Esta estructura permite almacenar datos de disímiles procesos de evaluación de competencias diferenciados por la fecha de corte, además para un mismo caso la evaluación dada por los expertos y la propuesta por el sistema, facilitando la comparación de las mismas en caso necesario.

Tabla 2. Esquema propuesto para el almacenamiento de la información en la base de conocimiento

Miembro del proyecto	Competencia	C	C	C	C	C	C	C	C	Periodo	Fecha corte	Evaluación expertos conciliada	Evaluación sistema
		R	R	R	R	R	R	R	R					R
		E	P	C	A	E	P	C	P				
		A	A	A	A	P	P	P	P				
M ₁	C ₁	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
M ₂	C ₂	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
M _m	C _n	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Estas evaluaciones dadas por expertos están denotadas en forma de texto de la siguiente manera: {ninguno, muy bajo, bajo, medio, alto, muy alto, perfecto}. En términos matemáticos no se puede trabajar con este tipo de variables por tanto se realizó una relación entre estas con datos de tipo numérico, como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3: Relación entre las evaluaciones dadas por expertos y valores numéricos.

Datos textuales	Datos numéricos
Ninguno	0
Muy bajo	1
Bajo	2
Medio	3
Alto	4
Muy alto	5
Perfecto	6

Propuesta de diseño de la RNA

De manera general, existen diferentes topologías de redes neuronales que han sido adaptadas para resolver disímiles problemas (Rabunal, y otros, 2006). Las redes multicapas con al menos dos capas ocultas pueden resolver complejos problemas de clasificación y predicción. Queda abierto a determinación cuántas neuronas se requieren en cada capa. Las redes neuronales basadas en los modelos interactivos y competencia pueden ser utilizadas tanto para el aprendizaje supervisado como el no supervisado.

Se encontró el trabajo de (The Study of Enterprise Human Resource Evaluation Research Based on Neural, 2010) que propone un modelo y su aplicación en la construcción de un sistema de gestión de recursos humanos basado en redes neuronales. El modelo de la red neuronal propuesto se basa en una topología MLP. Utiliza para el aprendizaje de la red neuronal el método *backpropagation*. Este trabajo no utiliza competencias ni indicadores para caracterizar el desempeño de los recursos humanos. No se basa en evidencias para realizar la evaluación, sino la evaluación por expertos de los 14 índices definidos, inconveniente para su aplicación en el ámbito de proyectos.

La propuesta de (Strohmeier, y otros, 2015), hace un análisis de la posible aplicación de seis técnicas de inteligencia artificial en la gestión de los recursos humanos: predicción volumen de negocios con redes neuronales artificiales, búsqueda de candidatos con motores de búsqueda basados en conocimiento, asignación del personal con algoritmos genéticos, análisis de los sentimientos de recursos humanos con minería de textos, hoja de vida para la adquisición con extracción de información del empleado con la respuesta de voz interactiva. Aunque ninguna de las propuestas realizadas incluye la evaluación de competencias, si constituyen una visión de las posibilidades de utilización de las técnicas de inteligencia artificial en la gestión de los recursos humanos.

Además, las redes neuronales artificiales están siendo utilizadas en otros aspectos de la gestión de los recursos humanos. En (System method of evaluating core competence of Enterprise based on artificial neural network, 2012) (A Method of Identifying Enterprises' Core Competencies Based on Artificial Neural Network, 2013) se utilizan para evaluar y

predecir el nivel de madurez de la empresa respectivamente, ambos casos utilizan el método de aprendizaje de propagación de errores hacia atrás.

Para el diseño de la RNA fue escogido un modelo de tipo Perceptrón con conexiones *FeedForward* y algoritmo de aprendizaje *Backpropagation*, ya que es un tipo de red de entrenamiento supervisado, se adapta al problema planteado y es el tipo de RNA que se emplea en varios casos similares (The Study of Enterprise Human Resource Evaluation Research Based on Neural, 2010) (System method of evaluating core competence of Enterprise based on artificial neural network, 2012) (A Method of Identifying Enterprises' Core Competencies Based on Artificial Neural Network, 2013).

Se crearon diseños de redes neuronales variando la cantidad de neuronas de la capa oculta y las funciones de activación de la capa de salida y la capa oculta, con el objetivo de establecer una comparación entre estas que permita seleccionar la red que devuelva mejores resultados. Los detalles de las mismas se pueden ver en la Tabla 4.

