

META-ANÁLISIS DEL PROYECTO TAAE APLICANDO ANÁLISIS DE REDES SOCIALES

J. LÓPEZ¹, E. TOVAR², N. PIEDRA¹, M. BLÁZQUEZ³, M. CASTRO³,
J. ARRIAGA⁴, F. PESCADOR⁴, J. ROMO⁵, O. CASQUERO⁵, M. BENITO⁵ Y A. LANDALUCE⁵

¹Escuela de Ciencias de la Computación. Universidad Técnica Particular de Loja. Ecuador.
{jalopez2, nopiedra}@utpl.edu.ec

²Facultad de Informática. Universidad Politécnica de Madrid. España.
etovar@fi.upm.es.

³Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control – DIEEC. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial. Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). Madrid. España.
{manuel.blazquez.merino, pelaga}@gmail.com, {gdiaz, mcastro@ieec.uned.es}

⁴Departamento de Sistemas Electrónicos y de Control. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Telecomunicación. Universidad Politécnica de Madrid. España.
{jesus.arriaga, fernando.pescador}@upm.es

⁵Universidad del País Vasco. Bilbao. España.
ariana.landaluce@gmail.com, {oskar.casquero, jesus.romo, manuel.benito}@ehu.es

Este documento muestra los resultados de la aplicación del análisis de redes sociales a los datos obtenidos de los documentos publicados en los congresos del proyecto TAAE (Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica), desde 1994 hasta 2008. El principal objetivo de este documento es dar respuesta a un grupo de preguntas, que abarcan temas como: el grado de cohesión de los organismos participantes, la evolución de las temáticas tratadas, la incorporación de nuevos temas, entre otros. Las preguntas fueron propuestas, de acuerdo a su interés, por los organizadores del proyecto TAAE. Para dar respuesta a cada una de las preguntas se aplicaron una o varias métricas e indicadores del análisis de redes sociales que muestran alguna característica de la red, analizando y describiendo la respuesta obtenida. Para realizar el meta-análisis se utilizó Pajek, una herramienta de código abierto ideada para la representación de grandes volúmenes de datos. Por último, se presentan las conclusiones fruto del análisis realizado.

Palabras clave: TAAE, Meta-análisis, SNA, métricas, resultados, RedOBER.

1. Introducción

El análisis de los datos generados por las diferentes actividades en el desarrollo de un proyecto, como TAAE (Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica), es una tarea que permite medir el desarrollo de los mismos y sobre todo encontrar aquellas áreas que necesitan redefinirse en la búsqueda de mejorarlas. Dentro de esta perspectiva el análisis estadístico es la herramienta por excelencia que se utiliza. Pero existen otros tipos de análisis que pueden complementarlo, como el análisis basado en conceptos de redes sociales, el mismo que permite encontrar, de manera sencilla y gráfica, otro tipo de características que muestran el comportamiento de los diferentes elementos que participan dentro del proyecto.

Por estas razones se aplicó el análisis de redes sociales a los datos generados en los congresos del proyecto TAEE.

El documento se ha estructurado de la siguiente forma: una descripción del proyecto TAEE y su congreso. Una exposición del análisis de redes sociales como técnica usada para realizar el meta-análisis. Una tercera parte donde se aplica las métricas del análisis de redes sociales para responder a las preguntas propuestas. Finalmente, se incorpora una sección de conclusiones.

2. El proyecto TAEE

El proyecto TAEE (Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica) es una iniciativa en donde participan varios organismos educativos y empresas de varios continentes (Centroamérica, Europa, Norteamérica y Sudamérica) y cuyo objetivo final es aplicar masivamente las nuevas tecnologías a la enseñanza de la electrónica. Para ello invita a docentes a diseñar sus propias experiencias a través de proyectos según sus necesidades y posibilidades.

Como se menciona en [2], TAEE se constituye en un nuevo tipo de proyecto "Proyecto Servicio" porque una de sus actividades principales es la creación de un "Centro de Recursos" que facilite la libre adquisición de herramientas para su uso en la docencia; ofreciendo plataformas de difusión de los trabajos de investigación y desarrollo en el área de la innovación educativa y en la aplicación de nuevas tecnologías en la enseñanza. TAEE es un mecanismo de comunicación interuniversitario y su calidad depende del uso y retroalimentación que los usuarios propicien y proporcionen.

