

# La Teoría de los Conceptos nucleares y sus aplicaciones a las Ciencias Sociales, Educación Matemática e Ingeniería

A Teoria dos Conceitos Nucleares e as suas aplicações em Ciências Sociais, Educação Matemática e Engenharia

The Theory of Nuclear Concepts and its applications in Social Sciences, Mathematics Education and Engineering.

Carvalho, J.L.; Luengo R.; Casas, L.M. (Org.)

Almeida, C. P.; Alzás, T.; Arias, J.; Catarreira, S.; Contreras, J.A.; Corcho, P.; Godinho, V.; Hidalgo, V.

\*Grupo de Investigación CiberDidact

Facultad de Educación – Universidad de Extremadura - España

Correspondencia:

Mail: jltc@unex.es

Recibido: 24/04/2016; Aceptado: 19/09/2016

DOI:

## Resumen

El presente artículo tiene como principal objetivo dar a conocer la Teoría de los Conceptos Nucleares y la técnica de Redes Asociativas Pathfinder. El enfoque metodológico se enmarca en los métodos mixtos, con sistemas de apoyo digitales (webQDA y GOLUCA) susceptibles de realizar análisis tanto cualitativos como cuantitativos. El artículo empieza por presentar la Teoría de los Conceptos Nucleares y su técnica asociada para posteriormente mostrar ejemplos de su aplicación dentro de distintos campos de estudio, nombradamente en las Ciencias Sociales a través del estudio sobre las trayectorias educativas en relación al abandono y retorno al sistema educativo, en las Matemáticas a través del estudio de unidades didácticas y recursos educativos digitales aplicados al tema de las operaciones aritméticas, trigonometría y probabilidad, en las Ingeniería Telemática e Ingeniería Informática a través del análisis del proceso de enseñanza de los alumnos de la asignatura de Base de Datos del Grado de Ingeniería Informática en Tecnologías de la Información (GIITI) del Centro Universitario de Mérida – Universidad de Extremadura.

**Palabras clave:** Estructura Cognitiva; Teoría de los Conceptos Nucleares; Redes Asociativas Pathfinder; Ciencias Sociales; Educación Matemática; Educación en Ingeniería.

### Resumo

O principal objetivo deste artigo é divulgar a Teoria dos Conceitos Nucleares e técnica e a técnica Pathfinder Associative Networks. A abordagem metodológica enquadra-se nos métodos mistos, com sistemas digitais de apoio (webQDA e GOLUCA) que permitem a realização de análises qualitativas e quantitativas. O artigo começa por apresentar a Teoria dos Conceitos Nucleares e a técnica associada para, posteriormente, mostrar exemplos da sua aplicação em diferentes áreas de estudo, nomeadamente nas Ciências Sociais através do estudo sobre as trajetórias educativas em relação ao abandono e ao retorno ao sistema educativo, em Matemática através do estudo de unidades didáticas e de recursos educativos digitais aplicados ao tema das operações aritméticas, da trigonometria e da probabilidades, em Engenharia Telemática e Engenharia Informática, através da análise do processo de ensino dos estudantes da disciplina de Bases de Dados da Licenciatura em Engenharia em Tecnologias da Informação (GIITI) do Centro Universitário de Mérida - Universidade de Extremadura.

**Palavras-chave:** Estrutura cognitiva; Teoria dos Conceitos Nucleares; Redes Associativas Pathfinder; Ciências Sociais; Educação Matemática; Educação em Engenharia.

### Abstract

The main objective of this article is to disseminate the Theory of Nuclear Concepts and the Pathfinder Associative Networks technique. The methodological approach is based on mixed methods, with digital support systems (webQDA and GOLUCA) that allow qualitative and quantitative analysis. The article presenting the Theory of Nuclear Concepts and the associated technique to later and show examples of its application in different areas of study, namely in the Social Sciences through the study of educational trajectories in relation to abandonment and return to the educational system, in Mathematics through the study of didactic units and digital educational resources applied to the topic of arithmetic operations, trigonometry and probabilities, in Telematics Engineering and Computer Engineering, through the analysis of the teaching process of the students of the Database discipline of Degree in Engineering in Information Technology (GIITI) of the University Center of Mérida - University of Extremadura.

**Keywords:** Cognitive structure; Theory of Nuclear Concepts; Pathfinder Associative Networks; Social Sciences; Mathematical Education; Education in Engineering.

## La Teoría de los Conceptos Nucleares

La Teoría de los Conceptos Nucleares (Casas, 2002; Casas y Luengo, 2004a, 2004b ; Casas y Luengo, 2005; Casas y Luengo, 2013), que en adelante designaremos como TCN, tiene su fundamentación en el marco teórico general de la Ciencia Cognitiva y en la noción de estructura cognitiva. Esta teoría tiene asociada una técnica que permite la representación de dicha estructura de una manera gráfica y proporciona información acerca de cómo se produce el aprendizaje, en función de los cambios observados en ella. Se trata de una nueva perspectiva para explicar cómo los procesos de aprendizaje se producen en la mente humana.

## Supuestos teóricos de la TCN

Nuestro desarrollo teórico acerca de cómo se organiza, adquiere y transmite el conocimiento se basa en las aportaciones de la Epistemología, la Psicología y la Pedagogía, recogidos en los paradigmas actuales en Educación. Pero la Investigación, y particularmente la Investigación en la práctica, hacen modificar algunos elementos de los paradigmas, hacen surgir nuevos enfoques de los procesos de enseñanza y aprendizaje y requieren nuevas técnicas para su estudio.

A partir de este punto resumiremos cuáles son principios que asumimos, con los que estamos de acuerdo, y de los que partiremos para presentar nuestras propias aportaciones.

### Sobre la forma de organización del conocimiento humano

Los puntos de partida de la TCN respecto de la organización del conocimiento humano son los siguientes:

La TCN establece que el conocimiento no se organiza de una manera lineal- secuencial, sino que más bien su estructura responde mejor a un modelo de redes: se organiza a partir de pequeñas unidades, interrelacionadas, cuyos elementos tienen su correspondencia cerebral en los circuitos neuronales, y mental en las representaciones llamadas esquemas.

Cada concepto en la mente no es algo simple, sino una pequeña estructura, relativamente estable, de elementos interrelacionados. Los conocimientos previos vienen representados por estas estructuras y el aprendizaje significa la modificación de la estructura cognitiva por acrecentamiento y reestructuración.

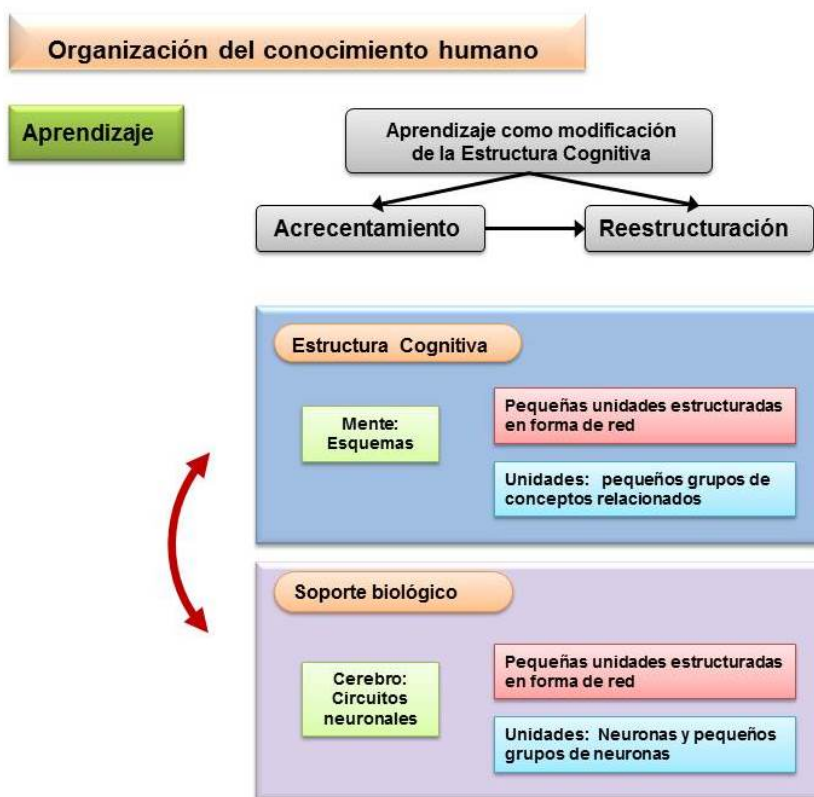


Figura 1. Organización del conocimiento y aprendizaje, según la TCN.

El aprendizaje es entendido como la modificación de la estructura cognitiva, y por tanto de la estructura biológica, es decir, de los circuitos neuronales que le sirven de soporte.

La TCN es una "propuesta de integración" que se fundamenta en otras anteriores, particularmente las de Piaget (1978) o Ausubel, Novak y Hanesian (1978), pero que recogiendo aportaciones de otros campos y de los resultados de investigación, presenta modificaciones que, integrando unos y otros puntos de vista, permite analizar y explicar hechos de una forma distinta a como lo hacen las teorías de referencia.

Pasamos ya a tratar de los elementos fundamentales del modelo de la TCN, que esquematizamos en la figura 2, estableciendo relación con las teorías anteriores:

<b>Bases teóricas previas</b>	<b>Nova proposta teórica</b>
Organização hierárquica do conhecimento	Organização geográfica do conhecimento
Conceitos inclusores	Conceitos nucleares
Complexidade crescente das estruturas cognitivas	Sendas de mínimo custo
Mapas conceptuais	Redes Associativas Pathfinder

Figura 2. Elementos de la TCN.

