

Aplicación de las Redes Asociativas Pathfinder

al análisis de los conceptos forma, tamaño y color en alumnos con Discapacidad Intelectual

Noelia Bizarro Torres, Ricardo Luengo González, Luis M. Casas García & José Luis Torres Carvalho

Resumen

El proyecto de investigación, que sirve de base a este artículo, trata de averiguar si el trabajo concreto con materiales manipulativos (Bloques Lógicos de Dienes), que implican las características básicas y prácticas de forma, tamaño y color, contribuye al desarrollo de las estructuras cognitivas asociadas a estos conceptos básicos. El trabajo de campo se llevó a cabo con sujetos con Discapacidad Intelectual. Se empleó una metodología de investigación basada en la técnica de encuesta y los instrumentos empleados en la recogida de datos fueron la observación directa del trabajo en el aula, la realización de actividades de identificación de conocimientos previos, la ordenación de tarjetas (Card Sorting) y la consulta y representación de redes conceptuales a través del programa MICROGOLUCA. La representación y análisis de los conceptos desarrollados fue efectuado a partir de la técnica "Redes Asociativas Pathfinder" de acuerdo con la "Teoría de los Conceptos Nucleares". Entre los resultados más relevantes destaca la necesidad de que los docentes dispongan de recursos para determinar los conceptos más significativos, a partir de los cuales los alumnos estructuran su conocimiento, y en función de los resultados obtenidos, planificar y desarrollar situaciones de aprendizaje o concebir y utilizar materiales de apoyo que ayuden a reforzar o consolidar esos conocimientos.

Palabras clave:

discapacidad intelectual; conceptos fundamentales: forma, tamaño y color; representación del conocimiento; redes asociativas pathfinder.

Aplicação das Redes Associativas Pathfinder à análise de conceitos fundamentais (forma, tamanho e cor) em alunos com deficiência intelectual.

Resumo: O projeto de investigação que serve de base a este artigo trata de averiguar se o trabalho concreto com materiais manipulativos (Blocos Lógicos de Dienes), que implicam as características básicas e práticas de forma, tamanho e cor, contribui para o desenvolvimento das estruturas cognitivas associadas a estes conceitos básicos. O trabalho de campo foi levado a cabo com sujeitos portadores de Deficiência Intelectual. Empregou-se uma metodologia de investigação baseada na técnica de inquérito e os instrumentos usados na recolha de dados foram a observação direta do trabalho em sala de aula, a realização de atividades de identificação de conhecimentos prévios, a ordenação de cartões (Card Sorting) e a consulta e representação de redes conceituais através do programa MICROGOLUCA. A análise e representação dos conceitos desenvolvidos foi efetuada a partir da técnica de "Redes Associativas Pathfinder" de acordo com a "Teoria dos Conceitos Nucleares". Entre os resultados mais relevantes destaca-se a necessidade de que os docentes disponham de recursos para determinar os conceitos mais significativos a partir dos quais os alunos estruturam o seu conhecimentos e, em função dos resultados obtidos, planificar e desenvolver situações de aprendizagem ou conceber e utilizar materiais de apoio que ajudem a reforçar e consolidar esses conhecimentos.

Palavras-chave: deficiência intelectual; conceitos básicos: forma, tamanho e cor; representação do conhecimento; redes associativas pathfinder.

Application of Pathfinder Associative Networks to the analysis of key concepts (shape, size and colour) with intellectual disabled students.

Abstract: The main purpose of the research project, that supports this article, is to find out if the concrete work with manipulative material (Dienes Blocks), involving the basic characteristics and practices of shape, size and colour, contributes to the development of the cognitive structures associated with these basic concepts. The investigation work was carried out with intellectually disabled people. A research methodology based on a survey technique was used. The data collection instruments were the direct observation of work in the classroom, identification of previous knowledge, the ordering of cards (Card Sorting), consultation and representation of conceptual networks through the MICROGOLUCA program. The representation and the analysis of the concepts were performed by using the "Pathfinder Associative Networks" technique according to the "Theory of Nuclear Concepts". Among the most relevant results we can highlight the need of teachers to the access of resources in order to determine the most significant concepts from which students structure their knowledge and, depending on the obtained results, plan and develop learning situations or design and use supporting materials to help strengthen and consolidate this knowledge.

