

Sistema Experto para la Selección de Personal Desarrollador de Software

Resultado del proyecto: Técnicas de Inteligencia Computacional para la evaluación de competencias de Ingenieros de Sistemas de la UPTC. Escuela de Ingeniería de Sistemas y Computación – Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Recepción: 2013 - 02 - 20 | Aceptación: 2013 - 03 - 10

Resumen — El desempeño de la empresa en general y aún más de las empresas de software está sustentado en la gente que ejerce en ella. En la actualidad, un desarrollador debe estar dotado de algunas competencias básicas individuales y manifestadas en el grupo de trabajo. La incorporación de nuevo personal o la asignación del ya efectivo a labores concretas en el desarrollo de software, establecen una medida significativa en el proceso, dado que el acierto en esta tarea determinará la propia supervivencia de la empresa. En este punto la inteligencia artificial se encarga de aplicar técnicas y mecanismos propios de esta área, utilizando un Sistema Experto para colaborar en la tarea de selección de personal, brindando al proceso mayor eficiencia y confiabilidad. Este artículo presenta el diseño, construcción y desarrollo del prototipo con la colaboración de expertos en el área de desarrollo de software y psicología organizacional.

Palabras Clave — Administración de Recursos Humanos, Ingeniería del conocimiento, Inteligencia Artificial, Sistema Experto.

Para citar este artículo / To reference this article / Para citar este artigo.
Rey, Hilda, C., & Ballesteros, R, Javier A., & Guevara, P, Alonso. (2013). Sistema experto para la selección de personal desarrollador de software. *Ingenio Magno*. Vol 4, pp. 75-81.

Hilda Carolina Rey

Ingeniera de Sistemas y Computación, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
carolina.rey@uptc.edu.co

Javier Antonio Ballesteros Ricaurte

Magíster en Ciencias Computacionales. Profesor Asistente, Escuela de Ingeniería de Sistemas y Computación, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Grupo de Investigación en Software – GIS.
javier.ballesteros@uptc.edu.co

Alonso Guevara Pérez

Magíster en Ciencias Computacionales. Ecopetrol S.A.
alonso.guevara@gmail.com

Abstract — The performance of companies in general but especially software companies is based on the employees. Currently, a developer must be equipped with some basic individual skills expressed within the workgroup. The addition of new staff, or the assignment of current members to specific tasks in software development, establishes a significant measure step in the process, since the success in the task will bring the survival of the company. In this point, the artificial intelligence is responsible in the application of techniques and mechanisms which are characteristic of this field, using an expert system to assist in the task of staff recruitment providing greater efficiency and reliability to the process. This paper presents the design, construction and development of a prototype along with the cooperation of experts in the field of software development and organizational psychology.

Key Words — Artificial Intelligence, Expert System, Knowledge Engineering, Personnel Selection, Software Development.

1. INTRODUCCIÓN

A raíz de la labor desarrollada por el grupo encargado del área de recursos humanos en una compañía han nacido diferentes técnicas para tratar de conseguir una metodología adecuada en la selección de personal, pero al tratarse de personas con capacidades especializadas como el desarrollo de software el escenario se vuelve muy enigmático, por lo tanto las técnicas presentan retardo en el procesamiento y puede que en ocasiones fallen [1]. La elección de personal es un problema que tiene varios campos de acción, donde actúan factores psicológicos, técnicos y de experiencia del candidato, su desempeño individual y en grupo.

Es muy importante encontrar mecanismos que ayuden a las empresas a hacer procesos de selección de personal de muy alta calidad, pero la complejidad de las organizaciones y los cargos hace que esto no sea fácil. El proceso se desarrolla en un alto nivel de incertidumbre y requiere de la experiencia de expertos para tomar decisiones en contextos muy variados.

Aunque no se puede modelar aún una herramienta que pueda reemplazar completamente al experto de selección de personal [2], un ser humano, el sistema desarrollado puede proveer un soporte importante al experto en el desempeño de su actividad laboral, específicamente en la Evaluación de Competencias de los candidatos a un cargo específico en el campo del desarrollo de software.

