

REDES PATHFINDER: UN CASO DE ESTUDIO.

Francisca Guisado Moreno

Halina Cwierz López

M. Guadalupe Generelo-Pérez

Juan Arias Masa

EJE TEMÁTICO

Propuestas e-learning

RESUMEN

Este trabajo versa sobre un estudio empírico de cómo se puede obtener el conocimiento de la forma en la que un alumno aprende y estructura los conceptos que va adquiriendo. Presentamos un estudio práctico del uso de Redes Asociativas Pathfinder en diferentes ámbitos educativos, como son la enseñanza primaria y la propia Universidad tanto en los niveles de grado y postgrado según los nuevos planes de estudio del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). En dicho estudio, hemos comparado la similaridad de determinados conceptos frente a la red de la ciencia y la red del profesor, antes y después de que dichos conceptos sean explicados en clase. Así mismo se han calculado y verificado los valores de coherencia y complejidad de las redes de los alumnos.¹

PALABRAS CLAVES

Aprendizaje colaborativo, red pathfinder. Similaridad de redes, coherencia, complejidad, adquisición de conocimientos.

¹ La investigación que ha servido de base para este artículo, «Redes Pathfinder: un caso de estudio», ha sido financiada por la Consejería de Economía, Comercio e Innovación de la Junta de Extremadura mediante Resolución de 21 de Agosto de 2009, por la que se resuelve la concesión de subvenciones para la realización de proyectos de investigación, desarrollo e innovación en Extremadura (Referencia PRI09A005) y ha sido llevada a cabo por el grupo de investigación “Ciberdidact”.

1. INTRODUCCIÓN

En este documento pretendemos resumir el trabajo llevado a cabo por un grupo de alumnas del Máster Universitario de Investigación en Ingeniería y Arquitectura que se ha impartido en el curso 2009-10 en el Centro Universitario de Mérida, perteneciente a la Universidad de Extremadura, todo ello bajo la dirección del profesor de la asignatura Introducción a la Investigación en Sistemas Informáticos y Telemáticos. En primer lugar presentamos el marco teórico del que se ha partido para realizar dicho estudio, que está tomado de la tesis doctoral referenciada en [1], en el se explicitan los fundamentos de esta investigación, así como el marco donde se han de enlazar las magnitudes que se pretenden medir. Seguidamente, y dentro del apartado metodología de trabajo describimos la forma en que hemos llevado a cabo el estudio, desde las herramientas utilizadas para recogida de información y su tratamiento posterior. También describimos la selección de la muestra y los conceptos que se han estudiado y el proceso seguido. En el apartado de Análisis de resultados hemos descrito la elaboración de las redes mostrando un ejemplo para uno de los grupos. Seguidamente, se resume el análisis de la coherencia, donde mostramos el ejemplo de los alumnos de Educación Primaria. En el siguiente subapartado se resume el análisis de complejidad de redes, en este caso se ha elegido a los alumnos del Máster y a los de Educación Primaria para representar su gráfica de complejidad de redes antes y después de la explicación. Finalmente, se presenta el estudio de Similitud donde mostramos en una sola gráfica todo el resumen de comparación y análisis de las redes medias de los alumnos frente a la red del profesor, antes y después de la explicación del tema.

Al final de este trabajo presentamos un resumen de las conclusiones obtenidas en este estudio y donde resumimos que concuerdan con los planteamientos iniciales sobre la posibilidad o no de que las redes medias de los alumnos fueran más similares a las del profesor una vez que éste haya llevado a cabo la explicación de un determinado tema.

2. MARCO TEÓRICO

Existen diversas técnicas para la obtención de datos acerca de la estructura cognitiva. Como son: asociación de palabra, test verbales, establecimiento por parte del sujeto, puntuación de similitud. Algunas de ellas conservan los datos en forma numérica que permiten su estudio y comparación con otros datos o bien ser tratados estadísticamente, otras técnicas obtienen representaciones gráficas obtenidas a partir de datos numéricos.

Las dos opciones pueden ser combinadas dando como resultado a un análisis cuantitativo y cualitativo de los datos [1][2].