Keywords: intellectual disability; basic concepts: shape, size and colour; knowledge representation; pathfinder associative networks.

Application des Réseaux Associatifs Pathfinder à l'analyse des concepts clés (forme, taille et couleur) avec des élèves ayant une déficience intellectuelle.

Résumé: Le projet de recherche qui soutient cet article traite de vérifier si le travail concret avec du matériel de manipulation (blocs logiques de Dienes), portant sur les caractéristiques de base: forme, taille et couleur, contribue au développement des structures cognitives associés à ces concepts de base.

Le travail sur le terrain a été réalisé avec des sujets présentant un handicap intellectuel. Nous avons utilisé une méthode de recherche basée sur la technique de l'enquête et les instruments utilisés pour la collecte de données ont été l'observation directe du travail dans la salle de classe, activités d'identification des connaissances antérieures, sérialisation de cartes (Card Sorting) et des activités de consultation et de représentation des réseaux conceptuels à travers du programme MICROGOLUCA. L'analyse et la représentation des concepts développés a été réalisée en utilisant la technique de «Réseaux Associatifs Pathfinder», selon la "Théorie des concepts nucléaires". Parmi les résultats les plus pertinents, nous soulignons la nécessité que les enseignants disposent des ressources pour déterminer les concepts les plus importants à partir de lesquelles les étudiants structurent leurs connaissances et, en fonction des résultats obtenus, planifier et développer des situations d'apprentissage ou en utilisant des matérielles de support pour aider à renforcer et consolider ces matières connaissances.

Mots-clés: déficience intellectuelle; concepts de base: la forme, la taille et la couleur; représentation des connaissances; réseaux associatifs pathfinder.

1. Introducción

El proceso de identificar de qué manera se estructura el conocimiento en la mente del alumno cada vez adquiere mayor importancia. Todo sistema de adquisición y desarrollo del conocimiento tiene su propia estructura. Este proceso cobra aún más importancia si lo llevamos a cabo con personas con Discapacidad Intelectual (DI). El conocimiento, por parte del docente, de la estructura cognitiva de los usuarios a través de técnicas de representación del conocimiento, como son la Redes Asociativas Pathfinder (Schvaneveldt, 1989), le ayudará en la toma de decisiones en su labor diaria.

En esta investigación proponemos averiguar si el trabajo concreto con materiales manipulativos que implican las tres características básicas de forma, tamaño y color, ayuda al desarrollo de las estructuras mentales adecuadas a estos conceptos básicos. Por otra parte, la representación de las estructuras mentales de los alumnos con DI, a través de Redes Asociativas Pathfinder (RAP), nos proporcionarán datos importantes para seguir el aprendizaje de los alumnos y analizar sus progresos (Bizarro, Luengo, Casas & Carvalho, 2014).

La representación del conocimiento es un una línea de investigación muy prometedora en el campo educativo, ya que está muy vinculada con el proceso de enseñanza-aprendizaje y los aprendizajes funcionales.

2. Marco Teórico

2.1. *Adquisición y desarrollo del conocimiento*

Para desarrollar la investigación partimos de las principales teorías del aprendizaje. La teoría evolutiva de Piaget, la teoría sociocultural de Vygotsky y la teoría de asimilación de Ausubel y Novak.

También fue muy importante la consideración de los mapas conceptuales propuestos por Novak (1998) y Novak y Gowin (1988) como instrumentos apropiados para alcanzar un aprendizaje significativo. En los mapas conceptuales los contenidos se organizan por jerarquía y niveles, de más general a más particular, están ligados coherentemente y se relacionan conceptos previos con los de nueva adquisición. Por eso, pueden ser considerados como una importante herramienta para conocer no sólo el estado actual de los conocimientos del alumno, sino también sus conocimientos previos.