Con este trabajo se plantea y construye una investigación sobre la inteligencia artificial haciendo énfasis en los sistemas expertos ya que estos proporcionan utilidades y facilidades a la hora de resolver problemas que acogen a la sociedad. También se desea aprovechar la habilidad con la que cuenta el experto en el proceso de selección, convirtiéndolos en una herramienta confiable en la elección de cualquier tipo de aptitudes y alto grado de precisión en la escogencia de personal.

Este documento de investigación contiene una secuencia de temas de acuerdo a las etapas de la documentación del proyecto, se inicia con la definición de los conceptos relevantes que involucran la Inteligencia Artificial, los Sistemas Expertos, la selección de personal, el desarrollo de software, el test epq-r y las herramientas usadas para el desarrollo del proyecto, se continua con la descripción de la metodología usada para el diseño y desarrollo del prototipo del software. Luego se describe la etapa de resultados en la que se presenta de manera concreta el proceso de desarrollo del producto con cada uno de sus componentes, y se finaliza agregando conclusiones y referencias señaladas a lo largo del proyecto.

2. CONTEXTUALIZACIÓN

Con el fin de proveer una base para la comprensión del trabajo realizado se presentan a continuación los conceptos clave para un completo entendimiento de el caso de estudio abordado para esta investigación.

2.1 INTELIGENCIA ARTIFICIAL, INGENIERÍA DEL CONOCIMIENTO Y SISTEMAS EXPERTOS

En este marco resulta necesario explorar y desarrollar las grandes posibilidades que la Ingeniería del Conocimiento (IC) ofrece. Sommerville [3] menciona que la Inteligencia Artificial (IA), y específicamente la IC, complementan a la Ingeniería de Software (IS) tradicional en la búsqueda de soluciones a problemas donde la IS ha tenido un éxito limitado, que requieren una aproximación más acorde al conocimiento de los negocios. Este proyecto busca emplear recursos que ofrece la IC para apoyar la toma de decisiones en un proceso tan importante para las organizaciones como es la Selección de Personal.

La IA está estrechamente relacionada con tareas que impliquen el uso de computadores para entender la inteligencia humana [2], lo cual tiene como objetivo la creación de programas que imiten el comportamiento y la comprensión de los seres humanos.

Desde hace algún tiempo el problema más demandante que desafía la industria es la falta de personal preparado en campos específicos junto con el elevado costo que este genera. En la actualidad, con la ayuda de personas especializadas se puede crear un sistema que simule la evaluación de los mismos a través del estudio a un problema específico [4].

El poder de los sistemas expertos es el conocimiento de un dominio específico codificado por una persona que conoce el formalismo de representación que utilizará el Sistema Basado en Conocimiento (SBC) llamado "Ingeniero de Conocimiento". En esta codificación, el ingeniero de conocimiento establece las reglas y relaciones del sistema. Todo esto se genera a través de dos conceptos importantes en los sistemas expertos que se verán más adelante, la base de conocimientos y el motor de inferencia.

2.2 LA SELECCIÓN DE PERSONAL Y SU PAPEL EN LAS EMPRESAS

La selección de personal es uno de los principales procesos de cualquier empresa u organización, ya que suministra los trabajadores adecuados para ejercer las funciones de cada uno de los cargos. Este proceso es elaborado por personal especializado en el tema, pero los profesionales de todas las áreas se ven involucrados en algún momento del proceso. La vinculación de una persona a la organización le permitirá hacer parte de los grupos de trabajo e influirá sobre el ambiente organizacional y las relaciones interpersonales.

La selección de personal forma parte del proceso de provisión de personal, y viene luego del reclutamiento. Éste y la selección de personal son dos fases de un mismo proceso: consecución de recursos humanos para la organización. El reclutamiento es una actividad de divulgación, de llamada, de atención, de incremento en la entrada; por tanto, es una actividad positiva y de invitación. La selección es una actividad de comparación o confrontación, de elección, de opción y decisión, de filtro de entrada, de clasificación y, por consiguiente, restrictiva.