Las Redes Asociativas Pathfinder [4] son representaciones en las cuales los conceptos aparecen como nodos y sus relaciones como segmentos que los unen, de mayor o menor longitud según su peso o fuerza de su proximidad semántica. Se obtienen a partir de una matriz de datos de proximidad entre conceptos, mediante un algoritmo que los transforma en una estructura en red. El algoritmo Pathfinder es un algoritmo de poda con el fin de determinar cuáles son los enlaces más relevantes de una red. Su objetivo es la extracción de la estructura principal de una red por medio del análisis de la proximidad entre sus variables. El resultado es una estructura muy típica que se conoce con el nombre de redes Pathfinder [3].

Las redes Pathfinder se basan principalmente en dos elementos: la distancia de Minkowski y una extensión de la desigualdad triangular. La distancia de Minkowski (ecuación 1) se utiliza para calcular la distancia entre dos puntos a través de varios enlaces, y se define mediante una ecuación paramétrica.

$$W(P) = \left(\sum_{i=1}^k w_i^r \right)^{\frac{1}{r}} \quad ICR = d \times n \times s \times \frac{4}{n^3(n-1)^2} \quad (2)$$

La medida de la coherencia de un conjunto de datos refleja la consistencia de éstos. Este valor corresponde con el grado de experiencia o grado de aprendizaje, e indica también si la utilización de la técnica se ha hecho atenta o bien se ha hecho al azar.

La similaridad entre dos redes se determina a partir de la correspondencia de las dos redes entre ellas. La similaridad es el número de enlaces en común dividido por el número de enlaces que hay en las dos redes.

La complejidad de una red pathfinder viene definida en [3] y [4] donde se llega a la conclusión de que para el cálculo de la complejidad hay que tener presente el número de nodos múltiples de la red, la densidad del grafo y el grado de los nodos múltiples del grafo. En la Fig 1 aparece un ejemplo de red pathfinder que servirá para ilustrar el cálculo de la complejidad. El número de nodos de la red es 12 y el número de enlaces es 12, el número de nodos múltiples es 3 y la suma de los grados de estos nodos es 11. Siguiendo la fórmula que aparece en la ecuación (2) podemos determinar que el valor de la complejidad en este caso es de 0.006.

Con el objetivo último de poder comparar la Red Asociativa Pathfinder o la red media de un conjunto de alumnos, surge el concepto de la red de la ciencia [2]. Ésta se

forma a partir de las definiciones teóricas de los términos o conceptos en cuestión como se ve en la Fig 2Fig 2.

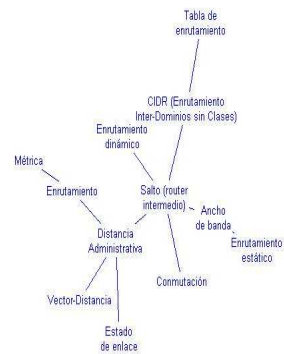


Fig 1. Ejemplo de Red Asociativa Pathfinder

	C1	C2	C3	C4	C5
C1		100	66	33	0
C2	100		100	66	¿?
C3	66	100		100	¿?
C4	33	66	100		¿?
C5	0	¿?	¿'	¿?	

Fig 2. Ejemplo de definición de conceptos

3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

El equipo de investigación ha estado formado por tres estudiantes de dicho máster y el profesor-doctor que les dirigía el trabajo. El estudio se ha realizado en cuatro grupos de estudiantes distintos. Dos de ellos son estudiantes universitarios de segundo y tercer curso respectivamente. El tercer grupo se trata de alumnos de cuarto curso de Educación Primaria. Y el cuarto grupo son alumnos de enseñanzas de postgrado, compañeros básicamente del citado Máster en Investigación.

Aunque se trata de asignaturas de titulaciones a extinguir de Ingeniería Técnica en Informática de Gestión e Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas, realmente se puede considerar del EEES, donde todo se evalúa en base a competencias, entre otras razones porque dichas asignaturas forman parte del estudio piloto que desde hace tres cursos académicos se está realizando en la Universidad de Extremadura con la idea de que ésta se adapte al EEES, y además las asignaturas donde se ha realizado el estudio permanecen dentro de los nuevos Grados.

