

Análisis de la investigación de las competencias profesionales enfocadas a la tecnología e ingeniería a través del análisis de dominios científicos

Dante Guerrero^a, Gerson La Rosa^a, Ana Lucía Bayona^a, Patricia López^a

^a Facultad de Ingeniería, Universidad de Piura, Av. Ramón Múgica 131, Piura, Perú
dante.guerrero@udep.pe, gerson.larosa@udep.pe, ana.bayona@pregrado.udep.edu.pe,
patricia.lopez@pregrado.udep.edu.pe

Resumen. El presente artículo presenta una aplicación de la técnica denominada análisis de dominios de conocimiento, herramienta basada en analizar registros bibliográficos de publicaciones relevantes, la cual apoyada de visualizaciones facilita la identificación de las tendencias y aportes principales de un tema seleccionado.

En el caso de este estudio, se ha escogido como temática las competencias profesionales desde la perspectiva de la Tecnología y la Ingeniería.

Para esto, se toma como base el artículo realizado por el Ing. Gerson La Rosa, docente de la Universidad de Piura, Perú. En este, se muestra la estructura intelectual de la investigación en entorno a las Competencias Profesionales, en la cual se propone una categorización de las mismas. Así mismo, se detectan ocho agrupaciones, una hace referencia al tema de esta investigación.

Es a partir de estos antecedentes que nace un interés por profundizar en este ámbito de las competencias, a fin de encontrar sus principales características y brindar un punto de partida para su estudio y estructuración. Como resultado de esta investigación, se han identificado los principales referentes, los frentes temáticos, la colaboración y el aporte internacional, entre otros.

Palabras Clave: análisis de dominio, competencias profesionales, ingeniería, tecnología, análisis de redes.

1. Introducción

En la actualidad, existe un creciente interés por identificar las competencias profesionales de las personas: sus habilidades, capacidades, conocimientos, actitudes, entre otros. Esto con la finalidad de alcanzar los objetivos y lograr ventajas competitivas dentro las empresas a partir del desempeño óptimo del personal, más allá de la asignación de sus puestos y funciones de trabajo o de la “inteligencia” que ellos poseen.

Es de esta manera, que la aparición de las competencias se ha venido presentando de manera más frecuente dentro de los diferentes campos de estudio existentes. Ejemplo de ello es el caso de la ingeniería, en especial la relacionada con sistemas o tecnologías de la información, donde la inclusión de las competencias es más reciente.

Dada la gran cantidad de información disponible para la realización del estudio, era necesaria la búsqueda de técnicas o herramientas que permitan simplificar el análisis de los datos haciendo esta tarea más rápida sin dejar de ser confiable. Es de esa manera que aparece el análisis de dominio científico, metodología basada en la teoría de que el

desarrollo científico se puede rastrear mediante el estudio de sus huellas reveladas en las publicaciones académicas [14]. Así, se puede identificar información relevante como son las bases o frentes de investigación del tema a analizar. En la actualidad, el análisis de dominio científico se apoya en técnicas de visualización para la presentación e interpretación de los resultados.

En este estudio se han identificado 515 títulos comprendidos desde el año 1973 hasta la fecha en que se realizó la búsqueda (Agosto 2014). La aplicación de la metodología así como la obtención de los resultados del estudio se presentan en el presente artículo.

2. Antecedentes

2.1 Competencias Profesionales

En las empresas, actividades como la selección del personal, la evaluación del desempeño, la distribución de las funciones, entre otras; se basan en las descripciones de los puestos de trabajo establecidos por cada una, donde se busca que los trabajadores “encajen” en las mismas. Sin embargo, este enfoque ha cambiado. Existe un creciente interés por identificar las habilidades, capacidades, conocimientos, actitudes de la persona; es decir sus competencias profesionales, a fin de alcanzar el desempeño óptimo del personal y orientar las mismas a los objetivos de la empresa, desarrollando ventajas competitivas que permitan asegurar su sostenibilidad en el mercado [6].

Es de esta manera, que la aparición de las competencias se ha venido presentando paulatinamente dentro de diferentes campos de estudio. Ejemplo de ello es el caso de la ingeniería, en especial la relacionada con sistemas o tecnologías de la información, donde la inclusión de las competencias es más reciente. Su aparición y desarrollo está estrechamente relacionado con el desarrollo de diversos avances tecnológicos como son el surgimiento de las ciencias de la computación y las tecnologías web, el desarrollo de softwares de visualización, entre otros; los mismos que han permitido facilitar y optimizar actividades como la gestión, evaluación y desarrollo de las competencias dentro de un contexto empresarial.