Al reclutamiento corresponde atraer de manera selectiva, mediante varias técnicas de comunicación, candidatos que cumplan los requisitos mínimos que el cargo exige. La tarea básica de la selección es escoger entre los candidatos reclutados aquellos que tengan mayores probabilidades de adaptarse al cargo ofrecido y desempeñarlo bien. En consecuencia, el objetivo específico del reclutamiento es suministrar la materia prima para la selección: los candidatos.

El objetivo básico de la selección es escoger y clasificar los candidatos más adecuados a las necesidades de la organización.” [5] La selección de personal es un campo aún no totalmente determinado ni se tienen sobre él verdades que se puedan aplicar sin temor al error. [6] En vista de la complejidad psicológica de cada persona, puede haber errores y se puede elegir equivocadamente. Por este motivo psicólogos y empresas que se dedican a asesorías en el reclutamiento están permanentemente en la búsqueda de nuevos elementos que permitan determinar con mayor precisión las capacidades, aptitudes y actitudes de las personas.

En la selección de personal se debe tener presente el flujo de trabajo y tareas correspondientes al área de recursos humanos, representado en la Fig. 1:



2.3 COMPETENCIAS

En la literatura se encuentran diferentes tipos de definiciones del término competencia, y tomar una sola definición es difícil, ya que todas son muy importantes y claras. Para empezar a comprender las competencias,

el diccionario de la *Real Academia Española* [9] define el término competencia como “Pericia, aptitud, idoneidad para hacer algo o intervenir en un asunto determinado”. En este trabajo, es importante aclarar que las competencias son enfocadas al desempeño de un profesional en su puesto de trabajo.

Las competencias posibilitan el desempeño de las tareas propias del puesto de trabajo de forma experta. Estas tareas requieren el uso de conocimientos y habilidades e incluyen otra serie de características individuales que permiten desenvolverse en entornos menos programados. Las competencias se definen y verifican en la acción de un puesto de trabajo concreto y en una organización concreta [10], y va más allá de los aspectos técnicos, que han de ser complementados con otros aspectos que permitan al individuo no sólo saber lo que hay que hacer en una situación, sino enfrentarse a ello en una situación real [11].

De Ansorena propone agrupar las competencias en técnicas y generales [12]. Es de anotar que la clasificación de las competencias es muy amplia y depende del interés del autor y trabajo que se esté desarrollando, se toma la clasificación utiliza por [13], ya que realiza un trabajo muy claro de las competencias en empresas desarrolladoras de software.

2.3.1 Competencias generales

Las competencias generales se definen como ‘aquellas referidas exclusivamente a las características o habilidades del comportamiento general del sujeto en el puesto de trabajo, independientemente de otros aspectos como el dominio de elementos tecnológicos o conocimientos específicos... no están ligadas directamente a una actividad o función’ [12].

El concepto original de competencias general fue introducido por Mertens. Este autor considera las competencias clave como herramientas que ayudan a los individuos a sobrevivir en un mundo de complejidad creciente y cambios acelerados [14].

Según el proyecto *Tuning* [15], las competencias genéricas identifican los elementos compartidos que pueden ser comunes a cualquier profesión, tales como la capacidad de aprender, de tomar decisiones, de diseñar proyectos, las destrezas administrativas, etc., que son comunes a todos o a la mayoría de las profesiones.

Los integrantes del proyecto elaboraron una lista de 85 competencias y destrezas genéricas que fueron consideradas pertinentes por compañías privadas e instituciones de educación superior. Con posterioridad se redujo el número de competencias a una cifra manejable, evitando el solapamiento y la repetición de significados. El resultado final fue una lista de 30 competencias que se organizaron en tres grupos:

- **Instrumentales:** Competencias que tienen una función instrumental, en ellas se incluyen habilidades cognitivas, capacidades metodológicas, destrezas tecnológicas y destrezas lingüísticas.

