

Una experiencia de representación del conocimiento en Educación Infantil mediante el uso de Redes Asociativas Pathfinder

An Experience of Knowledge Representation in Early Childhood Education by using Pathfinder Associative Networks

Luis M. Casas García

Facultad Educación. Universidad de Extremadura. España.
luisma@unex.es

Ricardo Luengo González

Facultad Educación. Universidad de Extremadura. España.
rluengo@unex.es

Maikel Canchado Boza

Facultad Educación. Universidad de Extremadura. España.
mcanchad@alumnos.unex.es

José Luis Torres Carvalho

Polo Minerva. Universidad de Évora. Portugal.
jlc@uevora.pt

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo mostrar una experiencia con alumnos de Educación Infantil de aplicación de una técnica de representación del conocimiento: las Redes Asociativas Pathfinder. Mediante esta técnica se obtienen representaciones gráficas de la estructura cognitiva de los alumnos, a partir de la similaridad entre los conceptos implicados en una determinada área. Para ello hemos utilizado el software experimental GOLUCA, que permite obtener datos, crear las representaciones gráficas, señalar los conceptos más importantes y evaluar de forma numérica su complejidad y coherencia.

La experiencia se ha llevado a cabo con un grupo de 23 alumnos de entre 5 y 6 años de edad, y ha permitido representar su estructura cognitiva antes y después de la instrucción, en el campo de conocimiento de los “Medios de comunicación”.

Consideramos que por su facilidad de uso el software empleado permite el acceso al conocimiento de la estructura cognitiva de alumnos de muy corta edad o con limitadas capacidades cognitivas, y resulta un interesante auxiliar para la investigación en el área.

Palabras Clave

Representación del conocimiento, Redes Asociativas Pathfinder, Software GOLUCA, Educación Infantil

Abstract

This paper aims to present an experience with Early Childhood Education students of the application of a technique for knowledge representation: Pathfinder Associative Networks. Using this technique, graphical representations of the cognitive structure of the students are obtained out of the similarity between the concepts involved in a given area. We have used the experimental software GOLUCA, which allows us to obtain data, create graphical representations, spot the most important concepts and evaluate their complexity and coherence numerically.

The experiment was carried out with a group of 23 students aged 5 and 6 years old, and it allowed the representation of their cognitive structure before and after instruction in the field of knowledge of "Mass Media".

We believe that because of its ease of use, the software used allows access to the knowledge of the cognitive structure of very young children or individuals with limited cognitive abilities, and it becomes an interesting research assistant in the area.

Keywords

Knowledge representation, Pathfinder Associative Networks, Software GOLUCA, Early Childhood Education

Introducción.

Estructura cognitiva y representación del conocimiento.

En el actual estado de conocimiento acerca de cómo trabaja la mente humana, está ampliamente aceptado que la información y los conceptos se almacenan en la memoria de acuerdo con una cierta organización, en lo que se denomina estructura cognitiva, constructo hipotético que se refiere a la organización de las relaciones entre conceptos en la memoria semántica o a largo plazo de los sujetos (Shavelson, 1972).

La estructura cognitiva no es rígida, sino que evoluciona individualmente mediante la adscripción de nuevos atributos subjetivos y objetivos a los objetos del mundo, que hacen posible la diferenciación entre unos y otros y la definición de nuevas relaciones estructurales entre ellos. Con la formación de nuevas relaciones entre el conocimiento existente y el conocimiento nuevo, la estructura cognitiva se modifica y se hace más comprensiva y coherente.

Podemos entender el aprendizaje en este sentido, como la reorganización de la estructura cognitiva del alumno, y consiste tanto en la adquisición de conocimiento declarativo como de conocimiento estructural (Jonassen, Beissner y Yacci, 1993). Desde este punto de vista, el aprendizaje consiste en edificar nuevas estructuras de conocimiento aportando nuevos conceptos e interrelacionándolos con los existentes. Esta es la idea planteada y ampliamente difundida por Ausubel, Novak y Hanesian, (Ausubel, Novak y Hanesian, 1990).

La representación de la estructura cognitiva puede hacerse en forma gráfica utilizando representaciones en forma de redes, estructuras compuestas por nodos con distintos enlaces entre ellos. Los nodos son conceptos o grupos de conceptos (habitualmente representados por palabras o grupos de palabras, aunque, como veremos también pueden serlo mediante iconos gráficos) y los enlaces describen su relación proposicional.

En esta representación gráfica se asume que puede hacerse una representación espacial de los conceptos que describirá el patrón de sus relaciones entre ellos en la memoria. Muchos investigadores (Bajo y Cañas, 1994; Casas y Luengo, 2004; Davis y Yi, 2004; Clariana y Wallace, 2007; Da Silva, Mellado, Ruiz & Porlán, 2007; Casas y Luengo, 2012) coinciden en señalar que en esta forma se pueden identificar los conceptos más importantes en la estructura cognitiva y las principales relaciones entre ellos.

Las técnicas utilizadas para construir estas redes incluyen, entre otras, el uso de cuestionarios, protocolos de pensamiento en voz alta, entrevistas con profesores y alumnos, elaboración de Mapas Conceptuales, Ordenación de Tarjetas, Escalamiento

Multidimensional, Análisis de Conglomerados, y Redes Asociativas Pathfinder, entre otras aproximaciones semejantes (Jonassen, Beissner y Yacci, 1993).

Entre las técnicas utilizadas para obtener estas redes nos referiremos en este trabajo a dos de ellas: los Mapas Conceptuales y las Redes Asociativas Pathfinder. En cuanto a la primera, trataremos sobre esta técnica debido a que es una de las más utilizadas y extendidas en el mundo educativo. Por lo que se refiere a la segunda, lo haremos pues consideramos que puede ser un auxiliar eficaz en la investigación sobre la estructura cognitiva de alumnos, evitando algunas de las limitaciones que, como veremos, tienen los Mapas Conceptuales.

Mapas Conceptuales.