### **Conocimiento jerárquico versus conocimiento "geográfico"**

En cuanto a la "organización geográfica del conocimiento" la TCN utiliza una metáfora para explicar que la estructura cognitiva de los alumnos no está organizada jerárquicamente en torno a conceptos más generales del que emergen todos los demás, sino de conceptos concretos que no son necesariamente los más generales.

Se parte de una sencilla idea: la adquisición del conocimiento en general, y su almacenamiento en la estructura cognitiva sigue un proceso análogo a la adquisición del conocimiento del entorno físico.

Si analizamos cómo se llega a la adquisición del conocimiento de nuestro entorno, tal como puede ser el conocimiento de una ciudad o una región, podemos considerar que se producen tres etapas que llamaremos: conocimiento de hitos, conocimiento de rutas y conocimiento de conjunto.

El conocimiento comienza por la adquisición de unos ciertos hitos sobresalientes del terreno, tales como edificios singulares, paisajes característicos o detalles que nos han llamado la atención o recordamos por alguna vivencia personal.

La adquisición del conocimiento de una ruta es la siguiente etapa en el desarrollo de un mapa mental del entorno físico. Se caracteriza por la capacidad para navegar desde un punto hasta otro, utilizando el conocimiento de los hitos para tomar decisiones en cada punto acerca de los giros que habría que dar, pero sin tomar en consideración las áreas de alrededor. Si alguien con este conocimiento de la ruta se extraviase fácilmente se perdería, incluso aunque pudiera comenzar de nuevo su navegación. El conocimiento de rutas no proporciona la suficiente información sobre la estructura general del entorno.

El mapa cognitivo del entorno físico no está completamente desarrollado hasta que no se alcanza el conocimiento de conjunto. En tal situación, se tiene una visión completa de todos los hitos integrados en rutas relacionadas entre ellas. En ese momento, la circulación por el mapa puede hacerse de diversas maneras, eligiendo en cada caso la ruta que más nos convenga, por comodidad, por seguridad o por preferencias individuales.

Del mismo modo, cuando un alumno se encuentra en situación del aprendizaje de una nueva materia, es como si estuviera ante un nuevo territorio, y, para avanzar, recurre a los hitos que conoce. No tienen por qué ser precisamente los aspectos fundamentales de la materia sino que, como en el caso del entorno geográfico, son hitos, en forma de conceptos que han llamado su atención y se mantienen en la memoria. Llamaremos a estos hitos de la memoria "conceptos nucleares" puesto que son conceptos en torno a los cuales se organizan los demás.

El siguiente paso del aprendizaje es establecer unas rutas, como en el ámbito físico, proceso que consiste en el establecimiento o rememoración, si ya están establecidas, de las relaciones de unos conceptos con otros, que a su vez pueden ser hitos de otros mapas, y en la creación de procedimientos de trabajo para obtener los resultados buscados. El último estadio de este proceso es la adquisición de la vista de conjunto, momento en el cual el alumno conoce la relación de unas rutas con otras, de unos procedimientos de trabajo con otros, y elige en función de los resultados que necesite, de los procedimientos más adecuados o simplemente de aquellos con que se encuentra más familiarizado.

Desde este enfoque pueden analizarse las dificultades de aprendizaje, como deficiencias en el proceso de estructuración del conocimiento a partir de los hitos relevantes conocidos por el alumno, sus "conceptos nucleares".

### **Conceptos inclusores versus conceptos nucleares**

Coincidimos con la idea desarrollada en sus trabajos por Ausubel, Novak y Hanesian (1978) en que el conocimiento se construye sobre la base de lo que previamente se conoce, idea que responde al enfoque general del constructivismo, pero diferimos en la consideración acerca de la forma en que tiene lugar este proceso. La teoría de estos autores propone que hay ideas de nivel superior, llamadas "inclusores" que sirven como anclaje para otras. A estas ideas es a las que se refieren al afirmar qué es necesario para lograr un mejor aprendizaje y la retención del material lógicamente significativo.

Según el planteamiento de la TCN, si la existencia de los inclusores, tal como los entienden Ausubel y Novak, se confirmara, en la estructura cognitiva del alumno debieran aparecer como más destacados estos conceptos, de nivel superior. Sin embargo, esto no coincide con los datos obtenidos en nuestra experimentación. Por ello la TCN considera que el aprendizaje no tiene por qué producirse en estadios de mayor a menor inclusividad.

Los alumnos tienen un conocimiento parcial, fragmentario, y a lo largo de la escolaridad lo van construyendo y refinando. El aprendizaje, en este sentido es un proceso de ajuste de las representaciones mentales del alumno. Pero este proceso de ajuste no supone una reestructuración total de los conocimientos anteriores, sino que siempre se construye a partir de las estructuras previas. Pero los conocimientos no se van organizando desde conceptos más inclusivos hasta otros más sencillos. Esto quizá ocurra al final, cuando se tiene una visión de conjunto, pero no al principio del conocimiento.

También según nuestra concepción, y dado que no consideramos que el aprendizaje se apoye siempre en una estructura jerárquica, no tiene por qué haber conceptos ni más importantes ni de menor nivel, sino que hay simplemente conceptos que sirven como anclaje a la estructura cognitiva del alumno.

Precisamente, como hemos observado, en la parte experimental de nuestros trabajos, los conceptos nucleares que de una forma más continua y clara aparecen como hitos de la estructura cognitiva de los alumnos, son, en algún caso, solamente ejemplos, que según Ausubel, serían los conceptos menos generales de todos.

La cuestión clave para la práctica educativa es que quizá, en el proceso de enseñanza, el profesor no sepa cuáles son las ideas más generales en la estructura cognitiva del alumno, y pudiera estarle presentando algo que no es significativo para él. El mismo Novak, al hablar sobre el papel de los organizadores previos y su construcción, manifestaba que su elección dependía de cuáles eran los inclusores relevantes no sólo para los materiales de aprendizaje que iban a presentarse, sino para la población a la que se dirigía.

Frente a ello, parece consistente pensar que lo más interesante sería identificar cuáles son los "hitos" en el territorio de conocimiento en que se mueve el alumno, sus "conceptos nucleares".

### **Complejidad creciente versus senderos de mínimo coste**

La consideración jerárquica del conocimiento, propuesta por algunas teorías educativas, parece tener como consecuencia lógica la adquisición de una mayor complejidad en la estructura cognitiva conforme aumenta la cantidad de conceptos y las relaciones entre ellos, que va produciéndose cuando se adquieren nuevos aprendizajes. Sin embargo, tal como hemos comprobado, al analizar nuestros datos experimentales, mientras mayor es la edad de los alumnos y más avanza su aprendizaje, más simples aparecen las representaciones de las relaciones entre conceptos que obtenemos.

Nuestra interpretación de este hecho, aparentemente paradójico, es que, a pesar de que en la estructura cognitiva del alumno aparecen cada vez más elementos y más relaciones entre ellos, se utilizan subestructuras cada vez más simples. Creemos que en una situación dada que requiera utilizar los aprendizajes adquiridos y almacenados, en lugar de recurrir a las relaciones entre todos los conceptos presentes, en una estructura compleja, se recurre a las relaciones más simples, pero que resultan más significativas, a lo que denominamos "senderos de mínimo coste".

Esta consideración es muy importante, pues significa que en cada momento, al hacer uso de un aprendizaje, el sujeto sólo activa los mapas que, por el proceso previo de selección por la experiencia han resultado reforzados frente a otros que han desaparecido (o al menos no se manifiestan, por lo que no aparecen en ese momento en la estructura cognitiva). Como

ocurre en otros aspectos vitales, la estructura cognitiva funciona por un principio de mínima energía.

La metáfora geográfica nos permite también entender mejor el concepto de "senderos de mínimo coste". Las personas en cada tipo de viaje que emprenden, y para cada intención, utilizan un mapa distinto: no es necesario el mismo mapa si se quiere hacer turismo y visitar localidades pintorescas, que si nuestro viaje es de trabajo y necesitamos ahorrar tiempo en el desplazamiento. En un caso se utilizará un mapa detallado, con indicaciones de todas las carreteras secundarias, mientras en el otro solamente prestaremos atención a las autopistas. En ambos casos, sin embargo, rige el mismo principio: obtener el máximo beneficio con el mínimo coste.

Efectivamente, con la edad y el conocimiento, las redes cognitivas se hacen más complejas. Este es un razonable principio del desarrollo intelectual, pero también es razonable pensar en los términos que hemos expuesto. No son principios contradictorios, sino complementarios.

### **La técnica asociada: Redes Asociativas Pathfinder y programa GOLUCA**

Al igual que otras teorías, la TCN hace uso de una técnica propia, las Redes Asociativas Pathfinder (Schvaneveldt, Durso y Dearholt, 1.989), en adelante RAP, que proporciona representaciones gráficas de la estructura cognitiva. Para representar estas redes disponemos de los programas KNOT (Interlink, s.d.] y del programa GOLUCA [Godinho, 2007; Casas, Luengo y Godinho, 2011).

Las RAP pueden ser incluidas entre los métodos de representación del conocimiento que hacen uso de la puntuación de similaridad entre conceptos. Estos métodos asumen que se puede utilizar una representación espacial entre los conceptos, que describirá el patrón de relaciones entre ellos en la memoria. La representación se obtiene a partir de una puntuación numérica que se adjudica a la similaridad o diferencia entre los conceptos percibida por un sujeto y que corresponde a su distancia semántica. 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.