- **Interpersonales:** Capacidades individuales relativas a la capacidad de expresar los propios sentimientos, habilidades críticas y de autocrítica. Destrezas sociales relacionadas con las habilidades interpersonales, la capacidad de trabajar en equipo o la expresión de compromiso social o ético. Estas competencias tienden a facilitar los procesos de interacción social y cooperación.
- **Sistémicas:** Conciernen a los sistemas como totalidad. Suponen una combinación de la comprensión, la sensibilidad y el conocimiento que permiten al individuo ver como las partes de un todo se relacionan y se agrupan. Las competencias sistémicas o integradoras requieren como base la adquisición previa de competencias instrumentales e interpersonales.

2.3.2 Competencias técnicas

Las competencias técnicas hacen referencia, a la posesión de conocimientos y habilidades específicas, para el adecuado desempeño de tareas específicas y de carácter más técnico del puesto de trabajo, es decir, supone tanto saber, como saber hacer cosas [12]. El saber hacer quiere decir ser capaz de hacer cosas y saber cómo hacerlas.

Según Cardona, las competencias técnicas se refieren a aquellos atributos o rasgos distintivos que requiere un trabajador excepcional en un puesto de trabajo determinado. Las competencias técnicas suelen incluir conocimientos, habilidades o actitudes específicas necesarias para desempeñar una tarea concreta [16].

El proyecto *Tuning*, pretende establecer las competencias específicas (técnicas bajo la denominación que hemos adoptado) de las áreas temáticas tratadas en su estudio (Empresariales, Ciencias de la Educación, Geología, Historia, Matemáticas, Física y Química), estableciendo que las competencias específicas son cruciales para la identificación de profesiones, para establecer comparaciones y para la definición de ciclos de pregrado. Así establecen que el vínculo de las competencias específicas con el conocimiento es más fuerte que el de las competencias generales [15].

Según estas definiciones las competencias técnicas adquieren un carácter diferenciador de los puestos de trabajo y las profesiones, por lo que se podrá concluir que la identificación de las competencias técnicas de un puesto de trabajo o de una profesión es la identificación de conocimientos, habilidades y aptitudes para el desempeño de las tareas propias del puesto, pero no garantizan el desempeño superior del mismo si no van acompañadas de otros rasgos, actitudes o motivaciones.

En el caso de estudio se requiere de diferentes competencias, es por eso que cada persona debe tener un rol descrito con diferentes capacidades dentro del grupo, que viene dado por su experiencia y capacidades personales. Cada integrante entregará al grupo parte del total de las capacidades requeridas para llevar a cabo con éxito el desarrollo del proyecto. Estos roles son administrador

de proyecto, analista, diseñador, programador y por último, el grupo completo hace las veces de clientes para verificar el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

Para el análisis respectivo, en la **Tabla 1** se muestran las competencias y grados asociados en una escala Likert 1-4 [7], teniendo en cuenta su nivel acuerdo o en desacuerdo. La valoración se aplica en escala de 0 a 5, y se tiene una cualificación en rangos de Bajo, Medio Bajo, Medio, Medio Alto y Alto, como se muestra en la **Tabla 2** [8]; esto con el fin de acercarse más a un resultado objetivo de cada competencia y como se debe abordar durante el semestre académico para al final verificar el nivel de avance que tienen los estudiantes.