Los Mapas Conceptuales, desarrollados por Novak y sus colaboradores en la Universidad de Cornell a partir de la década de los 70, son una consecuencia, utilizada para la descripción y comunicación de las relaciones entre conceptos, de la Teoría de la Asimilación (Ausubel, Novak y Hanesian, 1990).

Esta teoría se basa en un modelo constructivista del proceso cognitivo humano y se centra en describir cómo se adquieren los conceptos y cómo se organizan en la estructura cognitiva del sujeto que aprende. Su concepto más relevante, el de aprendizaje significativo, destaca que para que se produzca un aprendizaje de calidad, se requiere que la estructura cognitiva del alumno contenga conceptos de anclaje con los que la materia nueva pueda relacionarse o vincularse.

Por considerar que resulta suficientemente conocido, no vamos a detallar el proceso de elaboración de Mapas Conceptuales. Deseamos, sin embargo resaltar que desde la época en que fueron propuestos y hasta el momento actual, han sido utilizados en muy diversas experiencias educativas, y en todas las áreas y niveles de la enseñanza, como lo demuestra la abundante literatura publicada sobre su uso.

La investigación confirma que los Mapas Conceptuales han demostrado ser instrumentos efectivos para estructurar el contenido trabajado, reforzar las ideas importantes, facilitar la comprensión y el recuerdo de los conceptos y las relaciones que se establecen entre ellos, y favorecer el proceso metacognitivo, enseñando a los alumnos cómo “aprender a aprender”, sacando a la superficie sus estructuras cognitivas y su conocimiento autoconstruido.

Pero además se han mostrado útiles para proporcionar información al profesor sobre el aprendizaje de los alumnos, permitiendo evaluar dicho conocimiento, utilizando los criterios establecidos por Novak, que tienen en cuenta el número de conceptos, las jerarquías, la validez de las proposiciones y ejemplos así como el tipo y cantidad de enlaces establecidos. Como instrumento de evaluación, los Mapas Conceptuales tienen un gran potencial para mostrar los cambios en la estructura cognitiva.

Redes Asociativas Pathfinder.

Las Redes Asociativas Pathfinder (Schavaneveldt, 1989; Casas y Luengo, 2004) son una técnica utilizada en representación del conocimiento que hace uso del principio de similitud entre conceptos.

Según este principio, se asume que se puede utilizar una representación espacial entre los conceptos, que describirán el patrón de relaciones entre ellos en la memoria. Esta representación se obtiene a partir de una puntuación numérica que se adjudica a la

similitud o diferencia entre los conceptos percibida por un sujeto y que corresponde a su distancia semántica. De este modo se obtienen representaciones en que los conceptos aparecen como nodos y su relación como segmentos que los unen. La distancia semántica pasa a ser considerada como si fuera una distancia geométrica y los conceptos semánticamente más próximos se representarán más próximos en el espacio y análogamente los más distantes estarán más alejados.

Aunque existen algunas variantes, la forma más general de asignar la puntuación de similitud entre conceptos, comienza primeramente por la elección de conceptos que pueden ser simples o más elaborados, y después ir presentando todos los posibles pares en orden aleatorio. Tras esto, se pide al alumno que, dados dos de ellos, asigne una puntuación a la similitud o diferencia que exista. Las puntuaciones obtenidas se resumen en una matriz de valores habitualmente transformados en coeficientes entre 0 y 1, de modo que los conceptos muy relacionados se puntúan con valores próximos a 1, y los que no lo estén, se puntúan próximos a 0.

Mediante un algoritmo matemático que selecciona los enlaces más importantes, se obtienen representaciones de la estructura cognitiva de los alumnos en muy distintos campos de conocimiento, de las que mostramos (ver Figura 1 para ejemplo) una referida al campo conceptual de las estrategias de Cálculo Mental (Casas, Luengo, Godinho y Carvalho, 2011).

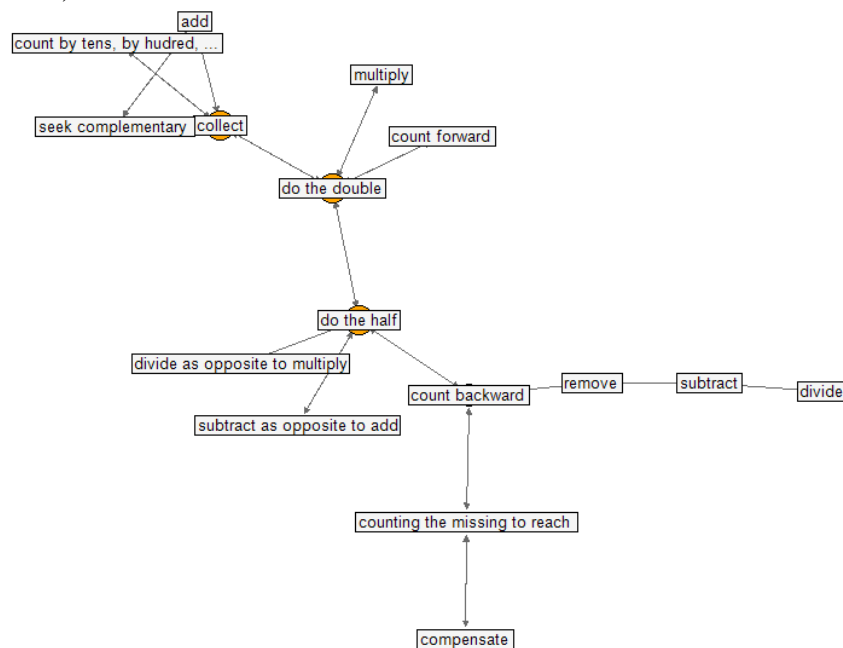


Figura 1. Red Asociativa Pathfinder sobre conceptos de Cálculo Mental.