Tabla 4. Diseño de redes propuestas

RNA Propuesta	Neuronas capa entrada	Neuronas capa oculta	Neuronas capa de salida	Función de activación capa oculta	Función de activación capa de salida
Red1	4	1	1	Tangente	Lineal
Red2	4	1	1	Lineal	Lineal
Red3	4	1	1	Lineal	Tangente
Red4	4	3	1	Tangente	Lineal
Red5	4	3	1	Lineal	Lineal
Red6	4	4	1	Tangente	Lineal
Red7	4	5	1	Tangente	Lineal

Para la selección de la RNA a utilizar se propone la aplicación experimental en un primer momento de todas las variantes. Se tomarán para esta aplicación, un conjunto de casos de competencias laborales caracterizadas a través de los indicadores CREA, CRPA, CRCA, CCA, CREP, CRPP, CRCP y CCP.

Selección de la RNA candidata

Para el entrenamiento y prueba de las redes diseñadas se utilizaron 157 casos reales con sus respectivas evaluaciones por expertos. De estos casos se utilizó el 75% para el aprendizaje y el 25% para la simulación y prueba de las redes neuronales propuestas, aplicando el método de validación cruzada. Los resultados de la simulación de estas redes neuronales son almacenados en las variables: TRed1, TRed2...TRed7. En la Tabla 5 se muestra el error de cada red durante la simulación:

Tabla 5. Error de cada red diseñada durante la simulación

	TRed1	TRed2	TRed3	TRed4	TRed5	TRed6	TRed7
Error	0.02409	0.43362	2.4502	2.0274e-005	0.019112	2.5399e-011	0.0001

A los resultados de clasificación de las redes durante la simulación se les aplicó la prueba de Friedman, la que arrojó los resultados que se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Tabla de significación de la prueba de Friedman respecto a las clasificaciones correctas.

statistic	p_value	method
"33.5172"	"8.337e-06"	"Friedman rank sum test"

A partir del resultado del Friedman se aplicaron pruebas Wilcoxon entre los resultados de las redes formando grupos con aquellos que no tenían diferencias entre ellos, donde los mejores resultados los obtuvieron los siguientes grupos, en el orden que se presentan.

- Grupo-1: red6, red4, red7
- Grupo-2: red2, red1, red5
- Grupo-3: red3

Comparando los errores de los resultados de las simulaciones, en 100 iteraciones del entrenamiento de cada una de ellas, la RNA “red6” fue la que menos porcentaje de errores obtuvo. Por tanto, fue seleccionado el diseño de la red denominada “red6” para la creación de la red neuronal candidata.

En la Figura **¡Error! Secuencia no especificada.** se muestra la topología de la red que se implementó para darle solución a la problemática.

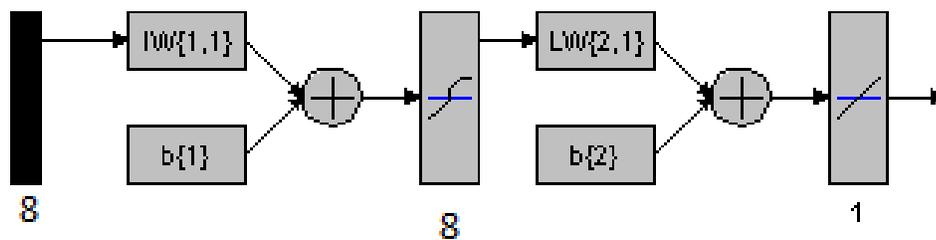


Figura **¡Error! Secuencia no especificada.**: Topología de la red seleccionada

Resultados y discusión

Aplicación en XEDRO GESPRO

Para la aplicación de la propuesta en la herramienta XEDRO GESPRO se tomó un conjunto de casos de competencias caracterizadas por los indicadores de la base de conocimiento como se muestra en la Tabla 2. Estas competencias fueron dadas a tres expertos para su evaluación aplicando el Modelo de Representación Lingüística 2-tuplas. También se implementaron funciones en PLR como parte del paquete AnalysisPro, para la aplicación de la red neuronal artificial de tipo perceptrón multicapa.

Para establecer y mostrar la brecha entre el estado real e ideal de las competencias laborales para los miembros de los proyectos se utilizan el estado ideal definido en la herramienta y la evaluación del nivel real de las competencias obtenido de la salida de la RNA.

De cada competencia se construye la matriz de evaluación de los individuos en las competencias laborales. Dicha matriz representa por las columnas las competencias j y por las filas los individuos i , tal que S_{ij} representa la brecha entre el estado ideal y el real en cada competencia por individuo, como se propone en [124]. El estado real que constituye la evaluación de la competencia j tal que $R \in [0,6]$ y el nivel Ideal tal que $I \in [0,6]$ como se muestra en la Figura 2. La brecha S_{ij} es la diferencia entre el nivel ideal y el nivel real de una competencia para un individuo, tomando un ejemplo de la Figura 2, para el individuo 1 y la competencia j , el nivel ideal requerido es de 5 o sea Muy Alto y el nivel real es 3, que representa a Medio, por tanto tiene una brecha es 2.