Tabla 1. Competencias iniciales evaluadas

Nombre de la Competencia	Grado
Capacidad de análisis y síntesis	4
Capacidad de organización y planificación	4
Comunicación oral y escrita	3
Conocimiento de una lengua extranjera	2
Capacidad de gestión de la información	2
Resolución de problemas	3
Toma de decisiones	3
Trabajo en equipo	4
Trabajo en un equipo de carácter interdisciplinar	2
Habilidades en relaciones interpersonales	3
Razonamiento crítico	3
Compromiso Ético	3
Adaptación a nuevas situaciones	2
Creatividad	3
Iniciativa y espíritu emprendedor	2
Liderazgo	3
Aprendizaje autónomo	3
Motivación por la calidad	3

Tabla 2. Escala de valoración

Valor Cualitativo	Valor Cuantitativo
0 a 1	Bajo
1 a 2	Medio Bajo
2 a 3	Medio
3 a 4	Medio Alto
4 a 5	Alto

2.4 APLICACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL PROCESO DE SELECCIÓN DE PERSONAL

La Inteligencia Artificial ha sido ampliamente aplicada al desarrollo de sistemas que soportan la Selección de Personal. Han sido implementados desde sistemas para la

minería de datos de personal para trabajar en empresas de alta tecnología, hasta sistemas que filtran hojas de vida para seleccionar los candidatos más aptos para un cargo [17].

Otros sistemas buscan establecer modelos para comparar candidatos y seleccionar al más apropiado. Gran parte del desarrollo de sistemas basados en Inteligencia Artificial se dedican a recolectar y clasificar las hojas de vida de los candidatos de acuerdo a especificaciones de los empleadores. Aunque se cuentan con varias aproximaciones desde la Inteligencia Artificial, aún es un reto implementar una evaluación global de las capacidades de cada candidato en comparación con los demás candidatos y teniendo en cuenta todas las características del cargo que piensa ocupar [18-20].

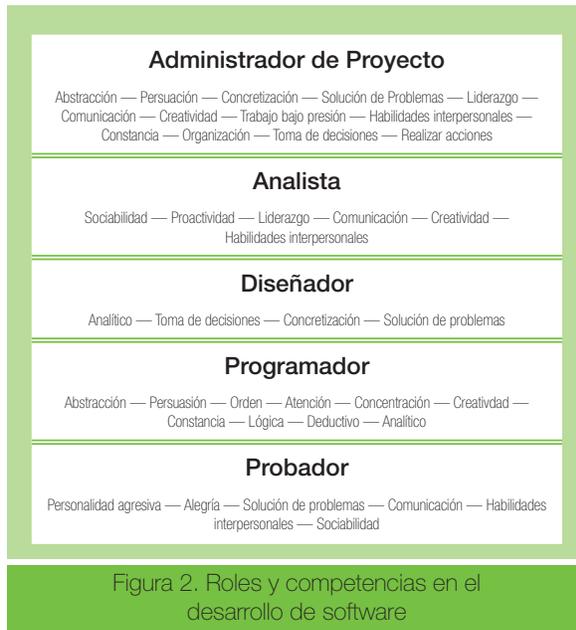
Dentro del proceso de Selección de Personal, este proyecto está orientado específicamente a la tarea de evaluación de las competencias de los candidatos desarrolladores de software. En esta, en concreto, es necesario un enfoque que permita tener en cuenta la variabilidad de los aspectos personales y culturales de los candidatos, los cargos que ocupan, y las organizaciones. Esto significa que se requieren enfoques adaptables a diversos contextos. Lo anterior sumado a la incertidumbre y la complejidad de los factores que afectan la selección de personal, incluyendo los métodos y la cultura de cada organización, hacen difícil definir un modelo único para solucionar todos los casos que se presentan a los seleccionadores. Se requieren aproximaciones más flexibles o adaptables a contextos específicos [2].

2.5 TRABAJO EN GRUPO EN EL DESARROLLO DE SOFTWARE

El desarrollo de software es una actividad que, dada su complejidad, debe desarrollarse en grupo. Además, esta actividad requiere de distintas capacidades, que no se encuentran todas en una sola persona. Por ello, se hace necesario formar el grupo de desarrollo con las personas que cubran todas las capacidades requeridas [21]. Cada una de esas personas aportará al grupo parte del total de las capacidades necesarias para llevar a cabo con éxito el desarrollo.