Las Redes Asociativas Pathfinder han sido utilizadas en buen número de campos de investigación, incluyendo investigación básica en educación (Jonassen, Beissner y Yacci, 1993; Gonzalvo, Cañas y Bajo, 1994; McGaghie 1996; Clariana et al. 2009; Lau y Yuen 2009; Trumpower et al. 2010), recuperación y organización de grandes cantidades de información (Chen 1999; Guerrero-Bote et al. 2006; Zhang 2008), y otros diversas áreas (Schvaneveldt et al. 2001; Haslinger 2005).

Estas redes pueden ser construidas con gran facilidad y economía de tiempo utilizando programas informáticos como Goluca (Godinho, Luengo y Casas, 2007), que permiten recoger los datos, evaluar su similaridad y ofrecer la representación gráfica.

Pero además, y esto es muy importante, permiten obtener, de forma automatizada índices numéricos acerca de la Coherencia, Complejidad o Similaridad de estas redes, que nos permite evaluar su calidad y estudiar su evolución durante el aprendizaje. Permiten asimismo identificar cuáles son los conceptos más destacados y sus relaciones con otros dentro de la estructura cognitiva (Casas y Luengo, 2004; 2005; 2012).

Redes Asociativas Pathfinder como alternativa a Mapas Conceptuales.

Mapas Conceptuales y Redes Asociativas Pathfinder presentan algunas semejanzas y, obviamente, diferencias. Del mismo modo, en nuestra opinión, presentan algunas ventajas y desventajas.

La principal diferencia entre ambas técnicas radica en que, mientras los primeros incluyen palabras de enlace entre los conceptos, los segundos no lo hacen. En este sentido, las Redes Asociativas Pathfinder, aunque indican que hay relación entre dos conceptos, no indican cuál es el tipo de esta asociación.

Pero además de esta diferencia, las Redes Asociativas Pathfinder son, en realidad, mapas cognitivos, no exactamente mapas conceptuales, y esta diferencia es importante. Mientras los Mapas Conceptuales representan la estructura del conocimiento de una materia, las Redes Asociativas Pathfinder reflejan la estructura del conocimiento de un individuo concreto.

En cuanto a la utilización para el conocimiento y representación de la estructura cognitiva que se puede hacer de ambas técnicas, si bien los Mapas Conceptuales han mostrado su gran potencialidad en variados campos de conocimiento y niveles de estudio, en nuestra opinión presentan una limitación inherente a la propia técnica, que puede ser expresada en forma muy simple: para hacer Mapas Conceptuales hay que saber hacer Mapas Conceptuales.

La elaboración de un buen mapa requiere un proceso de aprendizaje por parte del alumno, cierto nivel de habilidades cognitivas y el dominio de algunas técnicas, como la representación gráfica o la lectoescritura.

Esto limita las posibilidades de utilización de los Mapas Conceptuales con alumnos de corta edad, como es el caso de los alumnos de Educación Infantil. Varias experiencias publicadas confirman nuestra opinión. (Birbili, 2006; Wehry, Algina, Hunter y Monroe-Ossi, 2008).

Las Redes Asociativas Pathfinder, no presentan estas limitaciones, pues su uso, como podremos ver en el presente estudio, no requiere más habilidad cognitiva que el dominio de la similaridad / diferencia entre conceptos y pueden ser utilizadas con alumnos de Educación Infantil o con sujetos con limitadas capacidades cognitivas.

En cuanto a la utilización de los Mapas Conceptuales para la evaluación del conocimiento de los alumnos, aunque estudios posteriores han tratado de corregirlas (Rye y Rubba, 2002; Cañas, 2003; Edmonson, 2000; Kinchin, Hay y Adams, 2000), el propio Novak señaló sus limitaciones, dado que cualquier clave de puntuación de los

mapas conceptuales conlleva cierto grado de subjetividad inherente, como de hecho sucede con otros instrumentos de evaluación.

La evaluación de un Mapa Conceptual tiene un cierto grado de ambigüedad. Se considera que el mejor mapa es el del profesor, lo mismo a la hora de hacerlo (tanto que, a veces, el alumno prefiere copiarlo) como a la hora de evaluarlo. Un mal mapa puede reflejar que el alumno no conoce los conceptos o simplemente, que no sabe hacer mapas.

Por el contrario, basándose en criterios como el número o la configuración de los enlaces de una red, la técnica de Redes Asociativas Pathfinder y los programas informáticos que las desarrollan permiten evaluar numéricamente, de forma automatizada la calidad de una red, mediante los índices de Coherencia, Complejidad o Similitud, que describiremos más adelante.

Varios estudios (Harper, Hoefl, Evans y Jentsch, 2004; Casas y Luengo, 2004; Casas y Luengo, 2005; Casas y Luengo, 2012) sugieren que esta forma de evaluación presenta ventajas en cuanto al tiempo y esfuerzo extras frente a otras formas de evaluación.

Estudio realizado.

En este estudio mostramos una técnica para obtener representaciones de la estructura cognitiva de alumnos de Educación Infantil, utilizando únicamente gráficos en lugar de textos para representar los conceptos, con requisitos cognitivos mínimos por parte de los sujetos.

Se ha estudiado la modificación de la estructura cognitiva de dichos alumnos, identificando los conceptos más destacados y la relación entre ellos, evaluando de forma numérica la Coherencia y la Complejidad de dicha estructura, antes y después de la instrucción.

Objetivos.

Los objetivos planteados fueron los siguientes:

- Obtener representaciones gráficas de las asociaciones entre conceptos, tal como un alumno de Educación Infantil las percibe, en el campo de conocimiento de “Medios de comunicación”.
- Identificar los principales conceptos y la relación entre ellos, dentro de la estructura cognitiva de dichos alumnos.
- Obtener de forma automatizada datos cuantitativos que permitan evaluar las características y evolución de la estructura cognitiva como resultado de la instrucción.

Muestra.

El estudio se realizó en un centro público de Educación Infantil y Primaria. Participó un grupo de alumnos de Educación Infantil (media de edad 5,5 años), compuesto por 12 niños y 11 niñas.

Instrumentos utilizados.