Dentro de cada uno de esos cuatro grupos de estudiantes hemos elegido cuatro temas acordes a sus estudios. Un primer grupo de estudiantes fueron evaluados sobre un tema de la asignatura Servicios Telemáticos (ST) correspondiente al tercer curso de estudio de la carrera de Ingeniería Técnica en Informática de Gestión. Un segundo grupo fue evaluado sobre la asignatura Laboratorio de Programación II (LP_II) de la carrera Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas, segundo curso. El tercer grupo de estudiantes eran escolares de cuarto curso de Educación Primaria, en los que se evaluó un tema de Conocimiento del Medio (CM). El cuarto grupo, estudiantes de Máster Universitario de Investigación en Ingeniería y Arquitectura (MUI), especialidad

Tecnologías Informáticas y de las Comunicaciones, fueron evaluados sobre conceptos del presente trabajo dentro de la asignatura Sistemas Informáticos y Telemáticos Avanzados.

Los temas a evaluar fueron los impartidos en el momento de realización de la prueba pertenecientes a sendos temarios de estudio. La elección de conceptos fue cuidada de tal manera que se representase adecuadamente los conocimientos de cada tema.

3.1 Herramientas

Para la realización de las pruebas del presente trabajo se utilizó una herramienta web para la obtención de los datos de los alumnos CN_MeBa (Conceptos Nucleares en MeBa) [6] (Fig. 3) y un software para el análisis de los datos KNOT (KNnowledge Organization Tool) [7] y las relaciones entre los distintos conceptos. Así mismo, para el posterior análisis de los datos se utiliza un programa de análisis estadístico.

CN_MeBa (Fig. 3) posibilita la obtención de las Redes a partir de los datos (Fig. 4) que el sujeto introduce directamente, sin la intervención del profesor. Para todos los pares de conceptos que se pueden formar, el sujeto sólo debe señalar cuánta es la relación que él considera que existe entre ellos.



Fig. 3. Pantalla de registro de la aplicación CN_MeBa

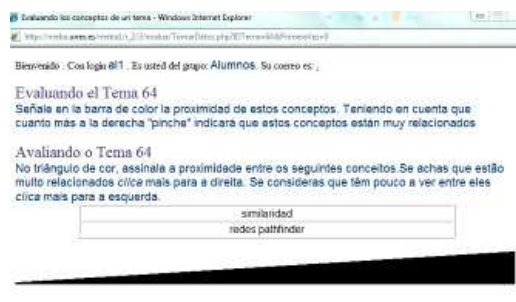


Fig. 4. Ejemplo de entrada de datos para evaluar dos conceptos de un tema

El proceso de análisis de los datos se lleva a cabo automáticamente mediante el programa KNOT. El programa permite, además de representar redes cognitivas: Calcular la coherencia de una red, es decir, si ha sido hecha con atención y conocimiento, calcular la similaridad entre dos redes, diseñar la red media entre varias. Las Redes Asociativas Pathfinder y el programa KNOT permiten, en suma:

- Obtener una representación de las asociaciones entre conceptos tal como el alumno las percibe, con la mínima interferencia por parte del profesor.
- Obtener con cierta economía de esfuerzo y medios, los datos pertinentes, con una muestra suficientemente representativa como para generalizar resultados.

- Analizar los datos obtenidos de una manera que se pueden cuantificar, comparar y representar para que la información obtenida sea fácilmente interpretable.
- Utilizar métodos tanto cualitativos como cuantitativos.

Esta técnica fue desarrollada a principios de los noventa por Schvaneveldt y su equipo en la Universidad de Nuevo México. Existe un número creciente de referencias de utilización en el ámbito anglosajón, sobre todo en el campo de la Psicología Cognitiva y en tres ámbitos principalmente: investigación básica, formación del profesorado y diseño de productos hipermedia.