2.1. Los congresos de TAEE

Desde 1996, se ha venido organizando un congreso bianual. Hasta la fecha se han realizado 8 ediciones del congreso; su tema central son las tecnologías aplicadas a la enseñanza de la electrónica y su objetivo es la difusión de resultados de proyectos e iniciativas en las áreas de la innovación educativa y la aplicación de nuevas tecnologías en la enseñanza de la electrónica. Todo ello bajo el marco del proyecto de Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica (TAEE).

Las ponencias que se han realizado en cada uno de los congresos son variadas, pero se han clasificado en grandes familias temáticas tales como: Sistemas, Dispositivos y componentes, Instrumentación y medida, Automática, Robótica, Laboratorios, Software Educativo, Docencia y Técnicas de construcción, implementación y realización práctica. La documentación generada por cada ponencia en cada congreso constituye en una fuente de datos a explotar que debe aprovecharse.

3. El análisis de redes sociales

El análisis de redes sociales (SNA) es un enfoque utilizado para encontrar información no evidente dentro de las estructuras que se forman por la interacción entre grupos de individuos o entidades. La información no evidente, es la base para encontrar patrones de comportamiento que aportan información adicional relevante sobre el funcionamiento y características de una red de cualquier tipo. Su aplicación comprende áreas como: conflicto de intereses [3], redes criminales [4], búsqueda de individuos influyentes [5], estudio de redes de co-autores [6], entre otras.

Desde hace algunos años atrás el análisis de redes sociales ha sido empleada en varias iniciativas, como por ejemplo [7], que han seleccionado como fuente de datos el contenido generado a través de herramientas Web 2.0 y han elaborado redes con el fin de aplicar conceptos de análisis de redes sociales y encontrar un punto de inicio en el camino hacia la Web Semántica, demostrando que la semántica puede surgir desde una comunidad de usuarios y a través de acciones sencillas como el etiquetado.

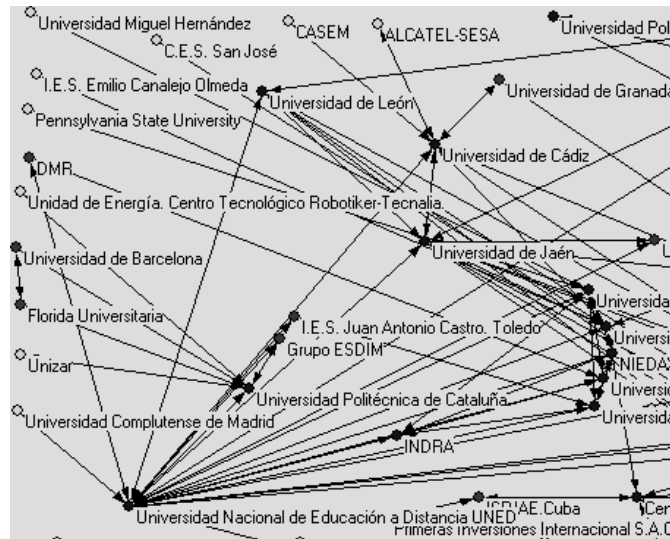


Figura 1. Un fragmento de la red construida

Para el análisis de redes sociales es necesario contar con un programa informático que facilite el proceso de obtención métricas, indicadores y figuras. La herramienta para el análisis de redes sociales seleccionada es Pajek [9]. Pajek es un programa gratuito para el análisis y visualización de grandes redes, que puede ser instalado únicamente en sistemas operativos Windows, del cual existe una documentación extensa, tanto en línea como impresa.