Programa Goluca

Este programa informático, actualmente en desarrollo por el grupo de investigación Ciberdidact de la Universidad de Extremadura, al que pertenecen los autores de este trabajo (www.unex.es/investigacion/grupos/ciberdidact), permite presentar al alumno, de forma aleatoria, un par de conceptos para que éste puntúe la similaridad que, a su juicio, hay entre ellos. Para ello, tan sólo ha de desplazar el ratón del ordenador en una barra en la que se indica más o menos similaridad y pulsar en el punto que considere oportuno.

Los conceptos pueden ser presentados tanto por sus nombres como mediante gráficos, lo que permite su utilización con sujetos que no sepan leer. En la Figura 2, a continuación, mostramos un ejemplo:

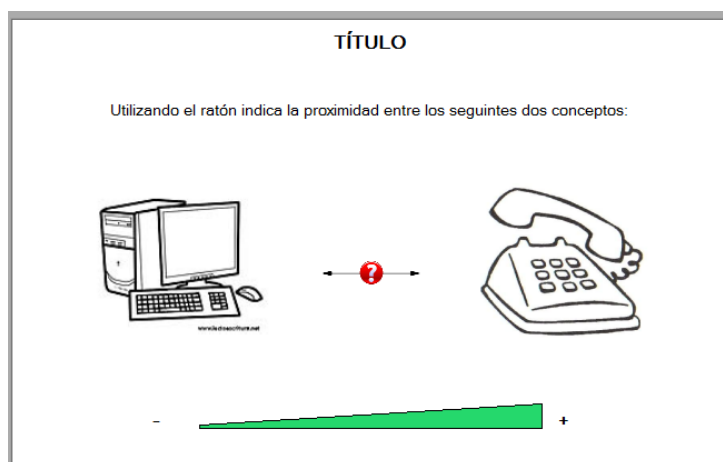


Figura 2. Pantalla de captura de datos. Programa Goluca.

Con los datos recogidos, el programa crea una matriz de datos de proximidad y ofrece una representación gráfica en forma de Redes Asociativas Pathfinder, con las relaciones más significativas entre dichos conceptos. La Figura 3, a continuación, muestra un ejemplo de pantalla de presentación de datos del programa.

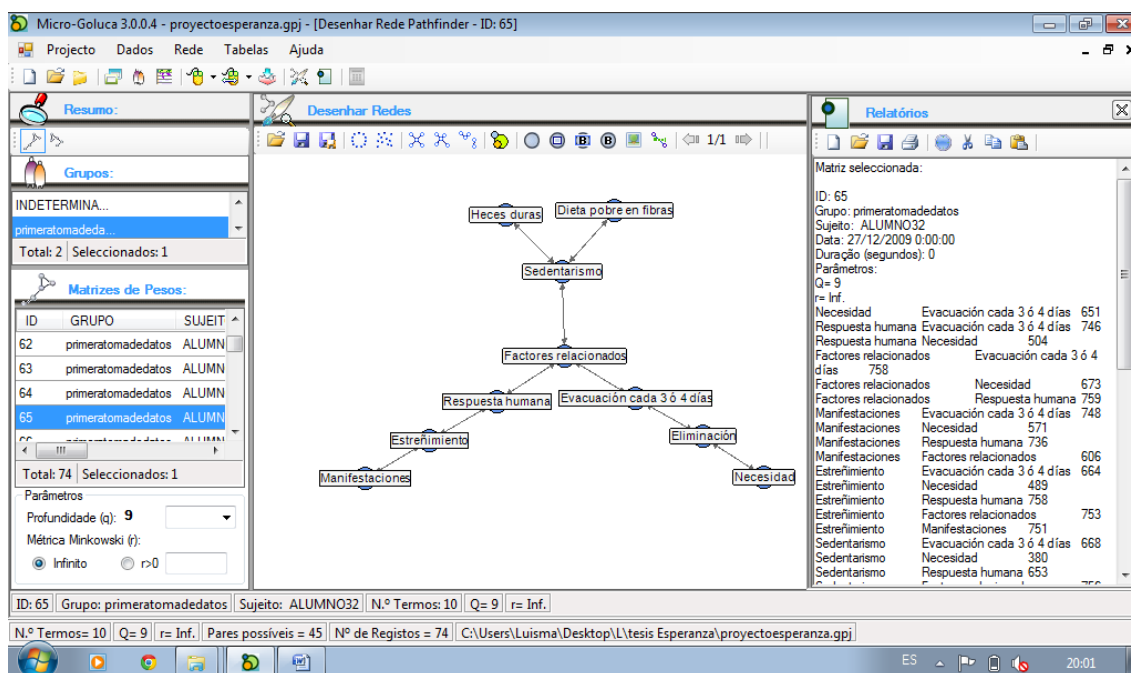


Figura 3. Pantalla de representación de datos. Programa Golucca.

El programa permite, además, obtener información de cuáles son los conceptos más importantes por presentar mayor número de relaciones (Conceptos Nucleares) y los menos importantes, por aparecer en los extremos, más alejados del centro de las representaciones (Conceptos extremidad), así como de los conceptos que más frecuentemente aparecen asociados a otros.

De igual manera, calcula un Índice de Coherencia (Schvaneveldt, 1989; Casas y Luengo, 2004; Casas y Luengo, 2005; Casas y Luengo, 2012) y un Índice de Complejidad de Redes (Casas y Luengo, 2004; Casas y Luengo, 2005; Casas y Luengo, 2012).

La base del cálculo del Índice de Coherencia es que la relación entre un par de elementos se puede determinar a partir de sus relaciones con los otros elementos del mismo conjunto.

Por ejemplo, supongamos que el conjunto de conceptos sea: barco, nave, mar, pesca, agua, tierra, azufre, y regadera. El concepto A, "barco" está estrechamente relacionado con los conceptos mar, pesca y agua, pero más débilmente con los conceptos tierra, azufre o regadera. El concepto B, "nave" está estrechamente relacionado con los conceptos mar, pesca y agua, pero más débilmente con los conceptos tierra, azufre o regadera. Por lo tanto, se puede inferir que "barco" y "nave" deben tener un valor de proximidad alto entre ellos, ya que tienen exactamente el mismo tipo de relaciones con los demás conceptos del conjunto.