3.2. Selección de la muestra y conceptos.

Los conceptos que se han evaluado en cada uno de los grupos de estudio han sido los siguientes:

- LP_II: Algoritmo genérico, puntero, plantilla, iterador, contenedor.
- ST: Enrutamiento, conmutación, enrutamiento dinámico, enrutamiento estático, métrica, distancia administrativa, tabla de enrutamiento, vector-distancia, estado de enlace, CIDR, ancho de banda, salto.
- CM: Sector primario, sector secundario, sector terciario, agricultura, productos elaborados, industria, servicios, comercio.
- MUI: redes Pathfinder, similaridad, coherencia, índice de complejidad.

En la prueba elaborada en la asignatura LP_II se contó con la dificultad añadida de lo abstracto del tema. Los conceptos que este tema se presentan están poco relacionados entre ellos y con los conceptos vistos en temas anteriormente impartidos en el curso. Esto dificultó la elección de conceptos.

Para la asignatura ST se eligió un tema en el cual los alumnos tenían conocimientos de temas anteriores muy relacionados con el de estudio. Esta asignatura es bastante apropiada para estudios de este tipo ya que los conceptos están relacionados a lo largo de todo el curso.

En el estudio realizado en el grupo de CM el tema a estudio no tenía nada que ver con los anteriores temas de la asignatura. Los conceptos se eligieron de tal forma que representasen los conocimientos del tema. La ventaja de este tema con respecto a los anteriores es que en este caso los conceptos están bastante relacionados entre sí.

En MUI, los alumnos habían recibido anteriormente conocimientos del tema de evaluación.

3.3. Proceso

Una vez determinados los conceptos a estudiar en cada uno de los grupos de alumnos seleccionados, se procedió a realizar la toma de datos, donde en primer lugar se hizo un pre-test con la herramienta CN-MeBa. Posteriormente, tuvo lugar la explicación del tema donde se desarrollaron los conceptos en cada grupo y una vez concluida dicha explicación, que en algunos casos duró varias sesiones se realizó el post-test, para después en los análisis poder realizar las comparaciones de antes y después. Por otro lado se plasmaron tanto la red de la ciencia de cada uno de los temas como la red del profesor con el objetivo de llevar a cabo el estudio de similaridad.

Las pruebas de ST, MUI y parte del grupo de LP_II se realizaron en los ordenadores de las instalaciones del Centro Universitario de Mérida. El otro grupo de LP_II la realizaron en sus propios ordenadores portátiles.

A los alumnos de CM la prueba se les presentó en formato papel, dando cuatro opciones para que representasen la relación entre cada par de conceptos: nada relacionados, poco relacionados, bastante relacionados y muy relacionados. Posteriormente esos datos fueron digitalizados y tratados para adecuarse a este sistema de evaluación de resultados.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este apartado vamos a resumir el análisis de resultados obtenidos en los distintos escenarios y para las distintas magnitudes.

4.1 Elaboración de redes

Para cada tema de estudio las redes de los alumnos fueron comparadas con las redes del profesor y/o red de la ciencia. Para la elaboración de la red del profesor, éste realizó la prueba al igual que sus alumnos. La red de la ciencia fue elaborada de forma teórica como se describe en secciones anteriores del presente trabajo.

En este estudio genérico se ha tenido en cuenta tanto la representación gráfica de cada una de las redes de los diferentes alumnos de forma cualitativa, como la representación numérica o matricial que permite hacer un análisis cuantitativo y estadístico de sus valores, y sobre el que vamos a resumir el análisis de sus resultados. Sobre la representación de las redes nos limitamos a exponer un ejemplo de cómo son las redes medias de los alumnos antes y después de la explicación del tema, debido a que este documento deber contar con una extensión de 10 hojas. Así, para los alumnos de LP_II, podemos ver en laFig 5 Fig 5 y en la Fig 6 Fig 6cómo se mantiene el nodo

central de la red en este caso “Algoritmo genérico” y sin embargo cambia el enlace hacia “Plantilla” e “Iterador” haciendo que esta red media sea mucho mas similar a la red del profesor y a la propia red de la ciencia, que en este caso coinciden.