Además, el estudio se encuadra en una nueva visión sobre la adquisición y representación de los conocimientos, proporcionada por la Teoría de los Conceptos Nucleares (TCN) de Casas y Luengo (2004). Según la TCN, el proceso de adquisición y almacenamiento de un nuevo conocimiento sigue un proceso análogo al conocimiento físico que nos rodea:

En primer lugar, cuando un alumno se encuentra en situación del aprendizaje de un nuevo contenido, es como si estuviera ante un nuevo territorio, y, para avanzar, recurre a los "hitos" que ya conoce. Estos "hitos" de la memoria se denominan *conceptos nucleares* puesto que son conceptos en torno a los cuales se organizan los demás. En segundo lugar, se establecerán unas "rutas" como en el ámbito físico, proceso que consiste en el establecimiento o rememoración, si ya están establecidas, de las relaciones de estos conceptos con otros, y en la creación de procedimientos de trabajo para obtener los resultados buscados. Por último, la adquisición de vista de conjunto, por 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. Las fases en la adquisición del conocimiento, según la TCN, se muestran a continuación:

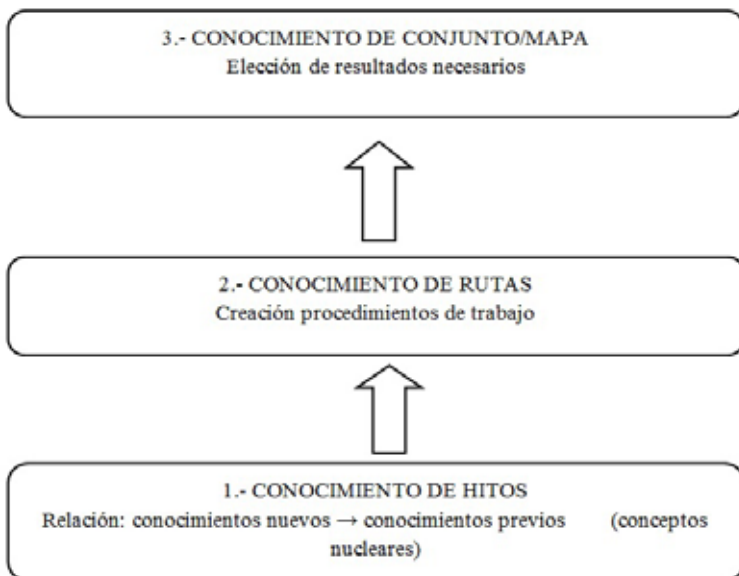


Ilustración 1. Fases adquisición del conocimiento según Casas y Luengo (2004)

En resumen, la TCN defiende que:

- Los conceptos no se aprenden de forma aislada, sino que van asociados a otros en forma de estructura y éstas a su vez van formando redes.
- Las redes que se van creando a lo largo del desarrollo evolutivo tienen menos conceptos pero mejor enlazados.
- Los conceptos más destacados de la estructura cognitiva, no son los más significativos por su grado de generalidad o abstracción, sino otros, como pueden ser los ejemplos del profesor.

- Así, los conceptos nucleares en torno a los cuales se forman las redes son los que les resultan más significativos al alumno.

Las diferencias principales entre la TCN y las teorías básicas anteriores (Luengo, Casas, Mendoza & Arias, 2011) son las siguientes:

- La organización del conocimiento no se realiza de manera jerárquica, sino que se presenta de manera "geográfica", como hemos descrito anteriormente.
- Frente a los conceptos inclusores se presenta la alternativa de conceptos nucleares.
- La construcción del conocimiento se basa en lo que el alumno conoce pero difiere en el proceso. El aprendizaje no tiene por qué producirse de lo general para lo particular, sino por "acrecentamiento".
- En las estructuras cognitivas encontramos "senderos de mínimos coste" frente a la complejidad creciente de las mismas. Los "senderos de mínimo coste" son aquellos que permiten utilizar aprendizajes ya adquiridos y almacenados en la estructura compleja del alumno para, dependiendo de los propósitos de cada caso, resolver eficazmente los problemas de una forma más rápida, simples y creativa.

En la Ilustración 2 podemos observar gráficamente las diferencias descritas anteriormente.