2.2 Análisis de Dominios Científicos

Aplicar el enfoque tradicional al estudio científico implica la revisión de gran cantidad de documentación fin de encontrar aquellos considerados “importantes”.

Esta labor consume gran cantidad de tiempo, es difícil de repetir; lo cual la hace compleja e incluso subjetiva. A esto hay que sumarle la gran velocidad de crecimiento de la información, lo cual dificulta aún más la tarea [2].

El análisis de dominio científico es una herramienta adecuada para el análisis de la información, debido a que ésta metodología sostiene que el desarrollo científico se puede rastrear mediante el estudio de sus huellas reveladas en las publicaciones académicas [14]. En la actualidad, se apoya en técnicas de visualización, es así que se desarrolla la visualización de dominios científicos. Este es un emergente campo de estudio que busca modelar y representar la estructura intelectual de una disciplina, así

como permitir analizar el desarrollo de un campo de estudio y extraer los signos cruciales de cambio [5], apoyados en mapas de redes.

3. Objetivos

1. Analizar el estado del arte de las competencias profesionales en el campo de la tecnología e ingeniería aplicando el análisis de dominios científicos y de redes.
2. Plasmar la metodología utilizada para la aplicación y desarrollo del análisis de dominio científico a partir de gráficas de redes.
3. Desarrollar mapas de redes basados en las unidades de análisis (autores, documentos, términos) de los registros bibliográficos, empleando softwares de visualización.
4. Definir los autores y sus aportes más representativos al campo de nuestro estudio.
5. Identificar la organización de la información y las tendencias en la investigación en relación a las competencias profesionales en tecnología e ingeniería.

4. Metodología

4.1 Análisis bibliográfico tradicional

Consiste en la revisión de artículos, tesis y trabajos relacionados con el tema de estudio, con el fin de adquirir mayor conocimiento sobre el mismo y obtener las palabras y conceptos claves necesarios para la búsqueda.

El artículo principal que da punto de partida a nuestro análisis es el titulado “Competencias Profesionales: Estructura Intelectual de la Investigación” [11], el cual luego de analizar las competencias profesionales, propone una clasificación para éstas. Se agrupan en 8 categorías, una de ella es la relacionada a la Tecnología e Ingeniería, nuestro objeto de estudio.

4.2 Selección de fuentes

Se basa en la investigación y análisis de las bases de datos de artículos científicos existentes en la Web, con el propósito de escoger aquella que se utilizará para desarrollar la búsqueda. La base de datos seleccionada ha sido Scopus, la cual es una base de datos multidisciplinaria de resúmenes y citas de literatura revisada por expertos.

Así mismo, este buscador ofrece una visión general de la producción mundial de la investigación en diversos campos. Se han considerado artículos desde el año 1973 hasta el 2014.

4.3 Configuración y desarrollo de la búsqueda

Con los conceptos y palabras claves obtenidas en el paso 1 se elaboraron los descriptores de búsqueda. Luego, estos fueron ingresados en la base de datos seleccionada en el paso 2 para obtener el conjunto de artículos que se analizarán posteriormente.

Entre los descriptores de búsqueda utilizados se encuentran: "competenc*management", "competenc*systems*", "competenc* ontolog*", "human resourc*", engine*, "system*engineer", "computer*support*", "models of competence", "model* competenc*", competenc*, know*, "competenc* model*".

Existen consideraciones que deben tomarse en cuenta para la realización de la búsqueda. Ejemplo de ello son las comillas, las cuales se emplean para buscar la palabra completa que se encuentra entre ellas o el asterisco, que se utiliza para buscar las palabras que tengan como raíz la palabra anterior a él.

4.4 Selección de software de visualización

En este paso se realiza el análisis e investigación de los programas de visualización de dominios de conocimientos, de forma que se seleccionen los adecuados para la elaboración de los mapas de redes. Se han elegido dos softwares:

- *CiteSpace II (Versión 3.8. R1)* [4]: es una aplicación gratuita diseñada para responder preguntas sobre dominios de conocimiento, los cuales están representados por un conjunto de registros bibliográficos.