Aunque existen algunas variantes, la técnica más general de puntuación de similaridad 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. En ese momento se pide al alumno que, dados dos de ellos, asigne una puntuación a la similaridad o diferencia que exista. Las puntuaciones se resumen en una matriz de distancias que describe el grado de similaridad o diferencia, y que habitualmente son transformados en coeficientes de relación entre 0 y 1, de modo que los conceptos muy relacionados se puntúan con valores próximos a 1, y los que no lo están, se puntúan próximos a 0.

Las matrices de datos de puntuación se tratan mediante técnicas estadísticas como la de Análisis de Componentes Principales, Análisis de Clúster, Escalamiento Multidimensional o RAP. Estos métodos estadísticos transforman los datos de interrelación entre conceptos en distancias entre puntos en un espacio de dimensiones mínimas, de tal manera que se obtiene una representación espacial o se determina la estructura subyacente de los datos. Muchos investigadores están de acuerdo en que estos procedimientos hacen posible definir operativamente la estructura cognitiva (Fenker, 1.975; Jonassen, 1.990).

Las RAP aparecen, pues, como representaciones en las cuales los conceptos aparecen como nodos y sus relaciones como segmentos que los unen, de mayor o menor longitud según el peso o fuerza de su relación.

Para obtener estas Redes, como antes hemos indicado, se parte de un conjunto de conceptos seleccionados dentro de un campo de conocimiento, y se pide al sujeto que evalúe cuál es la proximidad que considera que existe entre cada par de ellos. Esto puede llevarse a cabo mediante el programa informático GOLUCA, que presenta en pantalla de forma aleatoria todos los pares posibles y permite asignar el nivel de relación mediante, por ejemplo, el deslizamiento del cursor.

A partir de los datos obtenidos, el programa calcula una matriz de correlaciones que representa los “pesos” de los enlaces entre conceptos. A partir de esta matriz, y utilizando otro algoritmo, ofrece una representación gráfica, como la que se muestra en la Figura 3.

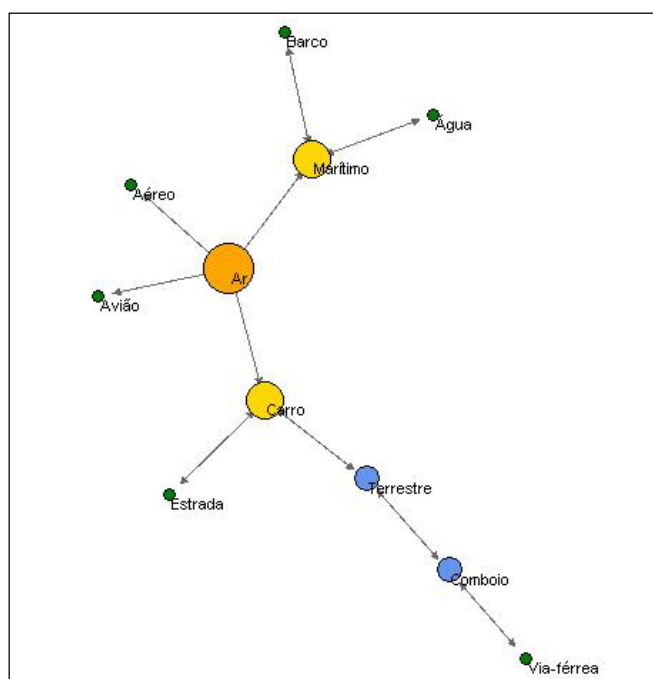


Figura 3. Red Asociativa Pathfinder sobre un tema de Estudio del Medio (Carvalho, 2011).

La gran aportación que suponen las RAP es que permiten crear representaciones en forma de redes de la estructura cognitiva de un sujeto a partir de datos empíricos, pudiendo ser generadas de forma no invasiva y totalmente automática.

Las RAP, tienen campos de utilización muy amplios. La TCN y su técnica asociada (RAP) mediante GOLUCA ha sido aplicada a varios campos del conocimiento. La diversidad de aplicaciones y las representaciones y análisis puestos en juego y materializados en los numerosos trabajos del grupo Ciberdidact, permiten dar cuenta de su interés y potencialidad de esta línea de investigación. En las Tesis Doctorales de (Casas, 2002); (Torres Carvalho, 2011) y (Veríssimo, 2013) se hacen revisiones bibliográficas detalladas de la utilización de esta técnica y, en esta sesión especial, presentaremos algunas de ellas.



## **Aplicaciones en Ciencias Sociales: estudio sobre las trayectorias educativas en relación al abandono y retorno a la educación**

### **Introducción**

Al plantear una investigación que tuviera como objeto de investigación el abandono educativo y la posterior incorporación a los estudios, nos encontramos ante la necesidad de aplicar un enfoque cualitativo, que permitiera desvelar todas aquellas situaciones que se podían dar en este intervalo de tiempo entre el abandono y el retorno.

De modo que para poder describir e indagar sobre esta trayectoria educativa tan concreta, se planteó la utilidad de recoger información a través técnicas narrativas. Específicamente se consideró que el relato autobiográfico era la herramienta que más se ajustaba al objetivo planteado.

Pero además del enfoque metodológico y las técnicas, diseñadas en función del objetivo de investigación, se añade otro aspecto de gran utilidad para el estudio, la posibilidad de representar gráficamente las trayectorias educativas mediante la aplicación de las RAP.

### **Análisis cualitativo desde el método biográfico: el relato**

El relato es un instrumento cualitativo, que se encuadra dentro de las técnicas narrativas del método biográfico. Como señala Denzin (1989), el método biográfico es un proceso sistemático de recolección de documentos vitales, que describen momentos y puntos de inflexión en la vida de las personas.

Una definición más amplia es la realizada por Sanz (2005):

“Este método puede aglutinar la estrategia metodológica de la conversación y narración y la revisión documental de autobiografías, biografías, narraciones personales, cartas, diarios, fotos, etc. Conjuga de este modo fuentes orales con fuentes documentales personales con el propósito doble de, primero, captar los mecanismos que subyacen a los procesos que utilizan los individuos para dar sentido y significación a sus propias vidas, y segundo, mostrar un análisis descriptivo, interpretativo, y necesariamente sistemático y crítico de documentos de «vida»”. (p. 102)

El uso de estas técnicas permite un mayor acercamiento a las experiencias personales y ayuda a trazar trayectorias de situaciones concretas, además de aportar mayor comprensión al significado e interpretación de las propias vivencias. En este tipo de método, la persona es la fuente básica de información, dado que permite conocer la particularidad y la generalidad del objeto de investigación: “Las experiencias históricas y los modos de existencia de los que participa el sujeto y en los que se halla inserto condicionan su comportamiento, su personalidad, la narración de su propia vida y la significación atribuida a cada experiencia vivida u oída”. (Sanz, 2005, p. 106)

Estas técnicas narrativas permiten un doble acercamiento, por un lado hacia la experiencia individual y por otro lado, al contexto sociohistórico. Dado que “confluyen dimensiones psicológicas y contextuales cuya interacción genera una manera peculiar de construir y narrar su experiencia pasada, siempre en clara relación con la situación presente y los proyectos de futuro.” (Sanz, 2005, p. 105). En este sentido, como matiza Buontempo (2000) “para poder comprender la trama que conecta características personales, identidades y

emociones, ideas y conductas, es necesario ubicar la acción en situaciones específicas de interacción social” (p. 2).

No obstante, como señala Pujadas (2000), “a lo largo del tiempo los autores de diferentes disciplinas y escuelas han ido proponiendo diferentes términos para referirse a los diferentes aspectos y modalidades del género biográfico, sin ofrecernos siempre definiciones precisas” (p. 135). En este sentido, Pujadas (2000) ofrece una clasificación de aquellos términos más utilizados y que son imprescindibles para una mayor comprensión del método biográfico, estos son: biografía, autobiografía, historia de vida, relato biográfico, documentos personales y fuente oral.

### **La TCN y su relación con los “puntos de inflexión” en las trayectorias personales**

Las técnicas biográficas citadas, son aproximaciones conceptuales que permiten un conocimiento general del enfoque biográfico. Para la investigación sobre las trayectorias educativas, se consideró que recurrir a una de las técnicas biográficas enriquecía la investigación. Por un lado, porque permitía detallar realidades y problemáticas concretas, y por otro, porque este tipo de técnicas ayudaba a tener un mayor acercamiento de los deseos, motivaciones, percepciones y acontecimientos que determinan la acción social.

Concretamente dado que el interés de la investigación residía en conocer la trayectoria, de quienes abandonan y retornan al sistema educativo, se consideró importante indagar sobre los acontecimientos y situaciones que promovieron tanto el abandono como el retorno. En este sentido, toman especial relevancia los puntos de inflexión en las trayectorias personales. Estos puntos de inflexión son concebidos por Denzin (1989) como sucesos significativos en la vida de una persona que suponen un cambio en la trayectoria de su vida presente y que además altera las posibilidades futuras.

En este sentido, al considerar los “puntos de inflexión” como acontecimientos que explican las trayectorias, y ser tratados en el análisis textual como categorías, también cabe entender los “puntos de inflexión”, dentro de este enfoque teórico, como conceptos nucleares. De este modo, además del análisis de contenido detallado de cada categoría, se puede visualizar la interacción y proximidad entre categorías.