La brecha obtenida entre el nivel ideal y el nivel real de las competencias laborales de los miembros del proyecto puede ser utilizada para realizar efectivamente otros procesos de la gestión de los recursos humanos:

- En el proceso de planificación para identificar la existencia de divorcio entre las competencias laborales definidas y las tareas asignadas a una persona. Si pasara lo anterior para la generalidad de las personas en un rol, entonces se deberían redefinir las competencias por no ajustarse al desempeño real en el rol. Si sucediera solo con una persona podrían estar asignándose tareas que no son de su rol, entonces se deberían reorientar las tareas del miembro del equipo. En caso de que un conjunto tipo de tareas no estuvieran siendo relacionadas con ninguna competencia, se podrían identificar nuevas competencias.

- En procesos de selección identificando qué personas tienen las competencias laborales idóneas para ocupar un rol dentro de un nuevo proyecto. Se podrían también tomar las evaluaciones como elemento técnico para formar un nuevo equipo (Evaluation of Software Teams - A Social Approach, 2014).
- Como entrada para proponer planes de formación de acuerdo a las competencias con más problemas en la organización o proyecto (Técnicas formales y de inteligencia artificial para la gestión de recursos humanos en proyectos informáticos, 2014). Identificar posibles tutores para dar capacitaciones internas.
- Identificar descenso en la evaluación de personas que antes desempeñaban bien una competencia, podría ser motivado por diferentes causas: falta de motivación, estrés, problemas personales, problemas en el equipo (Gestión de recursos humanos para centros de desarrollo de sistemas de información, 2014).
- Dentro de las actividades de gestión para valorar el desempeño de los miembros de los equipos y tomar decisiones relativas a los reconocimientos, remuneración o acciones correctivas como se plantea en (Gestión de recursos humanos para centros de desarrollo de sistemas de información, 2014).

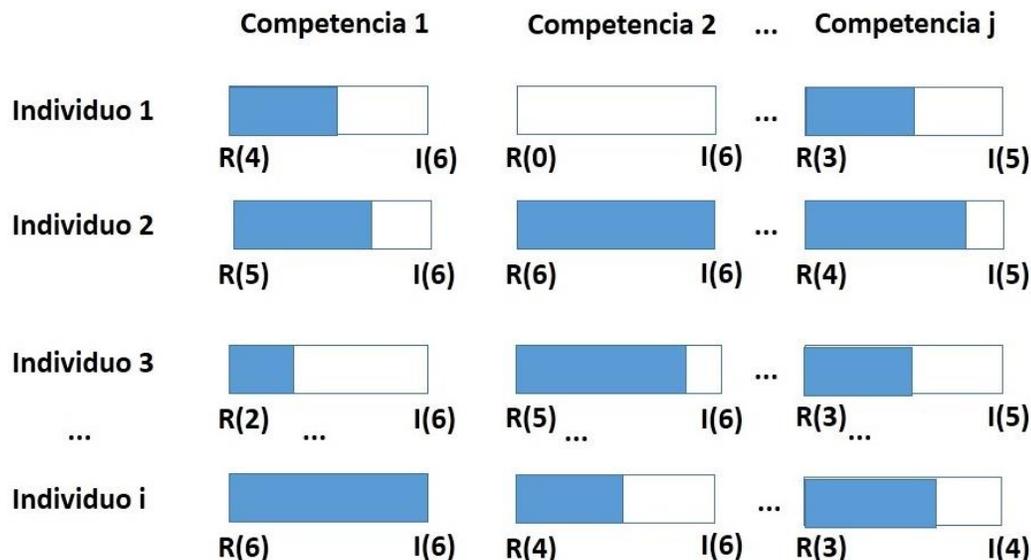


Figura 2. Matriz genérica de evaluación de los individuos en las competencias

Comparación de la eficiencia de las variantes para la evaluación de competencias laborales

Para evaluar la eficiencia de la propuesta se comparan los resultados de la misma con los del método de 360-grados, se toma como referencia el estudio realizado por Rodríguez en (Rodríguez, 2012). Para la comparación de la propuesta se evaluaron los miembros de proyectos de uno de los centros de la UCI, el CDAE, utilizando la RNA propuesta para la evaluación de las competencias laborales.

En la Tabla 1 se muestra la cantidad de personas evaluadas con cada método en una aplicación práctica de cada uno de ellos, y en la Figura 3 se muestra la cantidad de personas y el tiempo requerido para realizar la evaluación respectivamente.