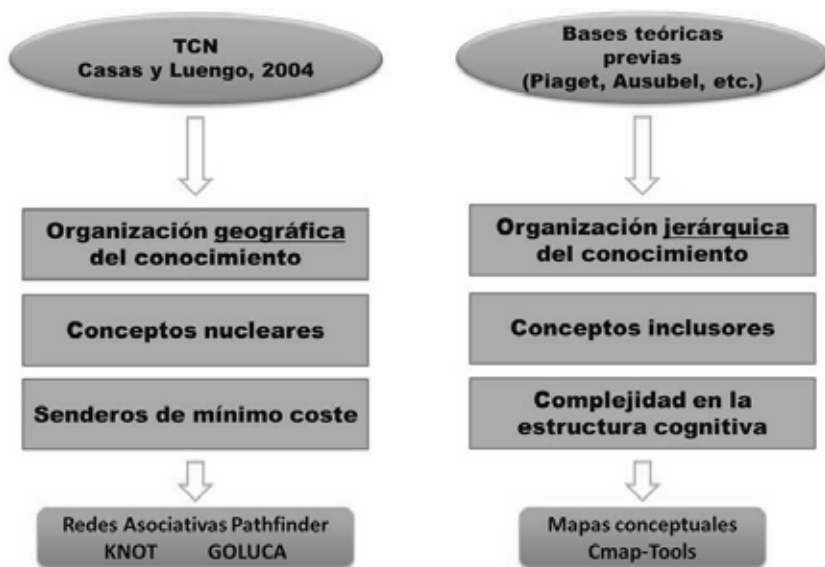


Ilustración 2. Elementos de la TCN (Modificado de Luengo, 2013)

2.2. Representación del conocimiento.

Siguiendo a Casas (2002), existen cuatro grandes categorías de técnicas para obtener datos acerca de la estructura del conocimiento que pueden ser aplicadas de manera combinada: asociación de palabras, test verbales, establecimiento por parte del sujeto y puntuación de similitud (Ilustración 3).

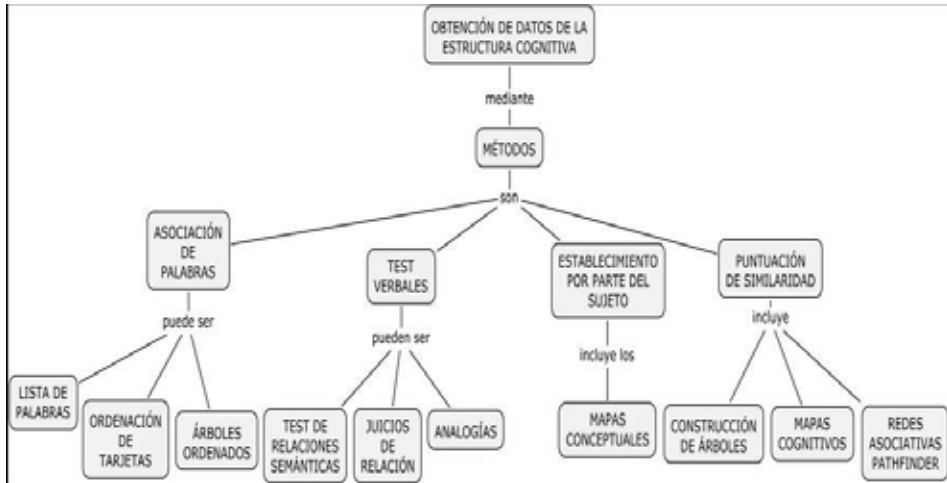


Ilustración 3. Métodos e técnicas de obtención de datos de la estructura cognitiva.

A través de las técnicas de puntuación de similitud entre conceptos podemos observar la proximidad entre éstos mediante las representaciones gráficas espaciales. Existen varias técnicas de puntuación de similitud, como son la Construcción de Árboles, los Mapas Conceptuales, los Mapas Cognitivos y las RAP.

Las RAP (Casas, 2002) son 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 proximidad semántica.