Para la interpretación de los mapas de redes se debe tener en cuenta:

1. La centralidad de los nodos: cuantifica la importancia de la posición del nodo en la red en cuanto a la capacidad de éste en generar conexiones con otros nodos. Se representa mediante un anillo fucsia alrededor de un nodo, el cual indica alta centralidad, un anillo blanco simboliza lo contrario.
 2. El grosor de cada anillo, representan el número de veces que el artículo es citado y el color hace referencia al año. Las mismas consideraciones se hacen para los enlaces entre nodos.
- *Vosviewer (Versión 1.5.7)* [20]: es un software que permite la elaboración y visualización de mapas bibliométricos. Es especialmente útil para mostrar un número regular de ítems de una manera fácil de interpretar. Las capacidades visuales del Vosviewer dependen del uso de los colores.

Ofrece diferentes tipos de vistas para los mapas, se han seleccionado dos:

1. Vista- densidad: cada punto en el mapa tiene un color que depende de su densidad. Es decir, el color depende del número de elementos del entorno y la importancia de los puntos vecinos. Por defecto, este color está en algún lugar entre el rojo y el azul. Cuanto mayor sea el número de elementos entorno a un punto y más alto sea los pesos de los artículos, más cercano es el color al rojo. Por el contrario, cuanto menor es el número de elementos en el entorno y menor es el peso de los artículos, el

color es más cercano al azul. Este tipo de vista es particularmente útil para obtener una visión general de las áreas importantes de un mapa.

2. Vista- densidad de clúster: es útil para obtener una visión general de la asignación de términos a clústeres y de la forma en que los mismos se relacionan entre sí. La distancia entre dos ítems refleja la fuerza de la relación entre ellos y cada color hace referencia a un clúster.

4.4 Tratamiento de los datos

Este paso consiste en la editar los registros antes de ser ingresados en los respectivos softwares de visualización. Comprende el uso de diversos programas para normalizar las referencias, autores y editar los registros. Implica además una revisión manual para asegurar la calidad de la data.

En la figura 1, se puede observar un ejemplo de un registro:

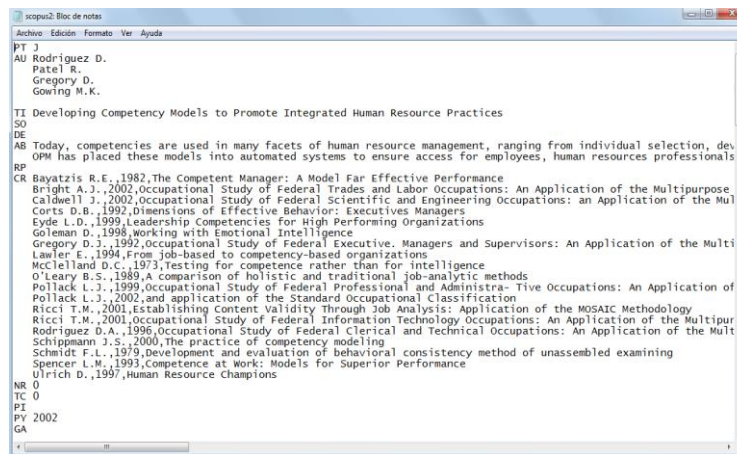


Fig. 1. Registro bibliográfico desarrollado en Block de Notas antes de ser ingresado al software de visualización.

4.5 Elaboración de mapas

Comprende la selección de las unidades de análisis (autores, documentos, términos, entre otros) y la técnicas de análisis deseadas con la finalidad de obtener las gráficas correspondientes.

Entre las técnicas de análisis tenemos:

- Co-citación: es la relación que se da entre dos artículos científicos, cuando aparecen simultáneamente en las referencias de otro tercero. La frecuencia de co-citación se define como, la frecuencia con la que dos artículos científicos son citados conjuntamente.

- Co-ocurrencia: aparición conjunta de dos términos en un documento dado. Cuanto mayor sea la frecuencia de aparición conjunta de las palabras, mayor será su vinculación conceptual.
- Co-autoría: involucra la participación de dos o más países en el desarrollo de un estudio. Es principalmente un indicador de colaboración.
- Emparejamiento bibliográfico: se crea esta relación cuando dos documentos comparten uno o más referencias.