4. Meta-análisis aplicando análisis de redes sociales

El objetivo del presente documento es realizar un meta-análisis a los datos de los congresos del proyecto TAEE (desde 1996 hasta 2008), a través de las técnicas del análisis de redes sociales; tomando como fuente de datos los 8 congresos realizados, los 964 documentos, las 1348 palabras clave únicas, los 1092 organismos participantes, los 1674 autores, las 11 familias temáticas, las 150 sesiones, entre otros datos. Los datos han sido proporcionados por la organización de los congresos TAEE.

Mediante el meta-análisis se ha tratado de responder a las preguntas ¿Cuáles son las relaciones y el nivel de cohesión de los diferentes organismos (en España y entre continentes) que participan en TAEE? ¿Cómo ha evolucionado la temática tratada en el congreso? ¿Cuáles son las nuevas incorporaciones ontológicas en materia de tecnología a lo largo de estos años? y ¿Cómo ha evolucionado la temática en las investigaciones y estudios relacionados con la docencia de la electrónica? El trabajo realizado para responder por cada una de estas preguntas se explica en los apartados dentro de esta sección.

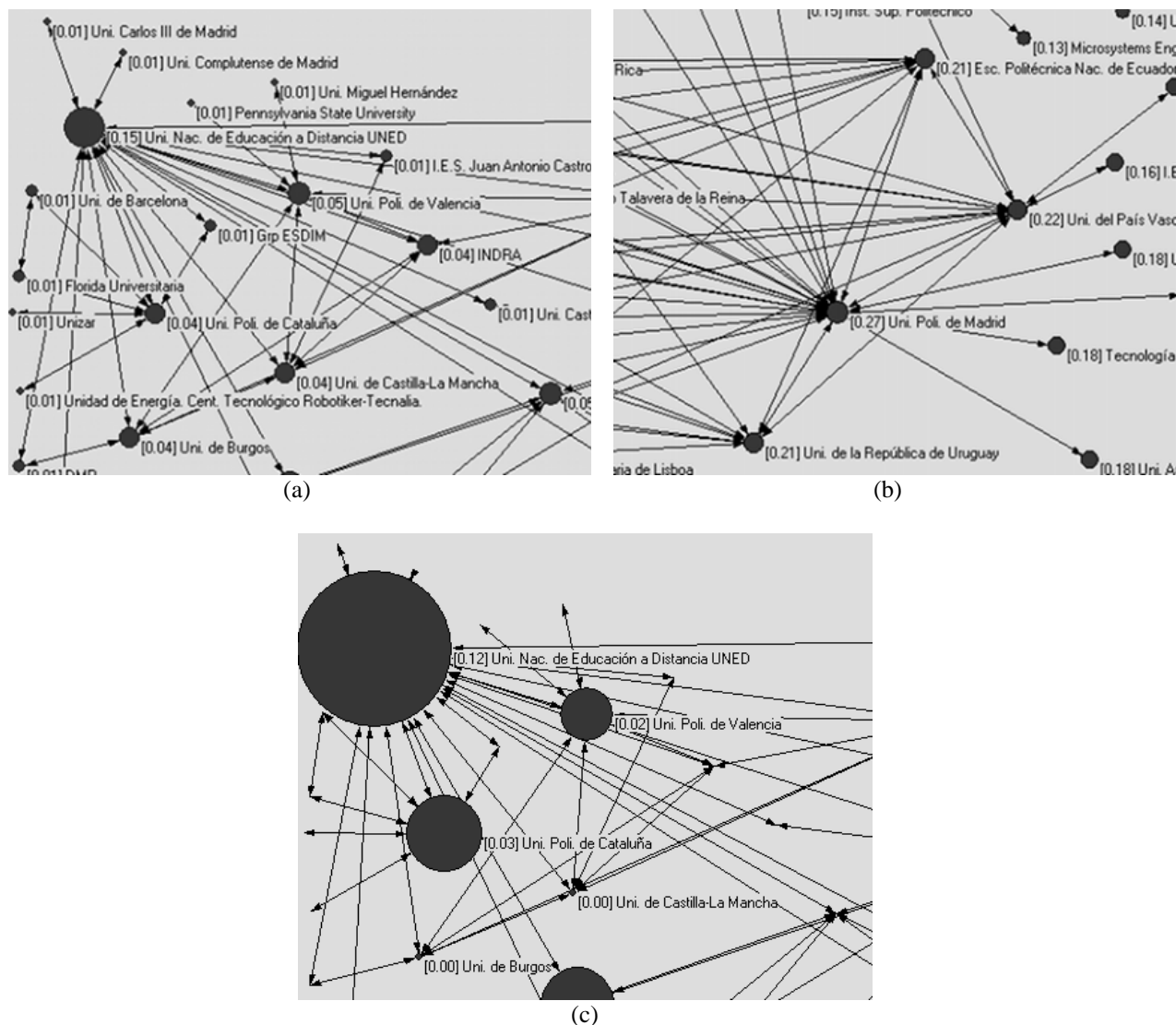


Figura 2. Medidas de Centralidad

Se utilizaron varias métricas del análisis de redes sociales, tales como: Grado nodal y densidad, para estudiar las conexiones y distancias entre los actores; grado de centralidad, cercanía e intermediación, para determinar aquellos organismos con mayor poder y centralidad; se utilizó el peso de los arcos, hubs y authorities para determinar la relación entre temáticas y palabras clave; y K-cores, para el estudio de subestructuras formadas por las relaciones entre los autores de documentos.

Los resultados obtenidos aplicando el análisis de redes sociales sobre los congresos del proyecto TAEE, como complemento al análisis estadístico, ha permitido: visualizar gráficamente las relaciones entre los diferentes participantes así como también la evolución de las familias ontológicas; facilitando la tarea de encontrar organismos aislados y aquellos organismos que sirven de vínculo o puente con otros; y ha permitido determinar las relaciones entre las palabras clave en las diferentes familias ontológicas.