El Índice de Coherencia se calcula a partir del coeficiente de correlación entre los valores de proximidad de A con todos los otros conceptos (excepto consigo mismo y B), y los valores de proximidad de B con todo los otros conceptos (excepto consigo mismo y A). Esto se hace para todos los conceptos del conjunto y dicha medida es de nuevo correlacionada con los datos originales de proximidad. Así se obtiene un nuevo coeficiente de correlación, de -1 a +1.

El Índice de Complejidad de Redes es un indicador numérico que, basándose en los criterios para la evaluación de Mapas Conceptuales anteriormente citados, combina tres aspectos: densidad de los grafos obtenidos, número de nodos múltiples (nodos con tres o más enlaces) y números de enlaces de dichos nodos. Se calcula en primer lugar la fracción de cada uno de estos valores divididos entre su valor teórico máximo y a continuación se multiplican las tres fracciones, obteniendo un valor entre 0 y 1000. En el estado actual de nuestros estudios (Casas, 2012) encontramos que los valores más frecuentes están entre 0 y 150.

Ambos índices sirven como indicadores de la calidad de las redes obtenidas y permiten comparar su evolución.

Conceptos seleccionados para la elaboración de la red.

De acuerdo con la profesora tutora del curso, y teniendo en cuenta los principales conceptos implicados en el tema “Medios de comunicación” en Educación Infantil, fueron seleccionados los siguientes: Carta, Ordenador, Periódico, Radio, Teléfono y Televisor. Para representarlos, fueron utilizados los iconos gráficos mostrados en la Figura 4:



Figura 4. Conceptos seleccionados para la elaboración de la red.

Método

Dado que la técnica empleada utiliza la asignación, por parte del sujeto, de los valores de proximidad que considera existen entre dos conceptos, se realizó en primer lugar, una sesión para que los alumnos dominaran la noción de similaridad entre conceptos.

Para ello se utilizó una técnica similar a la Ordenación de Tarjetas (Jonassen, Beissner y Yacci, 1993). En una primera sesión, se presentaron a los alumnos dos fichas. En la primera aparecían dibujados seis conceptos relacionados con los animales y las plantas (león, pez, vaca, flor, hoja y tallo). Se les pidió que los recortaran e hicieran dos grupos,

dándoles la siguiente instrucción: “*En un montón ponemos los dibujos que se parecen mucho, y en el otro montón ponemos los demás dibujos que se parecen mucho.*”

Se comprobó que los alumnos hacían dos grupos, uno formado por animales y otro por plantas.

En la segunda ficha empleada aparecían también seis conceptos, pero en este caso, relacionados con los medios de comunicación (carta, ordenador, periódico, radio, teléfono y televisión). Se les dio la misma instrucción que anteriormente. Una vez hechos los grupos, se comprobó que los agrupaban en distintas formas, pero podían explicar verbalmente las razones por las que los habían agrupado.

Una vez comprobado, mediante la actividad anterior, que los alumnos conocían la noción de similaridad entre conceptos, la recogida de datos definitiva se llevó a cabo mediante el programa informático Goluca.

Para ello, en una primera sesión, se explicó a los alumnos el objetivo de la actividad, recordándoles la actividad anterior, y a continuación, de forma individual, fueron realizándola. Para ello, asignaron, mediante el desplazamiento del ratón, los valores de proximidad que consideraban existía entre los conceptos presentados por parejas. A la vez, para comprobar, que no actuaban al azar, se les indicó que dijeran en voz alta si consideraban alto, medio o bajo el valor de similaridad (si creían que se parecían más o menos). Cada alumno empleó en la tarea una media de diez minutos.

Tras esta sesión, y durante un periodo de dos semanas, los alumnos trabajaron la Unidad Didáctica “Medios de comunicación” en la forma habitual en que la profesora lo había desarrollado en otras ocasiones y lo hacían los demás grupos no participantes en el estudio.

Una vez desarrollada la Unidad Didáctica, se procedió a una segunda toma de datos, en forma similar a la primera.

Resultados.

La recogida de datos resultó, según nuestra observación, sencilla y correcta, pues los alumnos gracias a la actividad previamente realizada con la técnica de Ordenación de Tarjetas, habían comprendido la noción de similaridad entre conceptos, y dado que se hizo en pequeños grupos el profesor ayudante controló que prestaran atención al uso de la interfaz del programa, dentro de los límites debidos a la edad de los alumnos.

Se obtuvieron representaciones gráficas en forma de Redes Asociativas Pathfinder de la estructura cognitiva de todos los alumnos participantes, correspondientes unas a antes de la instrucción, y otras tras ella, del tipo de las presentadas en las figuras 5 y 6, que siguen a continuación:

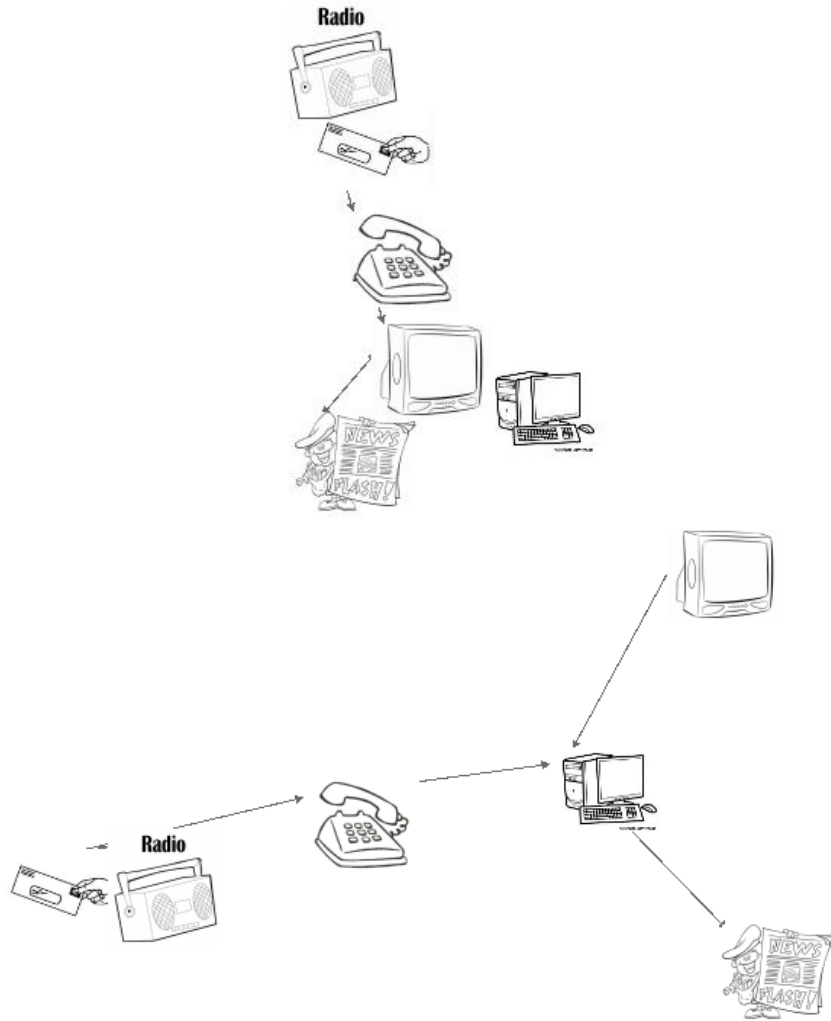
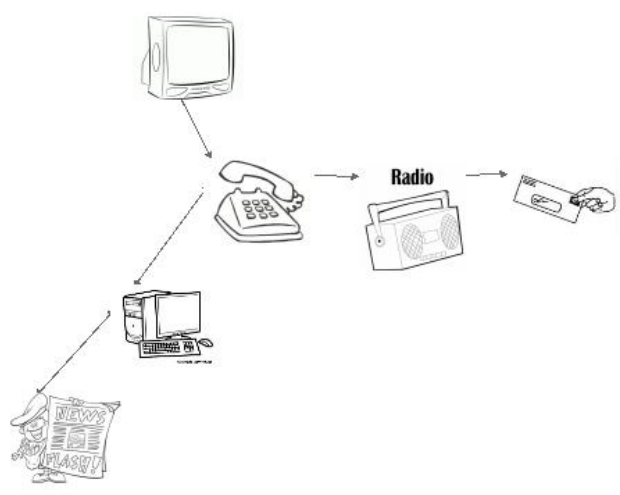


Figura 5. Redes Alumno 1: pretest (arriba) y postest (abajo)



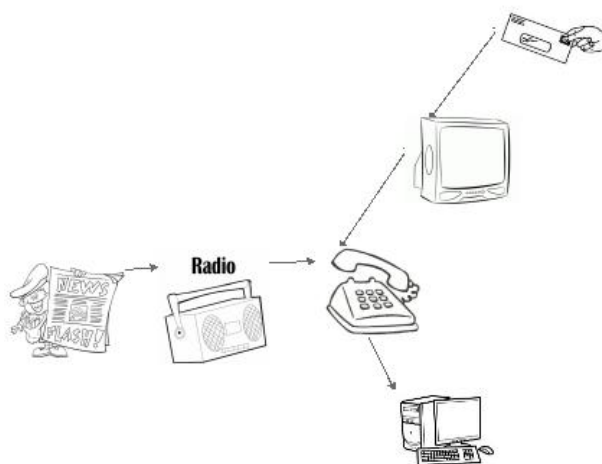


Figura 6. Redes Alumno 9: pretest (arriba) y postest (abajo)

En cuanto a los Conceptos Nucleares de las redes de los alumnos (los más destacados y menos destacados respectivamente en su estructura cognitiva) fueron los siguientes, que mostramos en la Tabla 1:

	PRETEST		POSTEST	
	Concepto extremidad	Concepto nuclear	Concepto extremidad	Concepto nuclear
Carta	10	4	15	1
Ordenador	8	6	7	8
Periódico	10	5	15	1
Radio	13	2	9	1
Teléfono	9	6	12	5
Televisor	10	2	8	3

Tabla 1. Conceptos nucleares y conceptos extremidad en pretest y postest.

Como podemos observar, los conceptos “Ordenador” y “Teléfono” son los conceptos más destacados en la estructura cognitiva de los alumnos en el pretest, mientras que en el postest pasa a serlo el concepto “Ordenador”.

Por lo que respecta a los conceptos extremidad, aquellos menos importantes para los alumnos, en el pretest son “Radio”, “Carta”, “Periódico” y “Televisor”, mientras que en el postest son “Carta” y “Periódico”.

Se obtuvo también el Índice de Coherencia de las redes de los alumnos. Este índice, como indicamos anteriormente, oscila entre -1 y +1. En la Tabla 2 presentamos los resultados obtenidos.

Sujeto	Coherencia pretest	Coherencia postest	Sujeto	Coherencia pretest	Coherencia postest
Sujeto 1	0.31	-0.36	Sujeto 13	-0.21	-0.03
Sujeto 2	-0.34	-0.15	Sujeto 14	-0.02	0.45
Sujeto 3	-0.08	-0.19	Sujeto 15	-0.23	0.67
Sujeto 4	0.70	0.12	Sujeto 16	-0.14	-0.57
Sujeto 5	0.77	0.08	Sujeto 17	-0.22	0.46
Sujeto 6	-0.26	0.61	Sujeto 18	0.25	-0.29
Sujeto 7	0.54	0.31	Sujeto 19	-0.48	0.32
Sujeto 8	-0.16	0.01	Sujeto 20	0.45	-0.10
Sujeto 9	0.86	0.63	Sujeto 21	-0.47	0.75
Sujeto 10	0.26	0.08	Sujeto 22	0.34	-0.06
Sujeto 11	0.04	0.16	Sujeto 23	0.21	0.21
Sujeto 12	-0.34	0.29			

Tabla 2. Coherencia pretest y postest.