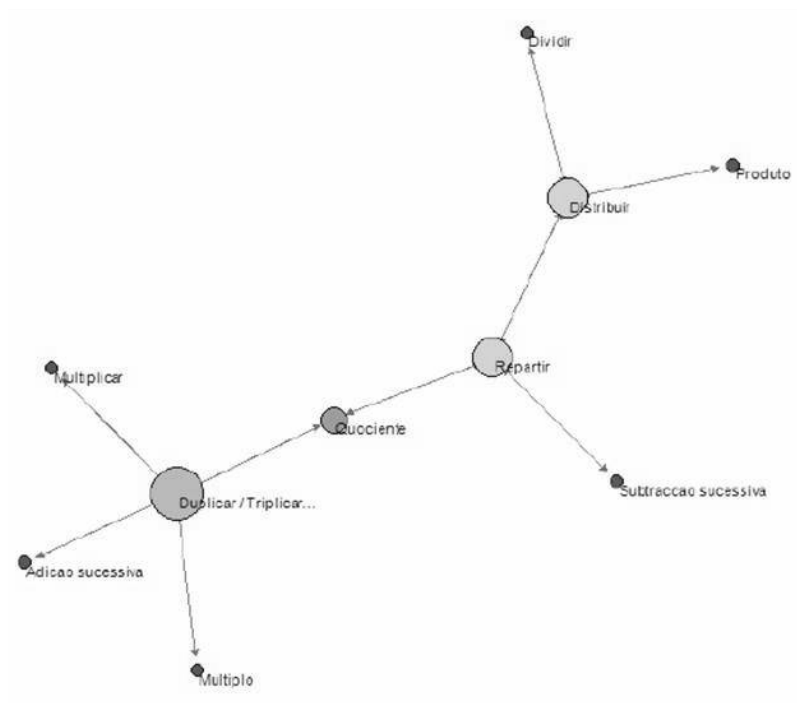


Ilustración 4. Ejemplo de una RAP sobre la estructura multiplicativa. (Tomado de Carvalho, 2011).

La gran ventaja de esta técnica es que permite crear representaciones gráficas de la estructura cognitiva de un sujeto de forma totalmente automática.

Se obtienen a partir de una matriz de datos de proximidad entre conceptos mediante un algoritmo que los transforma en estructura de red, donde los conceptos aparecen relacionados entre sí.

Para obtener las redes, partimos de un conjunto de conceptos seleccionados en un determinado campo de conocimiento, en nuestro caso los Bloques Lógicos (BL). Posteriormente, se le pide al sujeto que establezca similitud entre conceptos mediante la proximidad de aquellos que aparecen de manera aleatoria en la pantalla del ordenador.

El primer programa informático que se utilizó para generarlas fue el programa KNOT (Knowledge Network Organizing Tool), desarrollado por Schvaneveldt (1989) en la Universidad de Nuevo México.

Posteriormente, Godinho (2007) diseñó e implementó el software MICROGO-LUCA, (Godinho, Luengo & Casas, 2007; Casas, Luengo & Godinho, 2011). Este programa permite la representación gráfica de datos en forma de RAP, así como mostrar datos numéricos acerca de la coherencia, densidad, nodos múltiples, similaridad y complejidad de las redes, entre otros, que se pueden analizar empleando técnicas estadísticas (Casas & Luengo, 2004).

2.3. *Discapacidad Intelectual*

Es una "discapacidad caracterizada por limitaciones significativas en el funcionamiento intelectual y en la conducta adaptativa que se manifiesta en habilidades adaptativas conceptuales, sociales y prácticas. Esta discapacidad comienza antes de los 18 años" (Luckasson et al., 2002, p.32).

En el aprendizaje de estudiante con DI, evidenciase con frecuencia algunas particularidades relacionadas con las variables:

- *Atención*: tiene tendencia a la distracción ante estímulos externos.
- *Percepción*: tiene dificultad para captar adecuadamente estímulos del entorno a través de la vía auditiva, visual, táctil etc.
- *Memoria*: presenta dificultades con la memoria a corto plazo, y en la memoria explícita o declarativa.
- *Motivación*: no tiene interés en aprender, no le agradan las actividades y no se motiva por explorar, lo que implica que tampoco logra centrar la atención en un tema proporcionado.

Otro de los aspectos a tener en cuenta en el proceso de aprendizaje de los estudiantes con DI son las características relacionadas con la personalidad, la socialización y comunicación.

2.4. *Bloques lógicos*

Como hemos dicho anteriormente, para llevar a cabo un aprendizaje significativo es necesario trabajar con un material potencialmente significativo, es decir, un material que tenga significado lógico y que sea relacionable con la estructura cognitiva y con los conceptos previos del sujeto. Por ello, hemos elegido los BL para trabajar con nuestro colectivo de DI. Además se trata de un material simple, manipulativo, sencillo que mantiene los atributos de las formas regulares de geometría que queremos trabajar.