4.1. ¿Cuáles son las relaciones y el nivel de cohesión de los diferentes organismos (a nivel de España y entre continentes) que participan en TAEE?

Para responder a ésta pregunta se construyó una red compuesta de la siguiente manera: los nodos o actores representan a las organizaciones participantes en alguna edición del congreso. Los arcos del grafo se formaron entre organizaciones que cooperaron en la creación de alguna presentación (al menos una); debido a la falta de jerarquías, los arcos son bidireccionales. Ver la Figura 1, que muestra parte de la red generada.

Tabla 1. Muestra el grado nodal de los organismos participantes

Grado	Frecuencia	Representante
0	51	SELCO. SA
2	36	ALCATEL-SESA
4	13	DMR
6	8	AYDE, S.L.
14	6	I.E.S. J.A. de Castro Talavera de la Reina
20	6	Cent. Fed. de Educacao Tecno do Paraná. Brasil
42	1	Universidad Nacional de Educación a Distancia UNED
52	1	Universidad Politécnica de Madrid UPM

Los indicadores y métricas usados fueron: Cohesión, densidad, centralidad, grado nodal, cercanía, e intermediación, términos que definiremos brevemente a continuación. Además se clasificaron los organismos participantes por su nivel de cooperación: nivel 0 - para aquellos que no se han relacionado con ningún otro; 1 - aquellos organismos que han cooperado con otra organización; 2 - organismos que se han relacionado con otros dos; 3 ó mas - los organismos que han cooperado con otros en número igual o superior a tres. Los indicadores utilizados se entienden de la siguiente manera:

Cohesión es el grado en que los actores están conectado directamente entre sí, y de manera intuitiva se relaciona con el número de arcos que una red posee [1]. Para determinar el grado de cohesión existen algunas métricas que se describen brevemente a continuación:

- Densidad: es la proporción de vínculos o enlaces existentes e una red relativo al número total de posibles enlaces La densidad calculada para la red de todas los organismos participantes en conferencias es 0.0191, lo que significa que solamente el 1.91% de todos los posibles arcos están presente, aunque como se menciona en [1], la densidad no es una medida útil debido a su dependencia al tamaño de la red. Vea la Figura. 2 (a).
- Centralidad: Esta medida brinda una aproximación del poder social de un nodo sobre la base de lo bien conectado que se encuentra en la red. Para el cálculo de la centralidad se usó los siguientes indicadores: grado, cercanía (Closseness) e intermediación (Betweeness).
 - o Grado: El grado de un vértice es un conteo del número de arcos (entrantes, salientes o ambos) con otros actores o nodos dentro de la red. Para un resumen vea la Tabla 1. Los organismos con mayor grado de cooperación, mayor índice de cercanía e intermediación son: la Universidad Politécnica de Madrid y la Universidad Nacional de Educación a Distancia, con 52 y 42 relaciones respectivamente.
 - o Cercanía: Es la medida que tiene un nodo que muestra cuán cerca está (directa o indirectamente) a todos los otros nodos de una red. Refleja la capacidad de acceder a la información a través del grupo de miembros de la red. En la Fig. 2 (b), se puede ver parte de la red generada y se observa como la Universidad Politécnica de Madrid (0.27) tiene el valor más alto, es decir que puede acceder a la información de una manera más fácil,

seguido de la Universidad Nacional de Educación a Distancia UNED con un 0.25 (que no se observa en la figura)

- o Intermediación: Esta medida muestra cómo se encuentra un nodo, comparado con otros nodos de la red. Esta medida considera la conectividad de los nodos vecinos, asignando un valor mayor a los nodos que actúan como puentes entre grupos. Vea la Fig.4.(c). Según este análisis, que coincide con los resultados de la métrica anterior, la universidades Politécnica de Madrid – UPM y Nacional de Educación a Distancia de España – UNED.

4.2. ¿Cómo ha evolucionado la temática tratada en el congreso?

Para responder la pregunta se crearon algunas redes, una por cada año de edición del congreso, cuyos nodos fueron las temáticas (la cuales permanecen fijas todos los años) y subtemáticas (las cuales aparecen y desaparecen dependiendo de la existencia de documentos clasificados bajo las subtemáticas).

Las métricas usadas fueron el peso de los arcos (que es una propiedad de los arcos y que pueden representar alguna relación), en este caso representa el número de documentos que pertenecen a una temática, considerando que un documento puede pertenecer a una o más temáticas.

En la Fig. 3 (a) y (b) se puede ver parte de la evolución de la temática Software Educativo en los años 1994 y 1996 respectivamente. El diámetro de los arcos varía en forma proporcional al número de documentos que posee la temática. Para la generación de las imágenes se utilizó una opción de Pajek llamada “Generate in Time” [9], opción que genera una serie de imágenes a partir de un solo archivo de datos.