La media de la Coherencia en el pretest fue de 0,0770 y en el postest, de 0,1478.

Comparados con los valores obtenidos en otros estudios con adultos o niños de mayor edad (Casas y Luengo, 2005; 2012), en que los valores medios suelen estar por encima de 0,5, son muy bajos. Al no disponer de otros estudios con alumnos de Educación Infantil, no podemos compararlos.

Sí podemos, de todos modos, observar cómo la Coherencia ha aumentado tras la instrucción, aunque la prueba de Wilcoxon, realizada posteriormente, nos indica que no hay significación estadística ($p = 0,649$).

Por lo que respecta a la Complejidad de las Redes, los datos obtenidos fueron los que presentamos en la Tabla 3, a continuación:

Sujeto	Complejidad pretest	Complejidad postest	Sujeto	Complejidad pretest	Complejidad postest
Sujeto 1	6.67	5.56	Sujeto 13	200	0
Sujeto 2	5.56	5.56	Sujeto 14	5.56	5.56
Sujeto 3	5.56	9.26	Sujeto 15	5.56	5.56
Sujeto 4	5.56	5.56	Sujeto 16	0	5.56
Sujeto 5	0	5.56	Sujeto 17	5.56	0
Sujeto 6	22.22	0	Sujeto 18	0	5.56
Sujeto 7	0	0	Sujeto 19	5.56	22.22
Sujeto 8	6.67	36.3	Sujeto 20	22.22	0
Sujeto 9	5.56	7.41	Sujeto 21	8.89	0
Sujeto 10	26.67	22.22	Sujeto 22	5.56	0
Sujeto 11	5.56	5.56	Sujeto 23	5.56	5.56
Sujeto 12	7.41	7.41			

Tabla 3. Complejidad pretest y postest.

La media de la complejidad pretest fue de 15,737 mientras que en el postest, de 6,9726. Podemos observar cómo ha disminuido la complejidad de las redes de los alumnos, aunque la prueba de Wilcoxon nos indica que no hay significación estadística ($p = 0,608$).

Se estudió también la distribución de vecindad de los nodos, que indica cuáles son los conceptos que más frecuentemente aparecían asociados a otros, tanto en el pretest como en el postest. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 4:

Nodos vecinos		
Conceptos analizados	Pretest	Postest
Ordenador	- Carta - Teléfono - Televisión	- Televisión
Teléfono	- Radio	- Ordenador
Carta	- Periódico	- Ordenador - Periódico
Periódico	- Carta	- Carta
Radio	- Teléfono	- Televisión
Televisión	- Ordenador	- Ordenador

Tabla 4. Nodos vecinos pretest y postest.

En los datos anteriores se pueden observar dos tipos de agrupamiento de los conceptos:

- Agrupamiento en función del grado de utilización por parte de los alumnos. Se asocian entre sí medios de comunicación que emplean con mayor (ordenador, televisión y teléfono) o menor frecuencia (periódico, radio y carta).
- Agrupamiento en función de la forma de comunicación que predomina en cada medio. Se asocian entre sí medios de comunicación en los que predomina la imagen (ordenador y televisión), la escritura (carta y periódico) o lo oral (radio y teléfono)

Mientras en el pretest la mayoría de los alumnos asociaban los conceptos fundamentalmente en función de la forma de comunicación que representaban, en el postest lo hacían en función del grado de utilización.

Conclusiones

Como podemos interpretar a partir de los datos obtenidos, durante el aprendizaje se ha producido un cambio de la estructura cognitiva en los alumnos.

Si antes de la instrucción existían varios conceptos destacados en las redes (conceptos nucleares), posteriormente, dichos conceptos se redujeron tan solo a dos (“Ordenador” y “Teléfono”), asociados a medios de comunicación oral conocidos y utilizados habitualmente por el alumno.

Del mismo modo, podemos observar que, tanto antes como después de la instrucción, existen conceptos (“Carta” y “Periódico”) que el alumno no integra en su estructura

cognitiva como medios de comunicación pues son medios de comunicación escritos que no utiliza.

Por lo que respecta a la evaluación de los elementos de la estructura cognitiva de los alumnos, y aunque los datos no son significativos estadísticamente, podemos observar cómo aumenta su coherencia tras la instrucción y cómo, por el contrario, su complejidad disminuye. Estos resultados van en la línea de lo propuesto en la Teoría de Conceptos Nucleares (Casas y Luengo, 2004, 2005, 2012) y nos informan del modo en que ha cambiado dicha estructura cognitiva.

Aunque los resultados obtenidos han de ser confirmados con un estudio más amplio y una muestra representativa, complementan los hallados en otros (Pearson y Somekh, 2003; Harper y otros, 2004) acerca del uso de gráficos para la construcción de Mapas Conceptuales en Educación Infantil o acerca de la evaluación de la estructura cognitiva en dichos alumnos.

Dado que no hemos encontrado referencias acerca de investigaciones que utilicen Redes Asociativas Pathfinder en Educación Infantil, no podemos comparar con ellos los resultados de nuestro estudio, aunque consideramos que puede ser el punto de partida para una prometedora línea de investigación, no sólo con alumnos de Educación Infantil, sino con otro tipo de sujetos que posean limitadas capacidades cognitivas.

Fin de redacción del artículo: Enero de 2013

Casas, L., et. al. (2012) Una experiencia de representación del conocimiento en Educación Infantil mediante el uso de Redes Asociativas Pathfinder. *RED Revista de Educación a Distancia. Número 36. Monográfico Especial SIIE 2012*. 28 de febrero de 2013. Consultado el (dd/mm/aaaa) en <http://www.um.es/ead/red/36/>.