Por tanto, al igual que se plantea a través de la TCN una estructura cognitiva en relación a conceptos teóricos, es posible del mismo modo un esquema de las trayectorias educativas, al tratar los puntos de inflexión como pequeños grupos de conceptos relacionados. Así una idea o un pensamiento puede ser entendido también como un concepto nuclear, dado que entorno a una idea se organiza y se asocian otras ideas.

### **Procedimiento metodológico para la representación gráfica de las trayectorias educativas a través de las RAP**

Desde el inicio del diseño de esta investigación, se ha entendido que el uso del relato autobiográfico nos acercaría al conocimiento de las particularidades, del significado y la forma de concebir la realidad. Dentro de las técnicas para el análisis del relato se utilizaron concretamente dos: el Análisis de Contenido y el Análisis de Contingencia.

El análisis de contenido es una modalidad del análisis textual que tiene como finalidad principal realizar un tratamiento objetivo de los datos. Inicialmente Berelson (1952),

conceptualiza el Análisis de Contenido como “una técnica de investigación para la descripción objetiva, sistemática y cuantitativa del contenido manifiesto de las comunicaciones, teniendo como fin interpretarlos” (p. 18 ).

Con el tiempo, otras definiciones añadirán la visión de analizar no sólo el contenido manifiesto sino que además es posible capturar el contenido latente, es decir, el significado contextualizado de las expresiones y acciones sociales. Como señalan Navarro y Díaz (1999) “el contenido de un texto no es algo que estaría localizado dentro del texto en cuanto tal, sino fuera de él, en un plano distinto en relación con el cual ese contexto define y revela su sentido” (p. 179).

Esta distinción entre contenido manifiesto y latente en primordial dado que en base a este matiz se diseña el tipo de análisis que oriente el proceso de tratamiento de los datos. Por un lado están los análisis de contenido cuantitativos que “utilizan como datos el contenido de ciertas comunicaciones, mensajes o, a la larga, producciones textualizables” (Zarco, 2000, p. 51) y son los que permiten explicar los aspectos descriptivos del contenido manifiesto de los textos. En concreto, el interés de análisis “no reside en los aspectos semánticos del texto, sino en la cuantificación de sus integrantes –palabras, expresiones, temas-, es decir en la medición de su frecuencia de aparición en el texto” (Cea, 2001, p. 352). Un ejemplo de este tipo de análisis de contenido cuantitativo se puede consultar en el trabajo de Sánchez García (2014).

Por otro lado, se encuentran los análisis de contenido cualitativos, que “pretende captar los sentidos que la comunicación pueda generar. No persigue por tanto contar esos contenidos y analizar su presencia sino, por su presencia, explicar los posibles sentidos que puedan generarse” (Zarco, 2000, p. 51) y que por tanto, se centra más en la comprensión de los significados latentes, pero desde teorías interpretativas que se acercan más al análisis del discurso. Dentro de esta marco de investigación se encuentran trabajos como el realizado por Salvá, Oliver y Comas (2014).

Una definición muy completa es la ofrecida por Piñuel (2002):

“al conjunto de procedimientos interpretativos de productos comunicativos (mensajes, textos o discursos) que proceden de procesos singulares de comunicación previamente registrados, y que, basados en técnicas de medida, a veces cuantitativas (estadísticas basadas en el recuento de unidades), a veces cualitativas (lógicas basadas en la combinación de categorías) tienen por objeto elaborar y procesar datos relevantes sobre las condiciones mismas en que se han producido aquellos textos, o sobre la condiciones que puedan darse para su empleo posterior transformar datos cualitativos en datos cuantitativos” (p.7).

Para el análisis de contenido, se tomó como referencia para trabajar la propuesta de Bardin (1986) que propone las siguientes fases: preanálisis, exploración del material y tratamiento e interpretación de resultados (recogidos en la Figura 3).

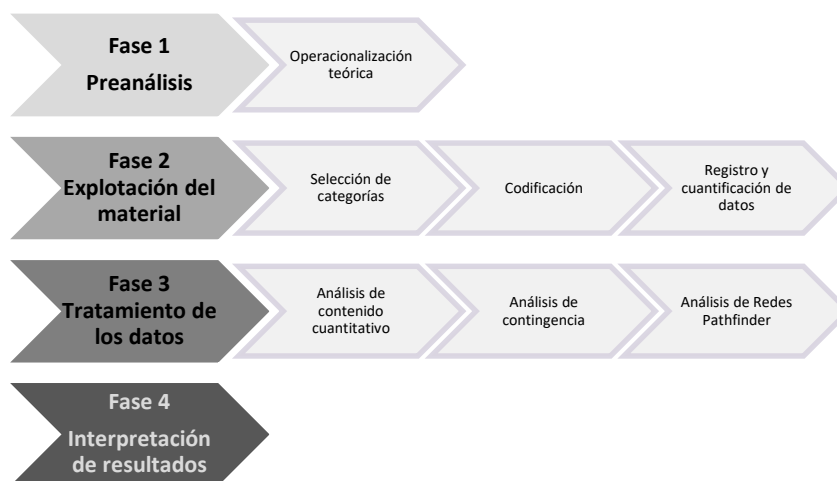


Figura 3. Procedimiento de análisis de los datos cualitativos.

Tras varias lecturas del material en la fase de preanálisis el primer paso fue la operativización de las dimensiones teóricas. En este sentido y dado que el instrumento fue diseñado conforme a las dimensiones teóricas con las que se trabaja, éstas van en relación a los objetivos. Concretamente en esta fase se establecieron lo que Navarro y Díaz (1999) denominan unidades de registro, siendo éstas las que tienen mayor relevancia en base a los objetivos de investigación.

Una vez establecidas las dimensiones teóricas en unidades de registro, se procedió a la fase de explotación del material estableciendo las categorías que comprenden la dimensión teórica.

Este procedimiento se desarrolló de acuerdo a la propuesta por Navarro y Díaz (1999) en relación a la idea de unidades de contexto, para quienes una unidad de contexto es un marco interpretativo. “así como las unidades de registro se establecen de acuerdo con los objetivos y métodos que definen la investigación, las unidades de contexto, que deben suministrar el marco interpretativo concreto de las primeras, se delimitan en consonancia con ésta y con el referido planteamiento teórico y metodológico” (p.193).

El siguiente paso, tras fijar las unidades de registro (dimensiones teóricas operativas) y las unidades de contexto (categorización) fue realizar la codificación de los datos, que consiste en vincular las unidades de registro con las de contexto localizadas en el texto. Este proceso es lo que permitirá la cuantificación y el tratamiento de los datos.

Finalmente, con los datos del relato autobiográfico codificados tras el análisis de contenido cualitativo se realizó, posteriormente un análisis de contenido cuantitativo que principalmente consiste en un análisis descriptivo de frecuencias, acompañado de un estudio de relaciones mediante un análisis de contingencia.

Para complementar el Análisis del Contenido de los relatos se utilizó la técnica del Análisis de Contingencias (Osgood, 1959). En esta técnica, se parte del postulado de que dos categorías que aparecen a la vez, asociadas, en un escrito –relato autobiográfico- lo estarán del mismo modo en el pensamiento del sujeto, y a mayor número de relatos en que tales categorías aparezcan asociadas, mayor proximidad existirá entre ellas en el conjunto de la muestra del estudio.

Según Navarro y Díaz (1999), frente a la concepción cuantitativa y frecuencial y del significado del que es típico el Análisis de Contenidos clásico, Osgood

[...] ha sido el impulsor de otra perspectiva de análisis notablemente influyente, y que contribuyó en buena medida revelar la forma cooperativa como se articulan los significados en el texto. Se trata del punto de vista relacional, que Osgood ha instrumentado mediante su técnica de análisis de contingencias, [...] desde un punto de vista de cierto modo relacional, cooperativo y cualitativo (p.200).

Así, una de las técnicas utilizadas para realizar el análisis de contenidos de un texto, es mediante el uso de análisis de contingencias, que según Navarro y Díaz (1999), lo que esta perspectiva trata de investigar primordialmente son [...] las relaciones de asociación –dentro de un determinado contexto de las unidades significativas. [...] las relaciones de contingencia entre unidades significativas pueden adoptar las formas de asociación (presencia concurrente), equivalencia (presencia en contextos análogos) y oposición (incompatibilidad contextual). El fenómeno de contingencia entre unidades suele representarse sintéticamente mediante una matriz de datos [...]. Esta matriz de datos permite calcular una matriz de contingencia, que registra las coocurrencias de cada par de unidades de registro (p.117).

Asimismo, con respecto a las relaciones de contingencia entre unidades significativas, Vicente, Casas y Luengo (2010) sostienen que:

Esta técnica consiste en computar el número de veces que determinadas categorías aparecen de forma concurrente en un mismo documento. Se asume que si dos categorías aparecen juntas en un documento, corresponden a dos hechos que están próximos en estructura cognitiva de un individuo. Si este principio lo extendemos un colectivo, asumimos que en la medida en que la contingencia de dos categorías se produzca en varios de ellos, se podrá cuantificar la importancia de tales categorías en el colectivo. Utilizando este procedimiento, podemos obtener una matriz de contingencias (p.582).

La matriz de contingencias resultante puede ser analizada mediante diversas técnicas como lo son el análisis de conglomerados, el escalamiento multidimensional o bien mediante RAP (Casas, 2002; Vicente, Casas y Luengo (2010); Casas y Luengo, 2013).

En concreto, las RAP son representaciones gráficas, en las que los conceptos aparecen como puntos del plano (nodos) y sus relaciones como segmentos de recta (enlaces) que los unen. A partir del análisis de las semejanzas entre pares de entidades o conceptos, y utilizando un algoritmo descrito en Schvaneveldt (1989) o en Casas (2002) construye una disposición geométrica que muestra la relación entre ellos.