5. Resultado y discusión

5.1 Co-citación de documentos

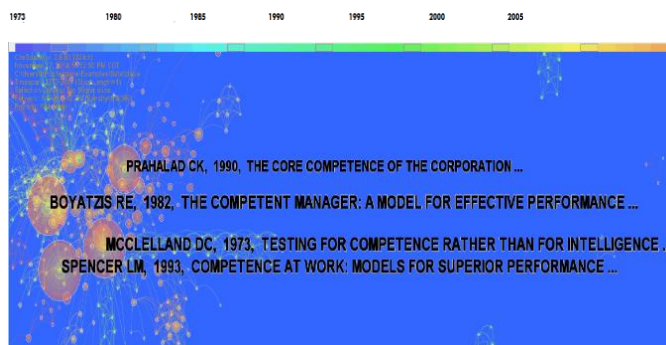


Fig. 2. Co-citación de documentos desarrollada en Citespace II

En Figura 2 se observan cuatro autores principales quienes brindan las pautas en las competencias profesionales para el ámbito tecnológico e ingenieril. Su importancia se representa en el tamaño de sus nodos. Además el color (amarillo a rojo) hace referencia a los años en los que se ha dado la citación de estos documentos, que va desde finales de los 90 hasta la actualidad. El primero en aparecer es Prahalad CK., quien introduce el concepto de “core competences”, definidas como el aprendizaje colectivo de la organización, especialmente la coordinación de las diversas habilidades de producción e integración de las múltiples corrientes de tecnología. Esto quiere decir que esta relacionado con la organización del trabajo y la entrega de valor. Son estas “core competences” las que brindan la diferenciación y las ventajas competitivas a las empresas [19].

Luego tenemos a McClelland DC., quien propone cambiar el enfoque de aplicar test de inteligencia y aptitudes para seleccionar a los candidatos adecuados para un puesto de trabajo, debido a que falla en predecir el desempeño; y de esta manera, presenta el enfoque por competencias. Señala que las mismas van evolucionando y se pueden perfeccionar. Si bien es difícil encontrar a alguien que posea todas las competencias necesarias, también pueden ser aprendidas [15].

A continuación está Boyatzis RE., define a las competencias como capacidades, lo que la persona puede hacer. Desarrolla un modelo para un desempeño efectivo basado

en cuatro ejes: las competencias individuales, las demandas del trabajo, acciones o comportamientos específicos y eficaces y el ambiente organizacional [3].

Por último tenemos a Spencer LM., basado en la metodología de McClelland expone que una de las formas de mejorar la productividad de las empresas es predecir el desempeño; seleccionando, entrenando y colocando a las personas adecuadas en los puestos de trabajo. Determina a través de “Entrevistas de Eventos de Comportamiento” (Behavioral Event Interviews) las características asociadas al éxito de un trabajo.

5.2 Emparejamiento bibliográfico de documentos

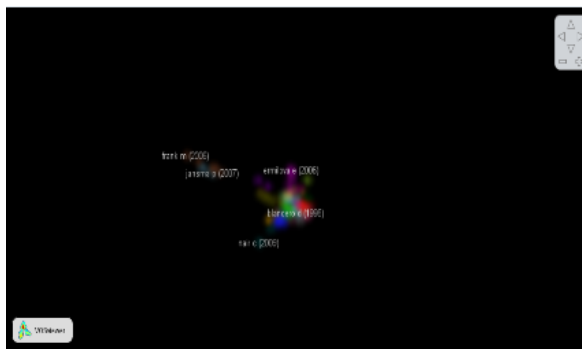


Fig. 3. Emparejamiento Bibliográfico de documentos desarrollado en Vosviewer

La Figura 3 se ha obtenido aplicando la técnica de emparejamiento bibliográfico de documentos.

Se identifica un primer grupo formado por Frank [9], Jansma & Derro [13]. Ambos autores coinciden en la búsqueda de ingenieros de sistemas exitosos y capacitados para hacer frente al alcance y la complejidad de los sistemas hoy en día. Para esto, desarrollan sus propios modelos de competencias.

En el caso del primer autor, resalta el desarrollo en los ingenieros de sistemas de la capacidad de poder visualizar una situación como un “todo” y en diferentes enfoques sin detenerse en los componentes (capacidad de pensamiento sistémico ingenieril). Es de esta forma y en base a esta capacidad que desarrolla un modelo de competencias (CEST) que busca la evaluación de las competencias a partir de sus componentes.

Por otro lado, Jansma sostiene que para poder contar con ingenieros de sistemas exitosos dentro de las empresas, éstas deben ser responsables de su formación y capacitarlos de acuerdo a las actividades y funciones que ellas quieren que realicen.

Para esto, desarrolló un modelo de competencias cuyo entrenamiento se basaba en un sistema “en-el-trabajo” basada en talleres, retroalimentación, experiencia práctica, entre otros.