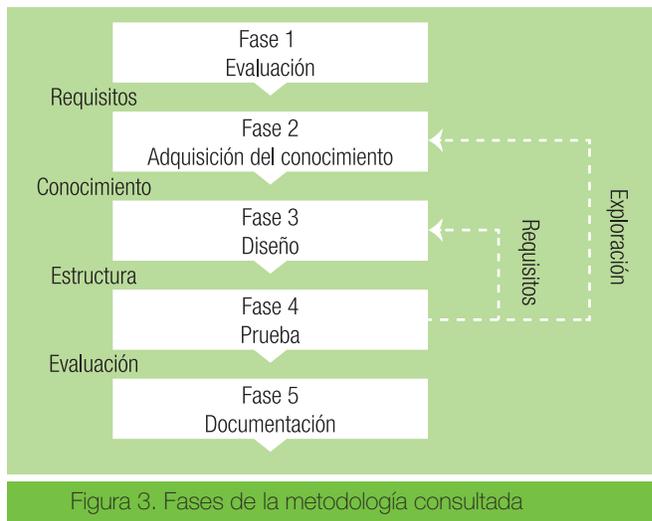
Cabe señalar que es posible que no se requieran todos los roles en un desarrollo. Eso dependerá del tamaño y del tipo del desarrollo. Por otro lado, si el tipo del proyecto está enfocado más hacia la parametrización e integración de sistemas, requerirá algunos roles en menor medida y otros en mayor. Es posible también que una persona realice las labores de más de un rol al mismo tiempo. Esto, sobre todo en proyectos de desarrollo de software más pequeños. No obstante, es imprescindible que dichas personas conozcan complementamente todas sus áreas. Para ello, es que cada persona debe estar enmarcada en un rol dentro del grupo, que viene dado por su experiencia y capacidades personales.

En este trabajo se definieron 5 roles evaluables y recomendables por parte del sistema experto, por lo que fue necesario el establecimiento de competencias en cada uno de los roles como se muestra en la Fig. 2.



3. DESARROLLO

La guía en la que se basa la investigación y el desarrollo del Sistema Experto es una adaptación de la Metodología de Ingeniería del Conocimiento de Jhon Durkin[22], de la cual se especifica una descripción de acuerdo a cada una de las fases mostradas en la Fig. 3.



Este proyecto busca demostrar la posibilidad de plasmar los conocimientos de un experto en selección de personal junto con el razonamiento de un experto en desarrollo de software y su asignación en las tareas de la ingeniería de software.

Por ser este un proyecto que durante su proceso de desarrollo estará propenso a errores y/o ampliaciones, la metodología para el desarrollo del software seleccionada debe permitir el continuo crecimiento y control de errores en la aplicación, a partir del juicio experto en selección de personal en la empresa desarrolladora de software.

3.1 Diseño y Desarrollo del Prototipo

El proceso de construcción del Sistema Experto se realizó por medio de ingeniería del conocimiento. Definir la base de conocimientos y seleccionar la técnica de control y representación del conocimiento son partes esenciales en la ingeniería del conocimiento. El uso de las reglas y frames para el proceso de selección y nombramiento en la gestión de los recursos humanos son los más comunes, pero en el caso específico de estudio de este proyecto se va a trabajar con reglas en el diseño del prototipo [23].

Es importante aclarar que una representación del conocimiento no es una estructura de datos. Parte de lo que hace que un lenguaje de representación es que el conocimiento otorgado por el experto tenga significado, es decir, que exista una correspondencia entre las estructuras, el conocimiento plasmado de acuerdo a las técnicas de representación y el ambiente de aplicación. A continuación, se hace una descripción del proceso de generación de la base de conocimientos descrito por el diseño de los componentes principales:

Base de relaciones: El proceso por el cual se determina la base de relaciones se inicia con la identificación de objetos y se finaliza con la relación de estos.

Base de datos: contiene los hechos relacionados con las competencias, los roles y la prueba que se aplica durante la consulta. El sistema relaciona la información de la consulta con el conocimiento disponible.