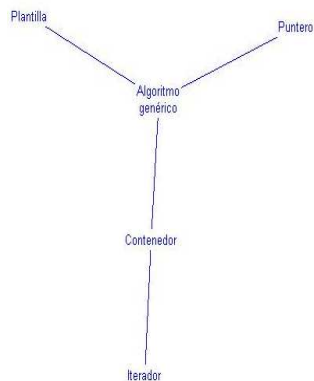


Fig 5. Red media “antes” de los alumnos en Laboratorio de Programación II

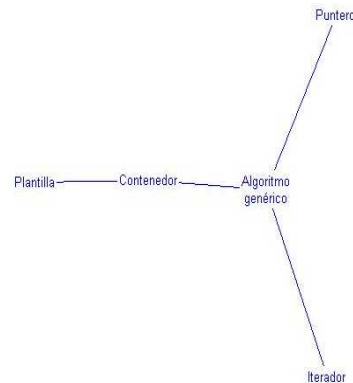


Fig 6. Red media “después” de los alumnos en Laboratorio de Programación II

4.2. Estudio de la coherencia

El estudio de la coherencia que hemos realizado se ha observado que mientras para los alumnos de CM donde los conceptos estaban muy interrelacionados, la coherencia de sus redes fue positiva (se mide entre -1 y +1) en general, en la Fig 7 Fig 7 planteamos un resumen de estos valores.

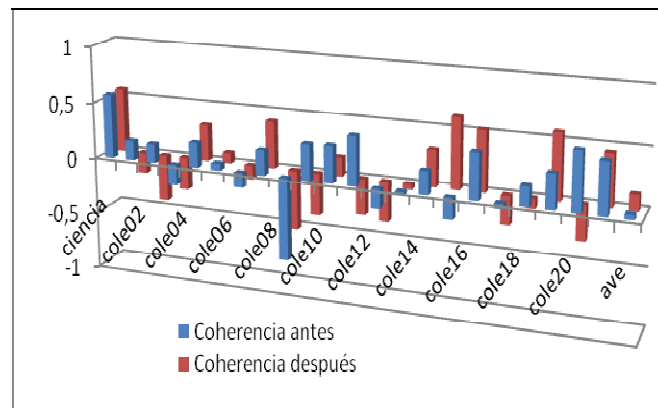


Fig 7. Coherencia antes y después de la explicación de los conceptos para los alumnos de Educación Primaria, así como la red media de los alumnos (ave), la de la ciencia y la de la Maestra.

Por otro lado, para los alumnos de ST en su mayoría está por debajo de 0, se debe a que en la red de la ciencia y en la del profesor no hay transitividad entre los conceptos que se estudiaron, por ello, al ser medida dicha coherencia por un programa informático en cuanto a la base de afinidad pueden darse esas situaciones.

4.3. Estudio de la complejidad

En el estudio de complejidad de redes presentamos la Fig 8 complejidad relativa a la red de cada alumno del MUI (Fig 8), y la de los alumnos de CM (Fig 9). En ambas hemos representado los valores de la complejidad de cada red de alumno antes y

después de la explicación. Podemos ver que las redes pasan a ser más complejas en la mayoría de los casos después de la explicación del tema, esto puede ser debido sobre todo a que una vez conocidos a fondo los conceptos que han sido explicados, es más fácil representar la relación que entre ellos hay. Estos valores numéricos han sido calculados en base a lo concluido en Casas y Luengo [4].

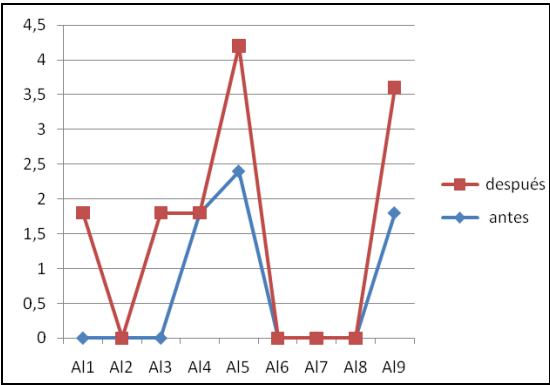


Fig 8. Resumen de la complejidad de la red de los alumnos del MUI.