Los BL fueron impulsados por Zoltan Dienes para trabajar procesos lógicos en el aprendizaje de las matemáticas (Dienes, 1965). Constituyen un recurso pedagógico básico destinado a introducir a los niños en los primeros conceptos lógico-matemáticos. Está formado por 48 piezas sólidas y cada pieza se define por cuatro variables: color, forma, tamaño y grosor.

Este material se utiliza en Educación Infantil y en Educación Especial, aunque también se puede trabajar en otros niveles para afianzar y reforzar el pensamiento lógico. Su principal finalidad es trabajar las destrezas básicas del pensamiento matemático: observación, comparación, clasificación y seriación. Las actividades que se pueden llevar a cabo con los BL se trabajan desde dos perspectivas:

1.- De manera deductiva, es decir, en primer lugar se parte de la observación de los BL para posteriormente describir sus características.

2.- De manera inductiva, en la que se parte de las características para posteriormente buscar las piezas a las que se correspondan.

3. Método

La presente investigación se enmarca dentro de las líneas de investigaciones desarrolladas sobre conceptos nucleares del grupo de investigación Ciberdidact - Universidad de Extremadura.

Pretendemos averiguar si el trabajo concreto con materiales manipulativos que implican conceptos de forma, tamaño y color, ayuda al establecimiento de las estructuras mentales adecuadas a estos conceptos. Estos conceptos se caracterizan por ser básicos y funcionales en la autonomía de la vida diaria (Bizarro, Luengo, Casas & Carvalho, 2014).

Además, representar las estructuras mentales de los alumnos con DI, a través de RAP, y obtener datos para seguir el aprendizaje de los alumnos y analizar sus progresos. Procuramos conocer la estructura cognitiva sobre los conceptos antes referidos, a través del trabajo con los BL y Card Sorting (CS).

En este estudio adoptamos un abordaje metodológico basado en la técnica de encuesta, aunque difiere de como ésta es tradicionalmente entendida. El tradicional cuestionario que caracteriza a esta técnica ha sido sustituido por una consulta a los participantes basada en el programa MICROGOLUCA.

3.1. Muestra

La muestra elegida se determinó a partir de los alumnos pertenecientes a una Asociación de Personas Discapacitadas "Rebimba" de la localidad de Zahinos. A las actividades de la Asociación asisten personas con DI con diferentes características y edades, por lo que se trata de un grupo muy heterogéneo. La muestra fue seleccionada atendiendo a criterios de conveniencia:

- Que la DI que padecen no les impida comprender y desarrollar los conceptos básicos que vamos a trabajar: forma, tamaño y color.
- Que sus características físicas no les impida trabajar con el material seleccionado y el equipo informático.

- Que no tengan dificultad en el manejo del ratón.
- Que puedan asistir todas las sesiones de investigación.

En aplicación de estos criterios se seleccionaron 5 sujetos cuyas características son las siguientes:

- Sujeto 1: 19 años de edad, Síndrome de Down. Presenta dificultades para prestar atención y realizar tareas durante un período largo de tiempo. Se distrae con elementos externos. Es coherente con sus respuestas a las preguntas que se realiza. Tiene dificultades en el razonamiento lógico-matemático. Su nivel de comprensión oral es muy bueno, sin embargo presenta dificultades en la comprensión escrita y oral, ya que su lenguaje es limitado y no pronuncia correctamente todas las letras.
- Sujeto 2: 21 años, Prader Willi. Es una persona muy trabajadora y perseverante en su trabajo. En un principio comprende lo trabajado, sin embargo presenta problemas en retención y adquisición de conocimientos, consecuencia de falta de memoria a corto plazo. Presenta dificultades en el razonamiento lógico-matemático. Su nivel de comprensión oral y escrito es muy bueno. Su expresión oral se caracteriza por omisión de palabras y simplificaciones de fonemas.
- Sujeto 3: 45 años, Déficit de atención pronunciado. Presenta grandes dificultades para prestar atención a lo que está realizando y con facilidad cambia de tema. Tiene un gran déficit de atención. Es complicado que finalice cualquier tarea, por su gran déficit de atención. Tiene muchas dificultades con la memoria a largo plazo. Su desarrollo lectoescritor es muy limitado, no reconoce las letras ni las escribe.
- Sujeto 4: 41 años, Parálisis cerebral en lado izquierdo. En el nivel cognitivo presenta dificultades para comprender órdenes y directrices, aunque esto puede ir ligado a su nivel de sordera. Sin embargo, cuando entiende la tarea es capaz de realizarla sin ningún problema. Presenta dificultades de memoria y su motivación es muy baja. Tiene muchas dificultades en el razonamiento lógico-matemático. Su expresión oral es muy limitada, tiene un vocabulario muy pobre y no expresa correctamente los fonemas.
- Sujeto 5: 18 años, Hiperactividad. Mantiene la atención en la tarea que realiza y comprende lo que se le explica, aunque no puede mantener su atención durante un período largo de tiempo. Normalmente se distrae ante cualquier estímulo externo. Presenta dificultades en el razonamiento lógico-matemático. En relación al lenguaje expresivo, tiene un vocabulario muy limitado, no pronuncia bien los fonemas y suprime sílabas, además sustituye las palabras por gestos. En la lectura presenta dificultades para reconocer grafías y pronunciarlas.