Motor de inferencia: el sistema experto modela el proceso de razonamiento humano con un módulo conocido como el motor de inferencia; simula el razonamiento del experto en el dominio y tiene como objetivo el generar nueva información con base en el conocimiento que se le prevee [2].

4. RESULTADOS

El sistema procesa datos correspondientes a puntajes de cada candidato en un perfil psicológico, este está definido en términos de competencias de acuerdo al rol a desempeñar dentro de la empresa desarrolladora de software. Se define en términos de competencias medidas en los perfiles psicológicos de los candidatos como se muestra en la Fig. 2, para así lograr la evaluación del candidato y recomendación del cargo por parte del Sistema Experto.

El prototipo cuenta con tres tipos de prueba en los que va a recomendar al candidato más apto en la convocatoria de acuerdo a la vacante.

Vacante exclusiva: el candidato se postula para ocupar un único rol.

Vacante múltiple: el candidato aspira ocupar varios roles en la empresa. Este tipo de vacantes es común en las pequeñas empresas de software en las que una misma persona se hace cargo de 2 o más roles.

Prueba libre: el candidato no tiene definido el rol a desempeñar, sin embargo está capacitado para el desarrollo de software y desea conocer su rol de acuerdo al perfil analizado por el sistema. Se selecciona en el caso en el que el candidato este interesado en conocer la recomendación por parte del Sistema Experto sobre la mayor compatibilidad de su perfil psicológico con un rol o roles determinados en el desarrollo de software. Cabe mencionar que la Prueba libre puede ser seleccionada independiente exista o no una convocatoria abierta.

Con el fin de simular el procesamiento de los datos para obtener la Evaluación de Competencias, fue necesario modelar conceptos que son muy subjetivos, propios del pensamiento humano.

Se procesan los datos de acuerdo a la etapa de adquisición de conocimiento, en este caso un experto psicólogo especializado en el área organizacional, junto con un Ingeniero de Software, quien es el encargado de colaborar en el proceso de especificación de roles en el desarrollo de software y sus respectivas competencias, son los encargados de validar los resultados que se obtienen de la prueba y verifican si están dentro de los márgenes establecidos.

5. CONCLUSIONES

El desarrollo de software es un campo muy amplio, por esto en una grande o mediana empresa de software una sola persona no llevará a cabo los cinco roles a la vez. Es una actividad de la ingeniería del software que requiere de distintas capacidades, que no se encuentran todas en una sola persona. Por esto resulta esencial asignar tareas a los colaboradores de proyectos en la compañía para que cubran todas las capacidades requeridas. Cada una de esas personas aportará al grupos parte del total de las competencias necesarias para llevar a cabo con éxito el desarrollo.

Es complicado organizar todo el razonamiento humano implicado en las Selección de Personal, por lo que se centralizaron los esfuerzos en el soporte a la toma de decisiones en la Evaluación de Competencias. Un modelado integral de la Evaluación de Competencias también puede ser difícil de alcanzar, pero se ha logrado establecer modelos matemáticos para representar el razonamiento de un experto. Este "razonamiento matemático" es, sin embargo, un acercamiento que puede ser mejorado con nuevos elementos que flexibilicen el diseño del razonamiento del sistema, haciéndolo más similar a la riqueza del razonamiento humano. De igual manera, la lógica aplicada fue un recurso muy importante para poder abstraer el razonamiento humano y llevarlo a algoritmos computables.