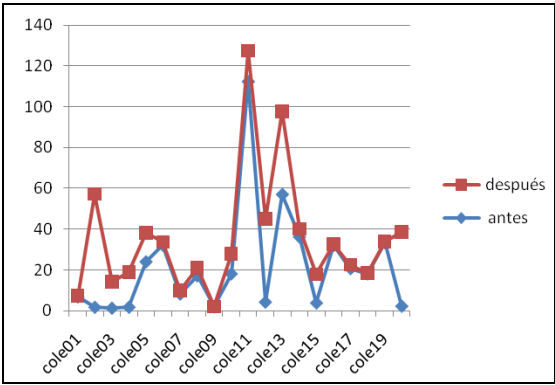


Fig 9. Resumen de la complejidad de la red de los alumnos de Educación Primaria

4.4 Estudio de la similitud

En este apartado se ha llevado a cabo el estudio estadístico comparando las redes medias de los alumnos frente a la red de la ciencia y a la red del profesor antes (SA) y después (SD) de la explicación de cada tema. En la Fig 10Fig 10 hemos resumido el análisis de todos los grupos de estudio en una única gráfica donde podemos ver cómo en todos los casos aumenta la similitud una vez que el tema objeto de estudio se ha explicado. En todos los casos, se ha trabajado con la red media de los alumnos.

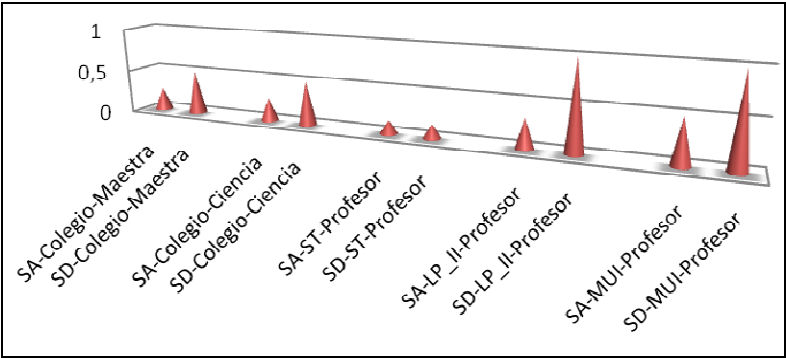


Fig 10. Comparación de la similitud de la red media de los alumnos frente a la red del profesor que explica el tema.

Se puede observar cómo en el caso de la asignatura ST es donde hay menor aumento de similitud, esto se debe a los conceptos elegidos y al haber sido éstos ya estudiados en temas anteriores. Por los mismos motivos, el aumento de similitud es mayor tanto en CM como en MUI, donde los conceptos son totalmente novedosos.

En definitiva, para estos cuatro grupos la similaridad de la red media de los alumnos con respecto a la red del profesor ha aumentado después de la explicación del tema. Esto obviamente, quiere decir, que el profesor ha logrado transmitir sus ideas y conocimiento a dichos alumnos.

5. TRABAJO FUTURO

Como líneas abiertas a este trabajo se ha aceptado una propuesta de trabajo Fin de Máster donde tendrá lugar la graficación de las redes asociativas pathfinder a través de internet, posibilitando la comparación de redes en tiempo real y que en la actualidad no es posible realizar con las herramientas de que disponemos. Así mismo, se prevé poder realizar en el futuro todo el análisis estadístico también en tiempo real y a través del mismo Servidor CN_MeBa para dar esos resultados que ahora siguen requiriendo un análisis singular con otras herramientas informáticas.

Así mismo, en líneas de investigación orientadas a la aplicación de las TICs en Educación Primaria sería interesante poder presentar las pruebas aquí realizadas de forma adaptada a escolares, al comprobar la aceptación de los escolares ante esta técnica y la motivación con la que la realizaron. No menos interesante sería en el ámbito universitario integrar esta herramienta en las LMS (Learning Management System) por ejemplo moodle, permitiendo al alumnado elegir la forma de autoevaluación que más se adapte a su estructura cognitiva. Promoviendo el aprendizaje colaborativo, al poder realizar comparativas y posterior debate de las distintas redes propuestas por los alumnos.