En un segundo grupo se muestran tres autores: Ermilova & Afsarmanesh [8], Blancero, Boroski, & Dyer [1] y Nair, Patil, & Mertova[17]. Estos resaltan el desarrollo

y la formación de las competencias a partir de los comportamientos y características observables de las personas [15].

En el caso de Ermilova, define a las personas como un componente importante dentro de Organización Virtual, dado a que se deben identificar los perfiles de los mismos para definir las competencias a desarrollar dentro de esta organización. Por su parte Blancero, define que en las organizaciones, los modelos de competencias deben estar distribuidos en 3 grupos: un grupo pequeño de competencias que poseen todos los miembros, un grupo más pequeño de competencias aplicables a la mitad o más (pero no a todos) y un grupo de competencias mucho mayor asignado a un grupo específico de roles.

Por último, Nair resalta la necesidad del desarrollo de capacidades como la comunicación, la toma de decisiones, la resolución de problemas, entre otros factores del comportamiento de la persona a fin de disminuir la brecha entre los estudiantes graduados y las expectativas de los profesionales que se solicitan en la rama de ingeniería de sistemas.

5.3 Co-ocurrencia de términos

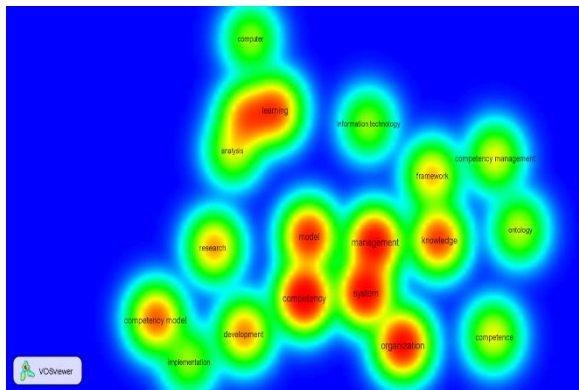


Fig. 4. Co-ocurrencia de términos desarrollada en Vosviewer empleando la vista-densidad.

Entre los conceptos más empleados en este campo de estudio se encuentran, los *modelos de competencias* y los *sistemas de gestión* dentro de las *organizaciones*.

Éstas buscan implementar *sistemas de gestión de competencias* para el manejo del recurso humano dentro de las compañías y así apoyar en las actividades de *selección, desarrollo, aprendizaje, evaluación y sucesión del personal*. Dentro de ellos, se definen *modelos de competencias*, los cuales establecen aquellas que la *organización* desea que posean sus empleadores, debido a que le permitirán alcanzar sus objetivos [6].

Los avances dados en las ciencias de la *computación* también se han aplicado a las competencias, de esta manera la *tecnología* ha buscado apoyar su *gestión* mediante el desarrollo de softwares especializados. Dentro de las competencias profesionales, esto supone una difícil labor debido a que las particularidades de cada organización

establecen escenarios diferentes. El objetivo es desarrollar un *modelo genérico y adaptable* para definir a las competencias y sus componentes [10]. Para ello, se recurre a la *ontología* definida como conceptualizaciones compartidas de dominios específicos, basados en lenguajes y descripciones lógicas [18].

5.4 Co-autoría de países



Fig. 5. Co-autoría de países desarrollada en Citespace

La Figura 5 se ha obtenido aplicando la técnica de coautoría de países.

De acuerdo a la interpretación de la gráfica podemos deducir que el desarrollo del tema de las competencias ha tomado mayor relevancia en las últimas décadas (color de los anillos). Así mismo, podemos identificar que los países con mayor centralidad son Estados Unidos, Inglaterra y Francia, es decir son los países que han colaborado en mayor proporción con otras naciones considerados en el estudio.

En el caso de Norteamérica, éste país presenta a su vez la mayor frecuencia, es decir de él provienen la mayor cantidad de artículos. Su primera contribución aparece en 1983 con Madeline Weiss en *The human side of systems: an experimental approach*, (color del anillo más pequeño coincide con el color indicado en la línea de tiempo presentada) en la cual se aborda la importancia de la orientación interpersonal en los profesionales en sistemas de información como medio para una eficaz resolución de problemas y toma de decisiones.

Por otro lado, aparece China como un país con una centralidad nula versus una frecuencia elevada. Es decir, si bien sus aportes han sido numerosos estos los ha realizado de manera independiente sin buscar el apoyo de otros países.