El procedimiento básico para encontrar cuáles son los nodos que han de ser enlazados es un proceso iterativo que determina que un enlace sólo es considerado si no existe un camino indirecto a través de otros nodos cuya suma de pesos sea menor que el camino directo (Casas, 2002; Casas y Luengo, 2005).

La obtención de datos de semejanza entre los conceptos se puede hacer por varias vías. La primera de ellas es la asignación directa por parte de los sujetos, a los que se van presentando todos los posibles pares de conceptos, y de este modo se obtiene una matriz de datos de proximidad que es la base para el cálculo y diseño de la red.

Pero la matriz de datos también puede obtenerse a partir de la información recogida en una matriz de contingencias, tal como se hace en el presente trabajo. La matriz de contingencias actúa en este caso como una matriz de proximidad.

Una vez obtenida la matriz de contingencias mediante el programa WebQDA, los datos fueron importados desde el programa GOLUCA (Godinho, Luengo y Casas, 2007; Casas, Luengo y Godinho, 2011), que permite crear las redes.

### Representación gráfica de las trayectorias educativas tras el abandono

A continuación, se muestra uno de los sociogramas obtenidos mediante el sistema de representación, RAP, y se comentan algunos de los resultados obtenidos.

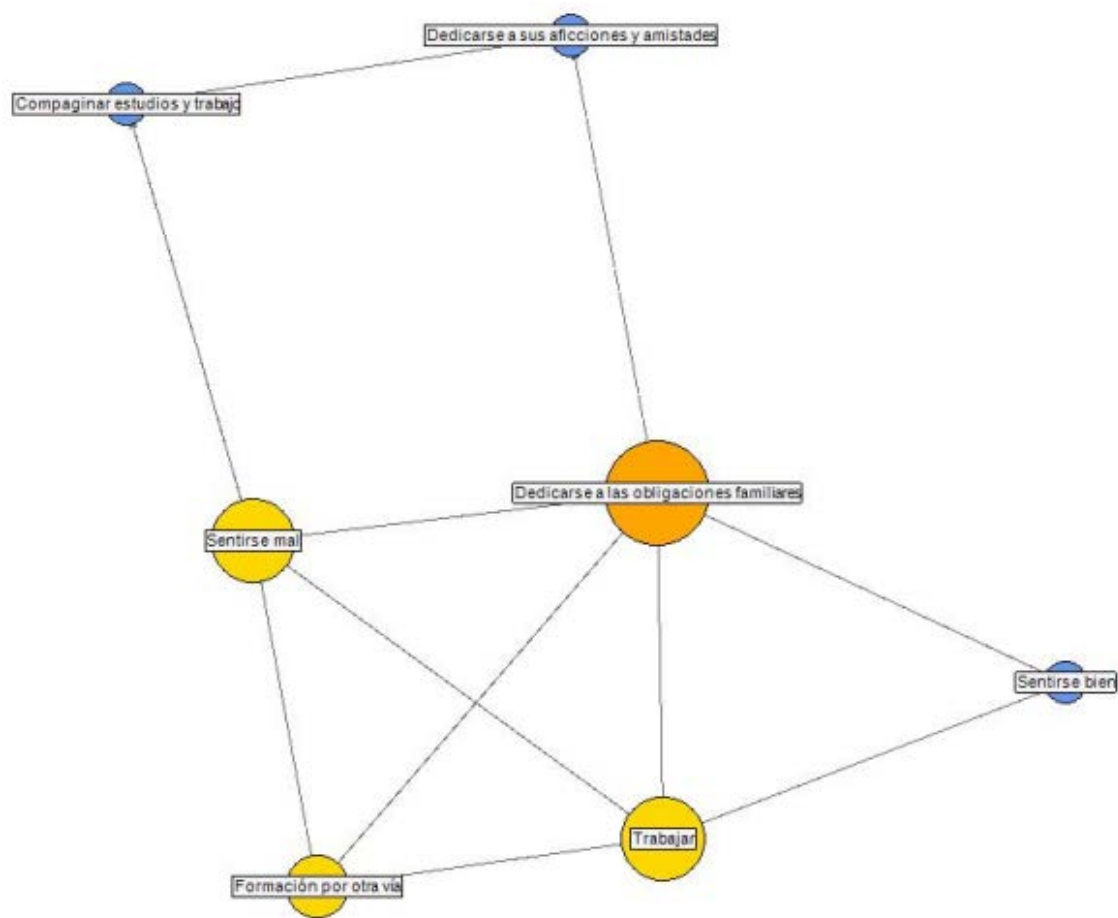


Figura 4. Redes. Trayectorias tras el abandono de los estudios en mujeres.

Durante el transcurso del tiempo entre que abandonaron los estudios y decidieron reincorporarse, las mujeres llevaron a cabo principalmente actuaciones relacionadas con las obligaciones familiares. Esta actividad principal de atención y cuidados en el hogar se relaciona con otras como trabajar (“Dejé de estudiar para cuidar de mi hermano, después encontré varios trabajos”). Por otro lado, la dedicación a ciertas obligaciones por necesidades del entorno también genera en las mujeres un sentimiento de malestar, como se señala en uno de los relatos “Nada, ayudaba a mi madre en casa,... y pues mal porque no hacía nada para mi bien”;

o bien todo lo contrario, como se puede apreciar hay un grupo de mujeres que se siente bien dedicándose a las obligaciones familiares, “me quedé embarazada y me dediqué a cuidar la casa y a mi propia familia”.

La formación por otra vía también es una de las opciones que toman las mujeres cuando buscan repartir el tiempo de atención en el hogar con la formación, como indican en algunos de los relatos, “Cuidé de mi hija y aprovechando para hacer cursos de formación”. Y por otro lado, con menor incidencia que el resto de categorías en relación a las obligaciones familiares, se encuentran aquellas mujeres que durante esta etapa de transición compaginaban sus obligaciones familiares con encuentros con sus amistades (“Cuando dejé de estudiar mientras tanto, ayudaba en el trabajo de mi familia y en casa, y salía con mis amigos/as”).

Otro aspecto que cabe señalar es el sentimiento que generó en las mujeres el hecho de trabajar, dado que como se observa en la gráfica, el trabajo supuso para algunas mujeres un sentimiento de malestar, como señalan algunas “...mientras tanto empecé a trabajar pero me sentía mal porque quería volver a estudiar” y en otras, aunque en menor medida, un sentimiento gratificante, como se recoge en una de las redacciones, “en cuanto lo dejé me puse a trabajar, me sentía mejor trabajando y desde entonces no he dejado de trabajar”.

El sentimiento de malestar motivado principalmente por el arrepentimiento al tiempo de haber dejado los estudios se registra en uno de los relatos “...me di cuenta que sin estudios no iba a ningún sitio”, además de lo comentado, conlleva a que muchas de las mujeres opten por formarse por otra vía, como hace referencia este fragmento “... aprobé la prueba de acceso para hacer grado medio de Auxiliar de Enfermería”; o bien que en el caso de tener trabajo, lo compaginen con la formación, “me enteré de esta manera para poder sacarme el graduado y me apunté, al principio fue duro porque trabajaba muchas horas y venía a clase pero ahora que estoy a un paso de tenerlo, me siento orgullosa de mí”.

## **Aplicaciones de la Teoría de los Conceptos Nucleares e Matemáticas.**

### **Introducción**

Las Matemáticas son, para la mayoría de los estudiantes, la disciplina con mayor dificultad de aprendizaje. Entender y tratar de resolver las dificultades de aprendizaje de los estudiantes con el tiempo ha sido objeto de numerosas investigaciones. En una sociedad en constante evolución, es necesario disponer de herramientas y estrategias eficaces para el progreso matemático de los estudiantes ante los diversos desafíos que se enfrentan y, por lo tanto, mejorar el éxito en matemáticas.

Cada teoría se vuelve más sólida con el aporte de las investigaciones que se llevan a cabo alrededor de ella. Es a través de los diversos trabajos de investigación como se descubren nuevas posibilidades de cada teoría, así como sus debilidades. En el caso de la Teoría de los Conceptos Nucleares (TCN) (Casas y Luengo, 2004) [4], así como su técnica, han sido objeto de múltiples investigaciones en los diversos campos del conocimiento y, sobre todo, de las matemáticas. El interés en los métodos de enseñanza y aprendizaje en las matemáticas, la selección y el uso de materiales de enseñanza y el conocimiento de la estructura cognitiva de los estudiantes y de los cambios producidos en su estructura cognitiva son líneas de investigación enmarcadas en esta teoría. El conocimiento de la estructura

cognitiva y sus cambios a lo largo del proceso de aprendizaje es una pieza clave de esta teoría, porque sólo de esta manera se puede conseguir estrategias de acción eficaces que promuevan el éxito en matemáticas.

TCN es una teoría que tiene implicaciones en varias áreas; en este trabajo vamos a enumerar algunas de las investigaciones que se han llevado a cabo, mostrar sus potencialidades en la enseñanza y cuáles son sus contribuciones a la mejora de los resultados escolares en matemáticas.

### **Algunas de las investigaciones realizadas**

Una de las investigaciones llevadas a cabo por Verissimo (2013) tenía como fin o propósito central investigar el impacto de una Unidad Didáctica, basada en la TCN, en la enseñanza de un contenido matemático.