Referencias

- Ausubel, D.; Novak, J.D. y Hanesian, H. (1990). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Bajo, M. T. & Cañas, J.J. (1994). Métodos indirectos de adquisición del conocimiento. In P. Adarraga & J.L. Zacagnini (Eds.). *Psicología e Inteligencia Artificial* (pp. 211-240). Madrid: Trotta.
- Birbili, M. (2006). Mapping knowledge: Concept maps in early childhood education. *Early Childhood Research and Practice (ECRP)*, 8(2). Consultado el 3 de Diciembre de 2012 en <http://ecrp.uiuc.edu/v8n2/birbili.html>
- Cañas, A.J. (2003) *A Summary of Literature Pertaining to the Use of Concept Mapping Techniques and Technologies for Education and Performance Support*. The Institute for Human and Machine Cognition. Disponible el 11 de Diciembre de 2012 en

<http://www.ihmc.us/users/acanas/Publications/ConceptMapLitReview/IHMC%20Literature%20Review%20on%20Concept%20Mapping.pdf>

- Casas, L. M., y Luengo, R. (2004). Representación del conocimiento y aprendizaje. Teoría de los Conceptos Nucleares. *Revista Española de Pedagogía*, 227, 59-84.
- Casas, L. M., y Luengo, R. (2005). Conceptos nucleares en la construcción del concepto de ángulo. *Enseñanza de las Ciencias* 23(2), 201-216.
- Casas, L., et al. (2011) Software Goluca: Knowledge representation in Mental Calculation. *US-China Education Review B*, 4, 592-600.
- Casas, L. M., y Luengo, R. (2012) The study of the pupil's cognitive structure: the concept of angle. *European Journal of Psychology of Education*. DOI 10.1007/s10212-012-0119-4.
- Chen, Ch. (1999). *Information Visualisation and Virtual Environments*. London: Springer.
- Clariana, R. & Wallace, P. (2007). A computer-based approach for deriving and measuring individual and team knowledge structure from essay questions. *Journal of Educational Computing Research*, 37(3), 211-227.
- Clariana, R. B., Wallace, P. E., & Godshalk, V. M. (2009). Deriving and measuring group knowledge structure from essays: the effects of anaphoric reference. *Educational Technology Research and Development*, 57(6), 725-737.
- Da Silva, C., et al. (2007). Evolution of the conceptions of a secondary education biology teacher: Longitudinal analysis using cognitive maps. *Science Education*, 91(3), 461-491.
- Davis, F. D., & Yi, M. Y. (2004). Improving computer skill training: Behaviour modelling, symbolic mental rehearsal, and the role of knowledge structures. *Journal of Applied Psychology*, 89(3), 509-523.
- Edmondson, K. (2000). Assessing science understanding through concept maps. En J. Mintzes, J. Wandersee, & J. Novak (Eds.), *Assessing science understanding* (pp. 15 - 40). San Diego, CA: Academic Press.
- Godinho, V., Luengo, R., y Casas, L. (2007) *Implementación del software GOLUCA y aplicación al cambio de redes conceptuales*. Informe para la obtención del "Diploma de Estudios Avanzados". No publicado. Universidad de Extremadura, España.
- Gonzalvo, P., Cañas, J. J., y Bajo, M. T. (1994). Structural representations in knowledge acquisition. *Journal of Educational Psychology*, 86, 601-616.
- Guerrero-Bote, V. P., et al. (2006). Binary Pathfinder: an improvement to the Pathfinder algorithm. *Information Processing and Management*, 42, 1484-1490.

- Harper, M. E., et al. (2004). *Scoring concepts maps: Can a practical method of scoring concept maps be used to assess trainee's knowledge structures?* Factors and Ergonomics Society Annual Meeting Proceedings, 48, 2599–2603
- Haslinger, B. (2005). Assoziatives Denken bei Frauen in verschiedenen Zyklusphasen. *Anthropologischer Anzeiger*, 63(3), 271–281.
- Jonassen, D.H., Beissner, K. y Yacci, M. (1993). *Structural Knowledge: Techniques for Representing, Conveying, and Acquiring Structural Knowledge*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lau, W. F., & Yuen, A. (2009). Predictive validity of measures of the pathfinder scaling algorithm on programming performance: alternative assessment strategy for programming. *Journal of Educational Computing Research*, 41(2), 227–250.
- Kinchin, I., Hay, D., y Adams, A. (2000). How a qualitative approach to concept map analysis can be used to aid learning by illustrating patterns of conceptual development. *Educational Research*, 42, 43-57.
- McGaghie, W. (1996). *Comparison of Knowledge Structures with the Pathfinder Scaling Algorithm*. New York: Annual Meeting of the American Educational Research.
- Pearson, M., y Somekh, B. (2003). Concept-mapping as a research tool: A study of primary children's representations of information and communication technologies (ICT). *Education and Information Technologies*, 8(1), 5-22.
- Rye, J.A. y Rubba, P.A. (2002) Scoring Concept Maps: An Expert Map-Based Scheme Weighted for Relationships. *School Science and Mathematics*, 102(1), 33–44.
- Schvaneveldt, R. W. (Ed.) (1989). *Pathfinder associative networks: Studies in knowledge organization*. Norwood, N. J.: Ablex.
- Schvaneveldt, R., Beringer, D., & Lamonica, J. (2001). Priority and organization of information accessed by pilots in various phases of flight. *The International Journal of Aviation Psychology*, 11(3), 253–280.
- Shavelson, R. J. (1972) Some aspects of the correspondence between content structure and cognitive structure in physics instruction. *Journal of Educational Psychology*, 63(3), 225-234.
- Trumpower, D. L., Sharara, H., & Goldsmith, T. E. (2010). Specificity of structural assessment of knowledge. *Journal of Technology, Learning, and Assessment*, 8(5), 1–32.
- Wehry, S.; et al. (2008). *Using concept maps transcribed from interviews to quantify the structure of preschool children's knowledge about plants*. Actas del tercer congreso internacional sobre mapas conceptuales. Vol. II. Universidad de Helsinki.
- Zhang, J. (2008). *Visualization for information retrieval*. Berlin: Springer.