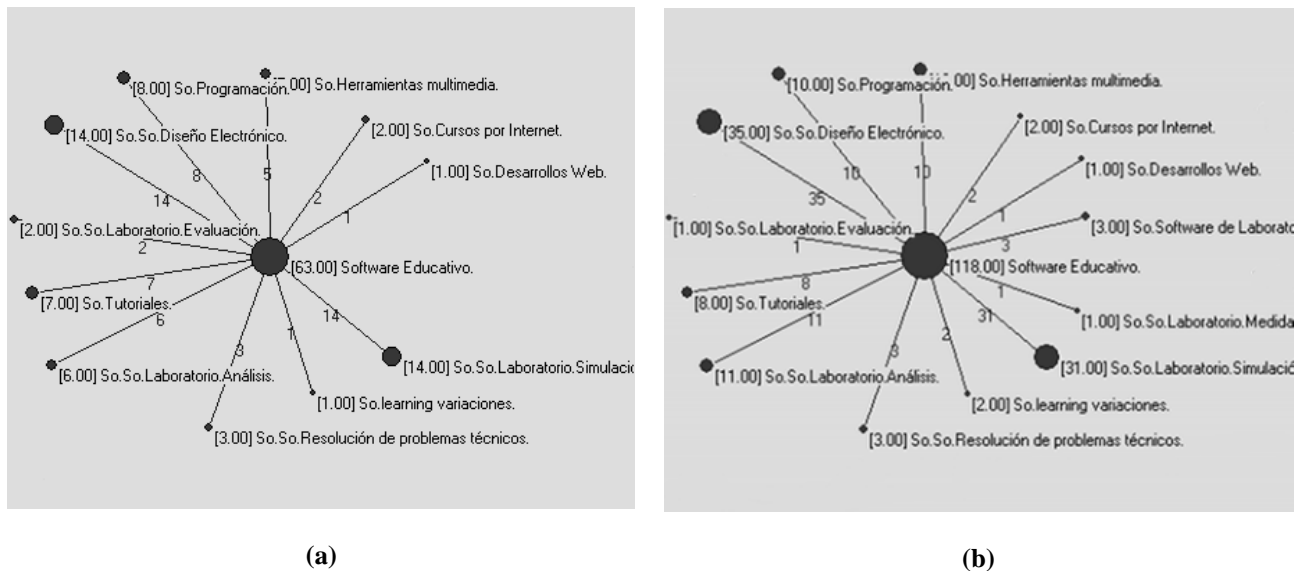


Figura 3. Especialización de las temáticas

El análisis gira alrededor del nivel de especialidad que ha alcanzado cada una de las familias. Ese nivel se mide por el número de subtemáticas que ha alcanzado cada una de las familias. Además el análisis toma en cuenta la cantidad de documentos que pertenecen a un familia y a sus subtemáticas. Un resumen del nivel de especialización se puede ver en la Tabla 2.

Tabla 2. Resumen de los grupos formados según su evolución

Grupos	Niveles de especialización	Número de documentos
Grupo 1: - Docencia - Sistemas - Software Educativo	43	2179
Grupo 2: - Dispositivos y componentes - Laboratorios - Instrumentación y medida - Técnicas de construcción, implementación y realización práctica	23	591
Grupo 3: - Automática - Robótica	12	33

4.3. ¿Cuáles son las nuevas incorporaciones ontológicas en materia de tecnología a lo largo de estos años?

Para dar respuesta a esta pregunta se ha utilizado el peso de los arcos, seleccionando únicamente las familias: Sistemas, Software Educativo, Dispositivos y Componentes, Automática y Robótica, por considerarlas como las familias más relacionadas al área de tecnología.

Para el análisis de la información, en busca de las respuesta a la pregunta planteada, la atención se centra en los años en que cada uno de los subtemas aparecieron (para determinar el valor de aparición de la familia temática se calculó la moda) y el nivel de especialización se determina por la cantidad de subtemas que tiene en cada año un familia temática (para el nivel de especialización se calculó la mediana para el número de subtemas por congreso). Estas medidas han contribuido a centrar la atención en un subconjunto específico y proporcionan argumentos que describen la situación del grupo de familias seleccionado. Demostrando así la dependencia entre el análisis estadístico y el análisis de redes sociales. Del análisis se puede obtener la Tabla 3 que muestra las incorporaciones y el nivel de especialización que han alcanzado.

Tabla 3. Incorporaciones ontológicas en Tecnología

Temática	Primer año de aparición (Moda)	Nivel de especialización (Mediana)
Automática	1994	4
Dispositivos y componentes	1994	6
Software Educativo	1994	11
Sistemas	1996	13
Robótica	1998	1

4.4. ¿Cómo ha evolucionado la temática en las investigaciones y estudios relacionados con la docencia de la electrónica?

Al igual que la pregunta anterior se utilizó el peso de los arcos, la moda y la mediana para dar respuesta ésta pregunta.

Con el mismo análisis para la pregunta anterior en la Tabla 4 se muestran algunos detalles de la familia Docencia, obteniendo la siguiente información:

- La moda igual a 1994 (1994 es el año en que aparecieron la mayoría de temas).
- La mediana cuyo valor es 9 (9 de las 11 familias han estado presentes en las 8 ediciones del congreso).

Tabla 4. Temáticas tratadas en los congresos.