3.2. Fases y temporalización

La investigación se llevó a cabo a través de siete sesiones de 45 minutos aproximadamente, de las cuales 5 estaban previstas en el diseño, y dos más (la

4ª y la 7ª), que hubo que añadir durante el estudio por las características y necesidades de los alumnos. El desarrollo de las fases fue el siguiente:

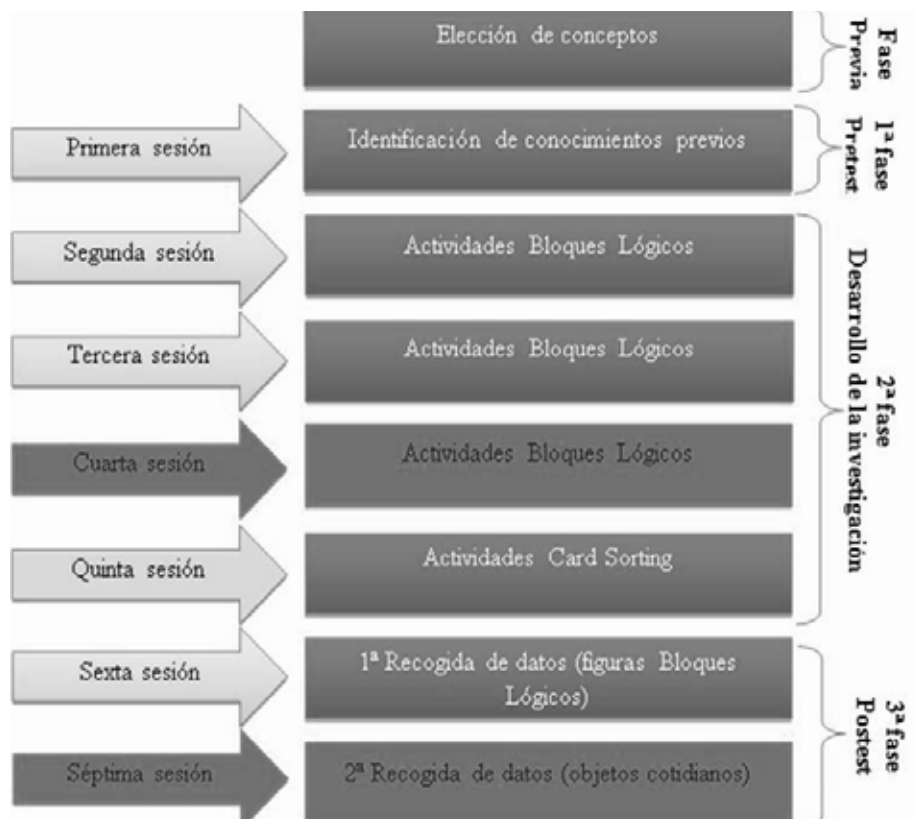


Ilustración 5. Fases de desarrollo de la investigación.