6. Conclusiones

Dado el interés por profundizar en el ámbito de las competencias en ingeniería y tecnología es que se aplica la técnica denominada análisis de dominio científico, a fin de encontrar sus principales características (bases, frentes temáticos, principales exponentes) y brindar un punto de partida para su posterior estudio y estructuración. En la actualidad, se ve apoyada por mapas de redes que permiten visualizar la información, lo cual facilita su comprensión y permite descubrir relaciones y tendencias anteriormente imperceptibles.

Dentro del campo de estudio de las competencias profesionales, en el ámbito de la tecnología e ingeniería, se busca orientar el desempeño de los trabajadores al desarrollo de aquellas competencias que permitan alcanzar los objetivos de la organización. Para ello, se busca establecer modelos de competencias en donde se define aquellas que son requeridas por las empresas. Estos modelos forman parte del sistema de gestión de competencias, el cual sirve como guía en todo el proceso de la gestión del recurso humano. Hoy en día, se busca que estos sistemas se apoyen en los avances en las ciencias de la computación y las tecnologías web, para desarrollar softwares que faciliten esta tarea.

Referencias

1. Blancero, D., Boroski, J., & Dyer, L. Key competencies for a transformed human resource organization: Results of a field study. *Human Resource Management* , 383 a 403 (1996)
2. Börner, K., Chen, C., & Boyack, K. W. Visualizing Knowledge Domains. *Annual Review of Information Science & Technology* , 5, 179 a 255 (2003)
3. Boyatzis, R. E. *The Competent Manager: A Model for Effective Performance*. Jon Wiley & Sons, Inc., Canada (1982)
4. Chen, C. The CiteSpace Manual. , <http://cluster.ischool.drexel.edu/~cchen/citespace/CiteSpaceManual.pdf>
5. Chen, C., Paul, R. J., & O'Keefe, B. Fitting the jigsaw of citation: Information visualization in domain analysis. *Journal of the American Society for Information Science and Technology* , 52 (4), 315 a 330 (2001)
6. Draganidis, F., & Mentzas, G. Competency based management: a review of systems and approaches. *Information Magement & Computer Securitu*, 14 (1), 51 a 64 (2006)
7. Draganidis, F., Chamopoulou, P., & Mentzas, G. An ontology based tool for Competency Management and Learning Paths, 6th Internacional Conference on Knowledge Management (I-KNOW06). Special track on Integrating Working and Learning, Graz, Austria (2006)
8. Ermilova, E., & Afsarmanesh, H. Competece and Profiling Management in Virtual Organization Breeding Enviroments (2006)
9. Frank, M. Knowledge, abilities, cognitive characteristics and behavioral competences of engineers with high capacity for engineering systems thinking (CEST), *Systems Engineering*, 9(2), 91 a 103 (2006)

10. Garcia-Barriocanal, E., Sicilia, M.-A., & Sánchez-Alonso, S. Computing with competencies: modelling organizational capacities. *Expert systems with applications*, 39(16), 12310 a 12318 (2012)
11. Guerrero, D. A., Martinez Almela, J., & La Rosa, G. Competencias Profesionales: estructura intelectual de la investigación. *Procedia Social and Behavioral Sciences* (2012)
12. Hudson, J. Trends in multi-authored papers in economics. *Journal Economics Perspectives*, 10(3), 153 a 158 (1996)
13. Jansma, P., & Derro, M.. If You Want Good Systems Engineers, Sometimes You Have To Grow Your Own! *IEEE* , 1 a 15 (2007)
14. Khun, T. (. The Structure of Scientific Revolutions. *International Encyclopedia of Unified Science* 1962)
15. McClelland, D. C. Testing for Competence Rather than for "Intelligence".(1973)
16. Mcclelland, D. Testing for Competence rather than for "Intelligence". *American Psychologist*, 28(1), 1 a 14 (1973)
17. Nair, C. S., Patil, A., & Mertova, P. Re-engineering graduate skills: a case study. *European journal of engineering education* , 131-139 (2009)
18. Nardi, D., & Brachman, R. An introduction to description logics. En Franz B, Diego C, Deborah M, Daniele N and Peter PE. (eds), *Cambridge University Press* (2002)
19. Prahalad, C., & Hamel, G. The Core Competence of the Corporation. *Harvard Business Review*, 68(3), 79 a 91 (1990)
20. Van Eck, N. J., & Waltman, L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523 a 538 (2010).
21. Velásquez Álvarez, A., & Aguilar Gallegos, N. Manual Introductorio al Análisis de redes Sociales. *REDES, Revista Hispana para el Análisis de Redes Sociales* (2005)