REFERENCIAS

1. S. Ayala Villegas, "Proceso de evaluación del recurso humano", Primera Edición, 2004.
2. E. A. Pérez Vargas, "Desarrollo de un prototipo de sistema experto para el apoyo en la toma de decisiones del proceso de selección de personal", Trabajo de Investigación, EAFT, Medellín, Ant, Colombia, 2011.
3. I. Sommerville, Ingeniería del Software, vol. 7a Edición. Prentice Hall, 2005.
4. García, A. González, I. Colomo, R. López, J. y Ruiz, B. Methodoly for software development estimation optimization based on Neural Networks. IEEE Latin America Transactions, Volumen 9 – No. 3, Junio 2011, 391-405.
5. Área de Consultoría Organizacional, Sistemas de información de recursos humanos, boletín de opción consultores. Recuperado de http://camadiro.weebly.com/uploads/1/3/0/5/13054866/s.i._de_recursos_humanos.pdf
6. M. Porret gelabert, Gestión de personas. Manual para la gestión del capital humano en las organizaciones., Cuarta ed. España: ESIC editorial, 2010.
7. Ballesteros Ricaurte, J. Competencias de estudiantes de Ingeniería de Sistemas y Computación, caso de estudio Teoría General de Sistemas. CИСCI 2012. Recuperado de http://www.iiis.org/Cds2012/CD2012SCI/CИСCI_2012/PapersPdf/CA993FA.pdf
8. Camargo, J. Suárez, E. Ballesteros, J. Comparación entre Oracle BPM y JBPM en la optimización de un proceso de admisiones. Revista Facultad de Ingeniería, Volumen 22 – No. 34, Junio (2013), 85-96.
9. Real Academia Española. Diccionario de la Lengua Española. Vigésimo segunda edición. Recuperado de <http://www.rae.es>
10. Pereda, M. Berrocal, F. Técnicas de gestión de recursos humanos por competencias. Centro de estudios Ramón Areces. Madrid 2001.
11. Casanovas, J. Colom, J. Morlán, I. Pont, A. Sancho, M. Libro blanco sobre las titulaciones universitarias de informática en el nuevo espacio europeo de educación superior. Proyecto Eice, ANECA – 2004.
12. De Ansorena, A. 15 pasos para la selección de personal con éxito. Métodos e instrumentos. Barcelona – 1996.
13. Colomo, R. Cstrucción de un marco para la evaluación de competencias para ingenieros de software en las organizaciones (Tesis dooral). Facultad de Informática, Universidad Politécnica de Madrid – 2005.
14. Mertens, D. Sclussequalifikationen. Thesen zur Schulung fur eine moderne Gesellschaft (Competencias claves. Tesis sobre la instrucción para una sociedad moderna). Comunicaciones de la investigación del mercado laboral y de las profesiones. Vol. 7, pp 36-43. 1974.
15. González, J. Wagenaar, R. Tuning Educational Structures in Europe. Universidad de Deusto. Recuperado de <http://www.relint.deusto.es/TUNINGProject/index.htm>
16. Cardona, P. Chinchilla, M. Evaluación y desarrollo de competencias directivas. Harvard-Deusto Bussiness Review – 1999.
17. G. L. Acevedo Orduña, E. F. Caicedo Bravo, y H. Loaiza Correa, "Selección de personal mediante redes neuronales artificiales.", Revista de Matemática, vol. 2009.
18. G. Kendall, "Introduction to Artificial Intelligence". University of Nottingham, 2001.
19. A. Rodríguez, J. Hernández, y A. Placido, "Ingeniería del Conocimiento: Extracción del Conocimiento." Facultad de Informática. Universidad de las Palmas de Gran Canaria., 2006.
20. J. Giarratano y G. Riley, "Sistemas Expertos: Principios y Programación." Thomson Editores., 2001.
21. D. Fuller Padilla. "Apuntes de Taller de Ingeniería de Software", Roles en el desarrollo de software. [Accesado el 12-Junio-2013] [Online] www.slideshare.net/Isa06t/roles-desarrollo-software
22. J. Durkin, Experto Systems. Design and development. Prentice Hall International Edition, 1996.
23. D. López de Luise, "¿...Y para qué Inteligencia Artificial?", Tecnologías Innovadoras: Sistemas Inteligentes, vol. Ciencia & Tecnología. Universidad de Palermo., 2010.
24. M. Gutierrez, "Introducción a los Sistemas Basados en el Conocimiento", Departamento de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial, no. Universidad de Sevilla, 2006.