Centrándose en la organización de la estructura cognitiva de los estudiantes y las relaciones que se establecen entre los conceptos tratamos de estudiar la transmisión y adquisición de conocimientos. Se parte de la concepción de que el conocimiento se estructura en forma de red y que hay conceptos en dicha red que destacan de los demás, por lo que partimos de ellos para planificar y desarrollar todo el proceso de enseñanza.

Haciendo uso de una combinación de técnicas cualitativas y cuantitativas y programas adecuados (Godinho, 2007), se obtiene una red de referencia que refleja la estructura cognitiva de los alumnos participantes. En nuestro caso, con base en los conceptos más importantes de esta red, se elaboró una Unidad Didáctica. Se estableció un procedimiento para su aplicación en diferentes localidades y después se compararon los resultados de los grupos experimental y de control en cada una de las localidades. La evaluación del proceso de aprendizaje se dirigió no sólo a los resultados escolares, sino que también incluyó el análisis de los cambios en la estructura cognitiva de los estudiantes.

Los resultados obtenidos en esta investigación coinciden con los supuestos del TCN y ponen de relieve la importancia del desarrollo de la Unidad Didáctica, basada en el conocimiento de las estructuras cognitivas para lograr el éxito educativo de los estudiantes.

El trabajo realizado por José Luis Carvalho tuvo como idea central comprobar las posibilidades educativas del entorno de aprendizaje basado en la Web - PmatE (<http://pmate2.ua.pt/pmate>) aplicada al proceso de enseñanza y aprendizaje conceptual de las cuatro operaciones aritméticas básicas, con estudiantes de cuarto grado - 1er ciclo de la Educación Básica (Carvalho, 2011).

El diseño del estudio de este estudio se basó en un método secuencial explicativo mixto (Fraenkel y Wallen, 2009), que se desarrolla en dos fases: una fase cuantitativa seguida de una fase cualitativa. Se dio especial énfasis al enfoque cuantitativo, que apareció por primera vez en la sucesión de recogida y análisis de datos. El enfoque cualitativo esencialmente sirvió para explicar y aclarar los resultados obtenidos durante la primera fase. Al final, se combinaron los resultados de las dos fases con el fin de responder con mayor claridad y rigor a las preguntas de investigación.

El entorno PmatE (objeto de estudio) fue objeto de una evaluación en el contexto, que contó con la participación de profesores y estudiantes en situaciones educativas en las que se utilizó este recurso. A la luz de la "Teoría de los conceptos nucleares" (Luengo, 2013) [9],



marco teórico de este estudio, y por medio de la técnica de "redes asociativas Pathfinder" (Schavaneveldt, 1989), que sirvió de soporte al análisis y la representación de las redes cognitivas, esta evaluación incluyó, entre otros aspectos, el estudio de la estructura cognitiva de los estudiantes y profesores en relación con el conocimiento conceptual de la aritmética y el estudio de las actitudes de los estudiantes hacia las matemáticas.

Con la realización de este trabajo cobro relevancia la idea de que las redes asociativas son un reflejo de la estructura cognitiva de los estudiantes. La técnica de Redes Asociativas Pathfinder (RAP) permite aproximarnos a ese constructo al proporcionarnos una representación visual y una información numérica detallada sobre estas redes. También permite, y ésta es una de sus principales ventajas, obtener datos sin la interferencia de factores externos, tales como el investigador sí mismo, la dificultad de la tarea experimental o el contexto en el que se lleva a cabo.

Se pudo comprobar que el uso del medio ambiente PmatE provocó variaciones en la estructura cognitiva de los estudiantes en el nivel de dominio conceptual de las operaciones básicas, que se refleja en un aumento significativo de la consistencia de la red, una disminución de su complejidad y una aproximación de las redes de los estudiantes a las redes de sus maestros (en la práctica, los expertos en la materia en estudio). Además, el uso de medio ambiente PmatE ayudó a cambiar la actitud de los estudiantes hacia las Matemáticas. A nivel conductual, los estudiantes pasaron a tener menos miedo a las Matemáticas y a manifestar una mayor satisfacción con el desarrollo de la actividad matemática. A nivel cognitivo, los estudiantes comenzaron a considerar las Matemáticas como una disciplina útil pero más difícil de lo que pensaban inicialmente.

Los resultados obtenidos refuerzan la importancia y la necesidad de que los maestros dispongan de medios y condiciones para evaluar el conocimiento conceptual y la actitud de los estudiantes antes, durante y después de un proceso educativo. Este trabajo también mostró que las pruebas PmatE (para los grupos de estudio), adecuadamente desarrolladas y validadas, tienen validez predictiva y son una buena herramienta de diagnóstico y evaluación de los conocimientos de los estudiantes.

Respaldo por el trabajo realizado por Almeida (2014), y en base a la Teoría de los Conceptos Nucleares, se pretende en esta comunicación, presentar los resultados en la estructura cognitiva de los estudiantes de 9 (14-15 años) y 12 (17-18 años) años de estudio, en torno a la noción de probabilidad. Después de impartir este tema y utilizando una muestra de 344 estudiantes en un primer momento y 325, un segundo momento, los datos recopilados por el RAP (PFnet) nos permitieron identificar los conceptos más importantes y las relaciones más relevantes consideradas por los estudiantes y también su evolución en el tiempo.

También constatamos que la metodología de PFnet es una técnica sencilla, fácil de implementar en el contexto del aula y que permite, no sólo acceder rápidamente a las representaciones de la estructura cognitiva de los estudiantes en relación con el contenido de la Probabilidad, sino también con otros temas matemáticos (Almeida, Casas y Luengo, 2015).

Por último, los resultados nos muestran que la Teoría de los Conceptos Nucleares es otro recurso didáctico de ayuda a la organización de la práctica pedagógica y un marco referencial rico y fructífero que puede ser tenido en cuenta en el proceso de enseñanza - aprendizaje.

Otro de los trabajos realizados, en el seno del Grupo Ciberdidact, (Corcho, 2016) tuvo como objetivo establecer si la ayuda otorgada a un grupo experimental de estudiantes por paquetes SCORM en un medio de LMS, mejora el aprendizaje de una parte de la Geometría, como los elementos notables del triángulo, utilizando la técnica de las RAP (Corcho, Casas y Luengo, 2016). En este trabajo se lleva a cabo una investigación en cuatro fases: en primer lugar se escogieron grupos de estudiantes (Control y Experimental), con el mismo número de componentes, 68); se comprobó la homogeneidad de los grupos por una prueba de conocimiento, en la que se comprobó la igualdad de las medias de los dos grupos, a partir de la prueba t de Student.

En una segunda fase se obtuvieron las RAP de los dos grupos y se calcularon los índices de consistencia, estudiando la similitud y el número de nodos. En una tercera etapa se proporcionó, al grupo experimental, material de apoyo en formato SCORM, al que tenían acceso desde la plataforma LMS. El material contenía elementos multimedia y ejercicios de autoevaluación. En una última fase, después de la intervención educativa, se obtuvieron de nuevo las RAP de los dos grupos y los índices correspondientes. Al comparar los índices de las RAP, se observaron diferencias estadísticamente significativas, entre la coherencia del grupo control y el experimental, después de la intervención educativa. Por lo tanto, se pudo concluir que el grupo experimental poseía redes cognitivas con mayor índice de consistencia en relación con el grupo de control, lo cual nos sugiere que los conceptos relativos a los elementos notables del triángulo quedaron fijados más, en la estructura cognitiva de los estudiantes del grupo experimental, en comparación con el grupo de control.

### **Consideraciones finales**

El conocimiento de la estructura cognitiva de los alumnos, de los procesos sobre cómo se produce el aprendizaje, y la disponibilidad de estrategias adecuadas, son factores importantes para lograr el éxito educativo de los estudiantes. En este campo, la TCN ha contribuido con diversas investigaciones que influyen en la manera en la que el maestro debe organizar su práctica docente, debiendo partir de la estructura cognitiva de los estudiantes.

La utilización de la Teoría de los Conceptos Nucleares (TCN) abre nuevos caminos en la representación del conocimiento, al utilizar técnicas no invasivas frente otras que influyen en la obtención de los datos. La combinación del estudio de las redes con otros métodos, tales como entrevistas y otras herramientas cualitativas pueden potenciar nuestras futuras investigaciones en el abordaje de otros temas de investigación.

## **Aplicaciones en Ingeniería**

### **Introducción**

De los diversos usos que se le ha dado a la TCN (Casas, 2002) y (Casas y Luengo, 2004), en adelante TCN, en la Ingeniería, se puede destacar los usos realizados en las tesis doctorales de (Arias, 2008) y de (Contreras, 2016), desarrolladas ambas en el Centro Universitario de Mérida, de la Universidad de Extremadura, en las titulaciones de Ingeniería técnica en Telecomunicación y en el Grado en Ingeniería Informática, respectivamente. El ejemplo, que documentamos en esta comunicación es uno de los muchos llevados a cabo usando la TCN y su técnica asociada de RAP (RAP) (Schvaneveldt, 1990), para conocer cómo aprenden los alumnos. En este sentido, se han realizado algunas experiencias para conocer los conceptos aprendidos por los alumnos sobre un tema concreto.