6. CONCLUSION

Una vez hecho este estudio hemos llegado a la conclusión de que la evaluación no debe ser a continuación de una clase teórica, sino más tarde, una vez que el alumno ha madurado y practicado los conceptos explicados, también influye el nivel de maduración de los alumnos no es el mismo, aunque estén en el mismo curso.

Los alumnos distinguen perfectamente los conceptos que están totalmente relacionados y los que no están relacionados, el problema viene cuando están medianamente relacionados, no saben estimar la cuantía.

En esta técnica, el número de conceptos a evaluar es fundamental, si son muchos se hace aburrido en todas las poblaciones de estudio, al igual que hay temas que son más

adecuados para evaluarlos con esta técnica, sobre todo si las relaciones entre conceptos son simétricas.

Los alumnos universitarios han resultado ser menos colaborativos a la hora de realizar el test mientras que los escolares se prestan más a realizar pruebas de este tipo, sirviéndoles de estímulo por la novedad en la evaluación del tema a tratar.

Después de realizado el estudio se ha comprobado que en la inmensa mayoría de los casos la similaridad con la red del profesor / ciencia aumenta.

En el grupo de Educación Primaria los resultados de este estudio se cotejaron con los resultados de las pruebas de evaluación ordinarias. Se comprobó que los alumnos con resultados notables en la prueba obtuvieron buena nota en el control de clase, de igual modo los alumnos menos aventajados dieron resultados parecidos en ambas pruebas. Comparando los resultados obtenidos en la evaluación normal de clase de este tema “el trabajo en Extremadura” con otros temas anteriores, comprobamos que éste tema resultó ser más complejo para los escolares obteniendo peores calificaciones. De ahí concluimos que la similaridad que se muestra en los resultados del presente trabajo no es tan alta como esperábamos, es decir, la evaluación con esta técnica da como resultado un reflejo de lo obtenido en clase en la evaluación tradicional.

Este trabajo se presentó en la asignatura del MUI. A los alumnos de esta asignatura se les solicitó de forma anónima su opinión sobre esta técnica una vez presentados los resultados de esta prueba. Todos contestaron que esta técnica era interesante y adecuada, pero algunos de ellos pensaban que la elección de conceptos y el tema de estudio es determinante a la hora de obtener resultados concluyentes.

REFERENCIAS

- [1] Arias Masa, Juan. Evaluación de la calidad de Cursos Virtuales: Indicadores de Calidad y construcción de un cuestionario de medida. Aplicación al ámbito de asignaturas de Ingeniería Telemática. Tesis doctoral. Universidad de Extremadura. ISBN: 978-84-7723-831-7.
- [2] *Redes Cognitivas de Alumnos y Red de la Ciencia: Similaridad.* Juan Arias Masa, Violeta Hidalgo Izquierdo, Antonio Castillo Martínez, Ricardo Luengo González, Luis Manuel Casas García y Jose Luis Torres Carvalho. 7ª Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática. del 29 de junio al 2 de julio de 2008. Orlando, Florida (EE. UU.). ISBN: 10: 1-934272-38-8 (colección); Isbn-13:978-934272-38-1 (colección); Isbn-10:1-934272-40-X volumen I); Isbn-13:978-1-934272-40-4 (volumen II).
- [3] Casas García, Luis Manuel. *El estudio de la estructura cognitiva de alumnos a través de Redes Asociativas Pathfinder. Aplicaciones y posibilidades en Geometría.* Tesis doctoral. Instituto de Ciencias de la Educación. Universidad de Extremadura. 2002.
- [4] Casas, L. y Luengo, R. *Representación del conocimiento y aprendizaje: Teoría de los Conceptos Nucleares.* Revista Española de Pedagogía. 2004.
- [5] Schvaneveldt, R.W. y Goldsmith, T. ACES: Air combat expert simulation. Memorandum in Computer and Cognitive Science, MCCS-85-34, Computing Research Laboratory, New Mexico State University. 1985
- [6] <http://meba.unex.es/meba1/>
- [7] <http://interlinkinc.net/KNOT.html>