Tabla 1: Cantidad de personas evaluadas por cada método

	360-grados	RNA
Personas evaluadas	93	89

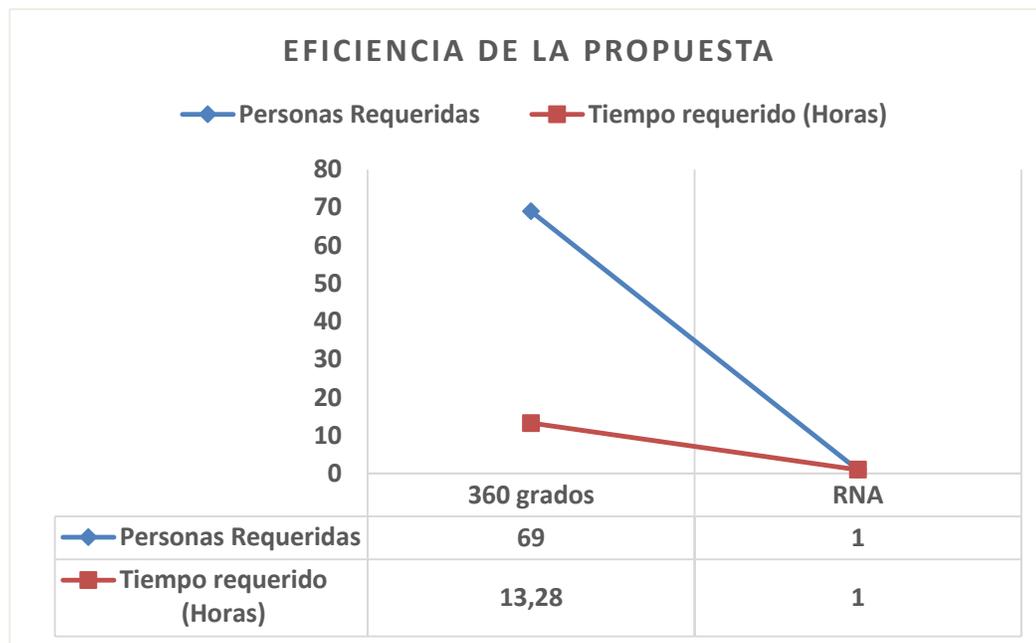


Figura 3. Cantidad de personas y tiempo requeridos para la evaluación de competencias laborales

Como se puede observar en la gráfica anterior la utilización la variante propuesta para realizar la evaluación de las competencias, mejora la eficiencia en cuanto a la cantidad de recursos humanos requeridos para realizar la evaluación y el tiempo que se utiliza en el proceso, respecto a los otros métodos analizados.

Conclusiones

- Utilizando la RNA propuesta, se alcanzan niveles de eficacia por encima del 90% evidenciándose que se mantienen los resultados del modelo acordes a los de los expertos humanos.

- Se demostró que el modelo propuesto comparado con métodos como el de 360-grados y Escalas Numéricas, ofrece mayor eficiencia, disminuyendo la cantidad de personas a involucrar y el tiempo requerido para realizar el proceso.
- La aplicación de los test no paramétricos mostró que dos de las tres variantes propuestas para la evaluación de las competencias laborales, la RNA y el sistema basado en casos, ofrecen los mejores resultados para este problema.
- El modelo propuesto fue integrado a la herramienta de gestión de proyecto XEDRO GESPRO en el módulo de Gestión de los Recursos Humanos, lo que posibilita su utilización en los escenarios en que se implante la misma.

Referencias

- DALI, H. 2013. A Method of Identifying Enterprises' Core Competencies Based on Artificial Neural Network. 3, 2013, Advances in information Sciences and Service Sciences (AISS), Vol. 5, págs. 168-176.
- ALLES, MARTHA. 2000. Dirección estratégica de recursos humanos. Gestión por competencias. Buenos Aires : Editorial Granica, 2000.
- ANDRÉ, M. 2009. Un modelo para la asignación de recursos humanos a equipos de proyectos de software. La Habana : Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”, Facultad de Ingeniería Informática, 2009. Tesis doctoral.
- BELLO, R. 1993. Curso introductorio a las redes neuronales. Santa Clara : Universidad Central de Las Villas, 1993.
- LUGO, J. A., y OTROS. 2013. Control de la ejecución de proyectos basado en indicadores y lógica borrosa. 1, s.l. : Red Iberoamericana de Gestión de Proyectos, 2013, Iberoamerican Journal of Project Management, Vol. 4, págs. 15-31. ISSN: 2346-9161.
- CUESTA, A. 2010. Tecnología de Gestión de los Recursos Humanos. Tercera. La Habana : Editorial Félix Varela, 2010. Corregida y ampliada.
- CUESTA, A. y VALENCIA, M. 2014. Indicadores de Gestión del Capital Humano y del Conocimiento en la empresa. [ed.] Aldo Gutierrez. La Habana : Editorial Academia, 2014. ISBN: 978-959-270-310-0.
- CUZA, B. y TORRES, S. 2013. Algoritmo para la elaboración de planes de formación profesional basado en competencias laborales para proyectos desarrolladores de software. La Habana : Universidad de las Ciencias Informáticas, 2013. Tesis de maestría.