Por ejemplo, el que se ha realizado en el curso 2014-2015 con alumnos de la asignatura de Bases de Datos el Grado del Grado de Ingeniería Informática en Tecnologías de la Información (GIITI) en el Centro Universitario de Mérida de la Universidad de Extremadura. Esta asignatura se imparte en el segundo curso de la titulación del GIITI. Su temario, de forma resumida, comienza con una introducción a las bases de datos y los sistemas de gestión de bases de datos, continuando con los modelos de datos, alcanzando luego el modelo entidad-relación y posteriormente en el tema referido al modelo relacional, el siguiente tema es el de normalización y se termina, el último tema teórico, con integridad y seguridad de las bases de datos. De todos ellos, en esta experiencia se seleccionó el tema “Modelo Entidad-Relación” que se imparte en ocho horas, de las treinta horas asignadas al conjunto de todas las actividades teóricas de gran grupo.

### **Experimentación**

La metodología de experimentación tiene como estrategia de investigación la triangulación dentro de un método, basada en un modelo pre-test y pos-test como los realizados y descritos por (Arias, J., 2008) en su tesis doctoral, donde se aborda el conocimiento que, de unos determinados conceptos, tienen los alumnos antes y después de la instrucción. En la experiencia (Arias y Abelaira, 2008) se puede encontrar más detalles de cómo hacer este tipo de investigación.

Los conceptos objeto de estudio fueron los siguientes:

- Diseño conceptual de Bases de Datos.
- Diagrama Entidad-Relación y cuestiones de diseño.
- Relaciones, tipos de relaciones, roles y restricciones.
- Modelo entidad relación básico.
- Entidades, atributos y conjuntos de entidades.
- Modelo Entidad Relación extendido.
- Características adicionales del modelo ER.

Usando el software de MeBa (Arias, 2008), donde siguiendo la recogida de información para luego poder formar las RAP y seguir adelante en la TCN, se tomaron los datos antes de la instrucción, es decir, se les presentó a los alumnos cada pareja de conceptos de los propuestos y se les pidió elegir cuánto de relacionados entendían ellos que estaba cada par de conceptos. Como podemos ver, en la siguiente figura, un ejemplo de la recogida de datos con MeBa.

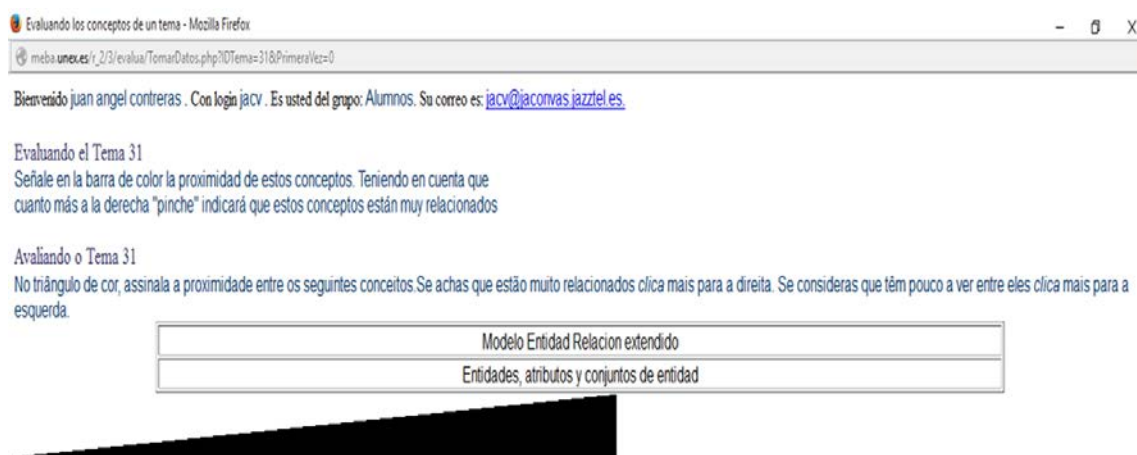


Figura 5. Ejemplo de entrada de datos con el software Meba.

## Resultados

Como resultado de la experimentación, se obtuvieron las distintas matrices de proximidad, en base al análisis mixto, cualitativo-cuantitativo, de los contenidos básicos de las materias de base de datos en los Planes de Estudio Universitarios de Grado en Informática en la Universidad de Extremadura (Contreras, Luengo, Arias y Casas, 2014), de cada uno de los alumnos que intervinieron en el test, generando con ello un fichero de texto que fue exportado para que pudiera integrarse en el software que permite analizar los datos mediante las RAP como es Goluca (Casas, Luengo y Godinho, 2011).

La información que se obtuvo de los alumnos se produjo tanto antes como después de la instrucción, por lo que se podía comparar también la evolución tanto de los datos característicos de las RAP como: el número y tipo de nodos de la red, la coherencia de la red y la complejidad de la red, así como la representación gráfica de las redes, tanto de cada uno de los alumnos como la red media de todos ellos, tanto antes como después de la instrucción.

Para los datos obtenidos, el análisis visual de las redes, se hizo con la red media de los alumnos, la cual pintamos en la figura 6, antes de la instrucción, y en la figura 7, después de la instrucción. En ambas redes podemos observar que si bien no son los mismos nodos, si tiene la misma forma la red con independencia del nombre de cada nodo. En consecuencia, necesitamos además de la estructura de la red más elementos de comparación y en este caso podemos elegir la complejidad individual de cada red, en función de la opinión del sujeto o alumno encuestado.

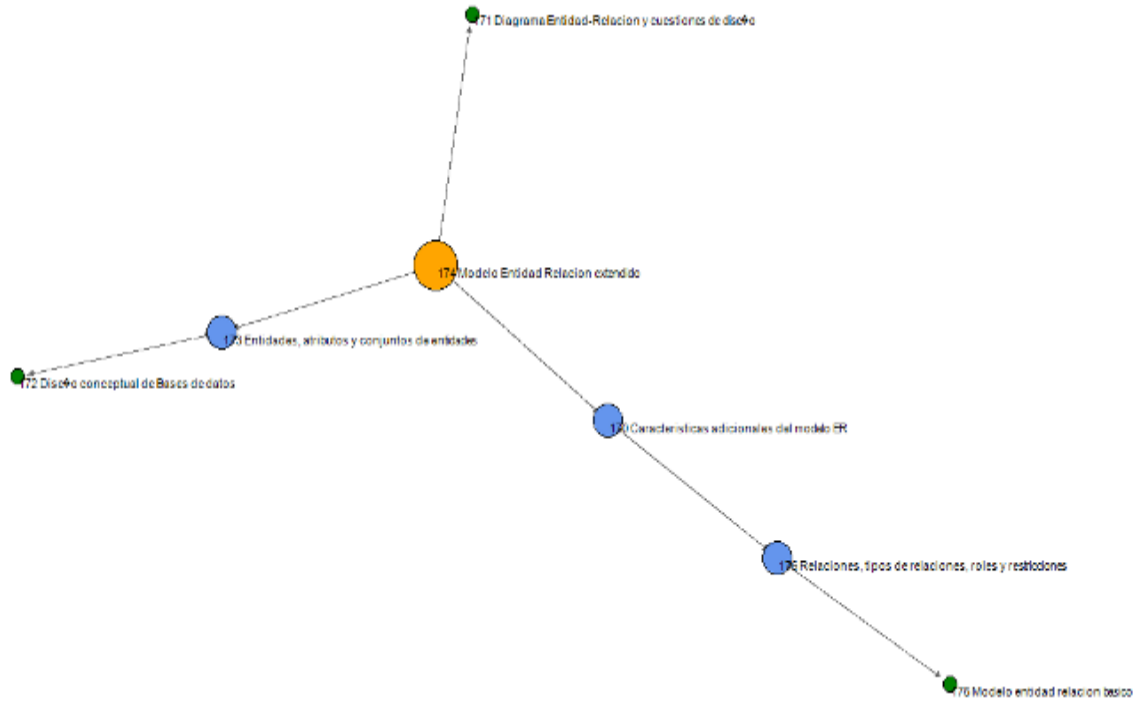


Figura 6. Red cognitiva Media de los alumnos en el pre test.



Figura 7. Red cognitiva Media de los alumnos en el post test.

Si nos centramos en el análisis de la complejidad individual de las redes y comparamos el pre-test y el post-test, tenemos la gráfica de la Figura 8, en ella podemos ver cómo ha aumentado la complejidad de la red para todos los individuos con los cuales se ha trabajado en este estudio.

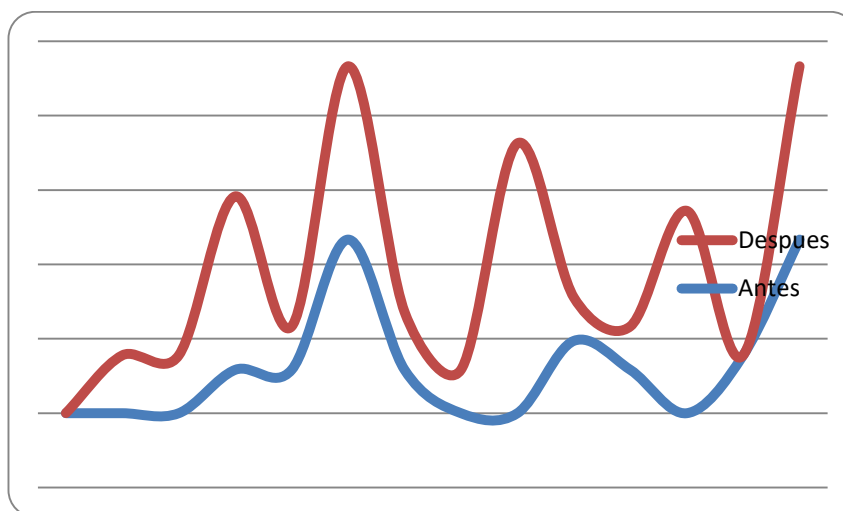


Figura 8. Gráfica que compara la complejidad del pre-test frente al post-test.