DOCENCIA	1994	1996	1998	2000	2002	2004	2006	2008	Año
Análisis sistemas de enseñanza y experiencias didácticas	x	x	x	x	x	x	x	x	1994
Aprendizaje basado en tareas	x	x	x		x	x	x	x	1994
Aprendizaje basado en proyectos	x	x	x	x	x	x	x	x	1994
Metodología docente	x	x	x	x	x	x	x	x	1994
Estudios relacionados con la educación	x	x	x	x	x	x	x	x	1994
Espacio Europeo Educación Superior						x	x	x	2004
Docencia a distancia		x		x	x	x	x	x	1996
Aplicaciones online	x	x	x	x	x	x	x	x	1994
Material educativo y docente	x	x	x	x	x	x	x	x	1994
Innovación docente	x			x	x	x	x	x	1994
Aprendizaje basado en prácticas	x	x	x	x	x	x	x	x	1994
Moda:									1994
Frecuencia y Mediana	9	9	8	9	10	11	11	11	Me=9.5

4. Conclusiones

Tras el análisis se puede concluir: (a) El análisis de redes sociales es una herramienta importante que aporta con información relevante.(b) Las universidades Politécnica de Madrid y Nacional de Educación a Distancia son los organismos más importantes e influyentes dentro del grupo de participantes.(c) La participación de los organismos de un mismo continente, a excepción de Europa, es escasa.(d) Según el nivel de especialización y número de documentos existen tres grupos, un primer grupo con un gran nivel de especialización y gran número de publicaciones (Docencia, Sistemas y Software Educativo); un segundo grupo con valores medios de especialización y publicaciones (Dispositivos y componentes, Laboratorios, Instrumentación y medida y Técnicas de construcción, implementación y realización práctica); y el tercero con valores bajos (Automática y Robótica).(e) Las incorporaciones a las temáticas en el área de tecnología se realizaron por primera vez en el año 1998 y por última vez en el año 2004.(f) La evolución de la temática de Docencia no ha alcanzado niveles de especialización como sí lo han realizado otras temáticas, estancándose en once subtemas sin ninguna especialización en ellos.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer al Ministerio de Ciencia e Innovación de España y al Plan Nacional Español I+D+I 2008-2011 el apoyo a este artículo dentro del proyecto RedOBER - Proyecto TSI2007-31091-E Objetos Educativos Reutilizables (para el EEES en las especialidades de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones) y a la Universidad Técnica Particular de Loja, UTPL. Igualmente agradecen al programa de la CYTED (Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo) por el apoyo a la acción 508AC0341, SOLITE, Software Libre en Teleformación.

Este trabajo de investigación ha sido parcialmente financiado por la República del Ecuador a través de la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología.

Referencias

- [1] W. Nooy, A. Mrvar y V. Batagelj. *Exploratory Social Network Analysis with Pajek*. Cambridge University Press. New York (2005).
- [2] *¿Qué es el proyecto TAEE?. Proyecto TAEE: Un entorno para desarrollar proyectos*. (Disponible en: <http://www3.euitt.upm.es/taee/presentacion/presentacion.htm>)
- [3] B. Aleman-Meza, M. Nagarajan, L. Ding, et al. *Scalable semantic analytics on social Networks for addressing the problema of conflicto of interest detection*. *ACM Trans. Web*. New York (2008).
- [4] A. Sheth, B. Aleman-Meza, F. Arpinar, et al. *Semantic Association Identification and Knowledge Discovery for National Security Applications*. *Journal of Database Management*. Nº 16. 33-53 (2005).
- [5] A. Smeaton, G. Keogh, C. MacDonald y T. Soding. *Analysis of Papers from Twenty-Five years of SIGIR Conferences: What Have We Been Doing for the Last Quarter of a Century*. *SIGIR*. Nº 36
- [6] A. Barabási. *The New Science of Networks*. Perseus Publishing. Cambridge (2002)
- [7] P. Mika. *Ontologies are us: A unified model of social networks and semantics*. *Web Semant*. Nº 5. 5-15 (2007)
- [8] A. Landaluze, O. Casquero, J. Portillo, J. Romo y M Benito. *Meta-análisis de los artículos publicados en el SPDECE. Editorial SPDECE 2008*. (2008)
- [9] V. Batagelj, A. Mrvar. *Pajek Program for Analysis an Visualization of Large Networks*. (2008)