- DE ANDRÉS, R. 2009. Evaluación de desempeño: Nuevos enfoques desde las teorías de subconjuntos difusos y de la decisión multi-criterio. Departamento de Economía Aplicada, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Valladolid : Universidad de Valladolid, 2009. Tesis doctoral.
- DE ANDRÉS, ROCÍO, GARCÍA, JOSÉ L. y MARTÍNEZ, LUIZ. 2009. Evaluación del Desempeño: Nuevos Enfoques desde las Teorías de Subconjuntos Difusos y de la Decisión Multi-criterio. Valladolid : Universidad de Valladolid, 2009. Tesis doctoral.
- DELGADO, M. D. 2006. Un modelo para la gestión de Revisiones en proyectos de software utilizando Razonamiento Basado en Casos. La Habana : Instituto Superior “José Antonio Echeverría”, 2006. Tesis presentada en opción del grado de Doctor en Ciencias Técnicas.
- TORRES, S., Y OTROS. 2014. Evaluation of Software Teams - A Social Approach. 4/5/6, 2014, International Journal of Manufacturing Technology and Management, Vol. 28. ISSN: 1741-5195.
- PIÑERO, P. Y. y COLECTIVO DE AUTORES. 2013. GESPRO Paquete para la gestión de proyectos. 1, La Habana : GECYT, 2013, Nueva Empresa, Vol. 9, págs. 45-53. ISSN: 1682-2455.
- TORRES, S. y COLECTIVO DE AUTORES. 2014. Gestión de recursos humanos para centros de desarrollo de sistemas de información.. 2, La Habana : Instituto de Información Científica y Tecnológica, 2014, Ciencias de la Información, Vol. 45, págs. 3-8. ISSN: 0864-4659.
- ONN. 2007. Norma Cubana NC 3000:2007. La Habana : Oficina Nacional de Normalización, 2007.
- PMI. 2013. Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos. Pennsylvania, EEUU : PMI Publications, 2013. ISBN: 1-930699-73-5.
- RABUNAL, J. R. y DORADO, J. 2006. Artificial Neural Networks in Real-Life Applications. Hershey : Idea Group Inc., 2006. ISBN: 1-59140-904-7.
- RODRÍGUEZ, E. 2012. Modelo para la evaluación de la composición de equipos de proyectos informáticos. La Habana : Universidad de las Ciencias Informáticas, 2012. Tesis de Maestría.
- RODRÍGUEZ, J. D. , PÉREZ, A. y LOZANO, J. A. . 2010. Sensitivity Analysis of k-Fold Cross Validation in Prediction Error Estimation. 3, s.l. : IEEE, 2010, IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE, Vol. 32, págs. 569-575.

STROHMEIER, S. y PIAZZA, F. 2015. Artificial Intelligence Techniques in Human Resource Management—A Conceptual Exploration. [aut. libro] C. Kahraman y S. Onar. Intelligent Techniques in Engineering Management. Switzerland : Springer International Publishing, 2015, págs. 149-172.

XI-CHAO, G., LI-LI, F. y YU, D. 2012. System method of evaluating core competence of Enterprise based on artificial neural network. Dallas : IEEE, 2012. Management Science and Engineering (ICMSE), 2012 International Conference. págs. 257-269. ISSN: 2155-1847.

TORRES, S., y OTROS. 2014. Técnicas formales y de inteligencia artificial para la gestión de recursos humanos en proyectos informáticos. 3, 2014, Revista Cubana de Ciencias Informáticas, Vol. 8, págs. 41-52. ISSN: 2227-1899.

WANG, X. y JIANG, Y. 2010. The Study of Enterprise Human Resource Evaluation Research Based on Neural. Qingdao : IEEE, 2010. Third International Symposium on Information Processing, págs. 19-21.

WANG, XINCHUN y JIANG, YUBO. 2010. The Study of Enterprise Human Resource Evaluation Research Based on Neural. Qingdao : Third International Symposium on Information Processing, 2010.