### Conclusiones

Como conclusiones obtenidas a ese segundo ejemplo se encuentran las siguientes:

Existe una variación en la complejidad de las redes de los alumnos, es decir, existe un mínimo incremento de la complejidad de la red en el post test, aun así, la complejidad de las redes obtenidas no supera un valor de 39 puntos sobre 1000, lo que indica, tal como postula la TCN, que las redes de aprendizaje son simples.

Se produce un incremento mínimo del número de nodos nucleares después de la instrucción, lo que indica que los alumnos reestructuran sus redes cognitivas después de la instrucción.

Las redes medias de los alumnos, tanto antes como después de la instrucción, son de estructura similar. En ambas, aparecen: un nodo nuclear (tres o más enlaces), tres nodos polares (dos enlaces) y tres nodos extremidad (un enlace). Pero aunque sucede este hecho, los nodos son diferentes en cada una de las redes medias. Esto indica que existe una variación entre la importancia que los alumnos dan a sus conceptos después de la instrucción y por tanto una variación a su red cognitiva.

## Referencias

- Almeida, C. (2014). Estudio sobre a estrutura cognitiva dos alunos dos 9.º e 12.º anos sobre o conceito de Probabilidade: o contributo das Teorias dos Conceitos Nucleares e dos Conceitos Threshold. Tese de Doutoramento: Universidade da Extremadura – Espanha.
- Almeida, C., Casas, L. y Luengo, R. (2015). As Redes Associativas Pathfinder e a Teoria dos Conceitos Nucleares no Estudo da Estrutura Cognitiva sobre o Conceito de Probabilidade. *AIEM – Avances de Investigación en Educación Matemática*, 7, 49-71.
- Arias, J. (2008). 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. Memoria para el Título de Doctor. Badajoz: Universidad de Extremadura.
- Arias, J. y Abelaíra, R. (2008). Estudio comparado de enseñanza presencial frente a la virtual, en la universidad, mediante técnicas. Orense: CISTI.
- Ausubel D.P, Novak, J.D. & Hanesian, H. (1978) *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Bardin, L. (1986). *El análisis de contenido*. Madrid: Akal.
- Berelson, B. (1952). *Content analysis in communication research*. Glencoe: The Free Press.
- Buontempo, M. P. (2000). El uso del enfoque biográfico en la reconstrucción de trayectorias laborales. Recuperado de: [http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2000/1\\_sociales/s\\_pdf/s\\_009.pdf](http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2000/1_sociales/s_pdf/s_009.pdf)
- Carvalho, J.L. (2011). Estudio de las posibilidades de aplicación a la enseñanza de la Matemática del entorno PmatE: Validación y aportaciones en 1º Ciclo de Enseñanza Básica de Portugal. (Tesis doctoral). Badajoz: Universidad de Extremadura.
- Casas, L.(2002) El estudio de la estructura cognitiva de alumnos a través de Redes Asociativas Pathfinder. Aplicaciones y posibilidades en Geometría. Tesis Doctoral. Badajoz: Universidad de Extremadura.
- Casas, L. & Luengo, R. (2004a). Teoría de los Conceptos Nucleares. Aplicación en Didáctica de las Matemáticas. En R. Luengo (Ed.), *Líneas de investigación en Educación Matemática*. Badajoz: Servicio de Publicaciones FESPM.
- Casas L. & Luengo, R. (2004b). Representación del conocimiento y aprendizaje. *Teoría de los Conceptos Nucleares. Revista Española de Pedagogía*, 227, 59–84.
- Casas L. & Luengo, R. (2005). Conceptos nucleares en la construcción del concepto de ángulo. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(2), 201–216.
- Casas, L., Luengo, R. & Godinho, V. (2011) Software GOLUCA: Knowledge Representation in Mental Calculation. *US-China Education Review B*,4, 592-600 Casas L. & Luengo, R. (2013): The study of the pupil's cognitive structure: the concept of angle. *European Journal of Psychology of Education*, 28, 373–398.
- Casas, L. y Luengo, R. (2013). The study of pupil's cognitive structure: the concept of angle. *European Journal of Psychology of Education*, 28(2), 373-398. DOI: 10.1007/s10212-012-0119-4.
- Casas, L.M. y Luengo, R. (2004). Teoría de los Conceptos Nucleares. Aplicación en Didáctica de las Matemáticas. En *Líneas de Investigación en Educación Matemática (Vol. I, págs. 127-164)*. Badajoz: Servicio de publicaciones FESPM.
- Cea, M. A. (2001). *Metodología cuantitativa: estrategias y técnicas de investigación social*. Madrid: Editorial Síntesis.
- Contreras, J.A. (2016). Enseñanza por Competencias: Conceptos propios, requisitos previos e influencia en el rendimiento académico de los alumnos, para la asignatura de Bases de Datos, en los estudios universitarios de Grado en Informática. Tesis doctoral. Badajoz, España: Universidad de Extremadura.
- Contreras, J.A.; Luengo, R.; Arias, J. y Casas, L.M. (2014). Análisis mixto, cualitativo-cuantitativo, de los contenidos básicos de las materias de base de datos en los Planes de Estudio Universitarios de Grado en Informática en la Universidad de Extremadura. En A. P. otros (Ed.), *3º Congreso Ibérico en Investigación Cualitativa*. vol 1, págs. 138-142. Badajoz (España): Ludomedia.
- Corcho, P. (2016) Enseñanza de los Elementos Notables del Triángulo utilizando Objetos de Aprendizaje y LMS. (Tesis Doctoral). Cáceres: Universidad de Extremadura.
- Corcho, P., Casas, L. y Luengo, R. (2012). Utilización conjunta de Mapas Conceptuales y Redes Asociativas Pathfinder en Profesores y Estudiantes de Grado de Primaria. *CMC 2012 - 5th International Conference on Concept Mapping*. Valetta, Malta - September ,pp.17-20.
- Denzin, N. K. (1989). *Interpretive biography*. California: Sage

- Fenker, R. M. (1.975). The organization of conceptual materials: A methodology for measuring ideal and actual cognitive structures. *Instructional Science*, 4, 33- 57.
- Fraenkel, J.; Wallen, N. (2009). *How to design evaluate research in education*. New York: Mc. GrawHill.
- Godinho, V. (2007) *Implementação do software GOLUCA e aplicação à modificação de redes conceptuais*, (DEA). Badajoz: Universidad de Extremadura, Instituto de Ciencias de la Educación.
- Jonassen, D. H. (1.990). Semantic network elicitation: tools for structuring hypertext. En C. Green y R. McAleese (Eds.). *Hypertext: State of the Art*. Oxford: Intellect.
- KNOT (s.d.) Interlink: <http://interlinkinc.net/>
- Navarro, P. y Díaz, C. (1999). Análisis de contenido. En J. Gutiérrez y J. M. Delgado (ed.). *métodos y técnicas cualitativas de investigación en ciencias sociales* (pp. 177-221). Madrid: Síntesis.
- Luengo, R. (2013). La Teoría de los Conceptos Nucleares y su aplicación en la investigación en Didáctica de las Matemáticas. *UNIÓN: Revista iberoamericana de educación matemática*, 34, 9-36.
- Osgood, C. E. (1959). The representational model and relevant research methods. En I. de Sola Pool (ed.), *Trends in Content Analysis*, 33–88. University of Illinois Press: Urbana, IL.
- Piaget, J. (1978): *La evolución intelectual entre la adolescencia y la edad adulta*. En J. Delval (Comp.) *Lecturas de Psicología del niño*. Madrid: Alianza Editorial.
- Piñuel, J. L. (2002). Epistemología, metodología y técnicas del análisis de contenido. *Estudios de sociolingüística*, 3(1), 1-42. Recuperado de [https://www.ucm.es/data/cont/docs/268-2013-07-29-Piñuel\\_Raigada\\_AnalisisContenido\\_2002\\_EstudiosSociolingüísticaUVigo.pdf](https://www.ucm.es/data/cont/docs/268-2013-07-29-Piñuel_Raigada_AnalisisContenido_2002_EstudiosSociolingüísticaUVigo.pdf)
- Salvá, F., Oliver, M. F. y Comas, R. (2014). Abandono escolar y desvinculación de la escuela: perspectiva del alumnado. *Magis: Revista Internacional de Investigación en Educación*, 6(13), 129-142.
- Sánchez García, A. B. (2014). Componentes estructurales de las actitudes del profesorado hacia la integración de la pizarra digital (PD) en el aula. *Aula: Revista de Pedagogía de la Universidad de Salamanca*, 20, 175-186.
- Sanz, A. (2005). El método biográfico en investigación social: potencialidades y limitaciones de las fuentes orales y los documentos personales. *Asclepios*, 57(1), 99-115.
- Schvaneveldt, R.W. (1989). *Pathfinder Associative Networks*. Studies in Knowledge Organization. Norwood: NJ. Ablex.
- Veríssimo, S. (2013) *A introdução das ideias da Teoria dos Conceitos Nucleares no ensino da Geometria e as suas implicações* (Tesis doctoral). Badajoz: Universidade de Extremadura.
- Vicente, S. M., Casas, L. y Luengo, R. (2010). Visión del docente sobre la utilización de los blogs en el aula. *Campo Abierto*, 19(2), 111-125.
- Zarco, J. (2000). El análisis de contenido cualitativo de prensa como soporte técnico para la asesoría política. *Investigación y marketing*, 66, 50-53.