3.2. Instrumentos utilizados

Los instrumentos, seleccionados teniendo en cuenta las características y necesidades de los participantes y de la propia investigación, fueron los siguientes:

1. Registro de observación directo y continuo. A lo largo de todas las fases de intervención con los alumnos, el profesor recogió datos de observación directa sobre dificultades que pudiesen tener, anécdotas y desarrollo del proceso enseñanza-aprendizaje. Se recogieron en forma de diario, para posterior análisis, teniendo en vista obtener datos cualitativos para contrastar entre lo observado y el resultado final de las RAP de los alumnos.

2. Actividades de identificación de conocimientos previos. Para elaborar dichas actividades tuvimos en cuenta que fuesen familiares y atractivas para los alumnos, de fácil interpretación, adaptadas a su nivel cognitivo y que evaluaran los conceptos en estudio. Se construyeron 6 fichas, 2 para identificar el color, 2 para identificar el tamaño y otras 2 para identificar la forma.
3. Ordenación de tarjetas. A través del trabajo con las CS, los alumnos agruparon las tarjetas en función de semejanzas y después se les preguntó cómo lo han hecho y porqué. Esta técnica fue seleccionada para avanzar en nivel de abstracción tras el trabajo con los BL, y antes de llegar al trabajo final con el programa MICROGOLUCA.
4. Programa MICROGOLUCA. Se utilizó este programa para la obtención de las redes de los alumnos. En la investigación se hicieron dos primeros proyectos de toma de datos.

1	Figuras geométricas que representan las tres variables de los BL que estamos estudiando: forma, tamaño y color (1ª lista de imágenes de BL).
2	Figuras geométricas que representan las tres variables de los BL que estamos estudiando: forma, tamaño y color (2ª lista de imágenes de BL).

Tabla 1. Proyectos iniciales de toma de datos

Los resultados que se fueron obteniendo aconsejaron una reestructuración, en la que siguió la toma de datos a través de los cuatro proyectos siguientes:

1	Figuras de objetos concretos (figuras de oso y casa de diferente color).
2	Figuras de objetos concretos (figuras de oso y casa de diferente tamaño).
3	Figuras geométricas BL de diferente color.
4	Figuras geométricas BL de diferente tamaño.

Tabla 2. Proyectos finales de toma de datos

3.3. Estudio realizado

De acuerdo con la metodología planteada se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- 1.- Primera fase, Identificación de conocimientos previos: Realizada inmediatamente antes de comenzar a trabajar los BL y sin ningún tipo de contacto

anterior con dicho material. Se les facilitó a los alumnos el cuadernillo de actividades y se les pidió que lo observara para llevarlas a cabo. En las Ilustraciones 6 y 7 observamos un ejemplo de actividad.

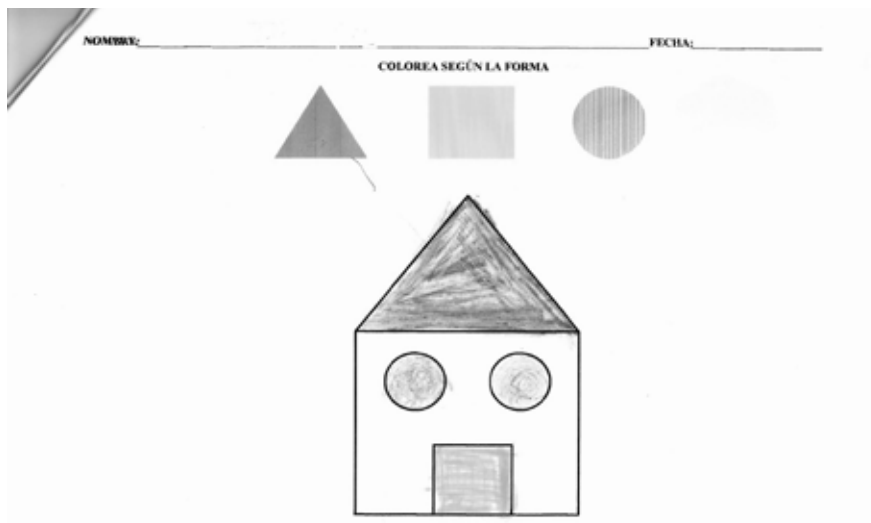


Ilustración 6. Ficha 2 (forma y color). Sujeto 1.

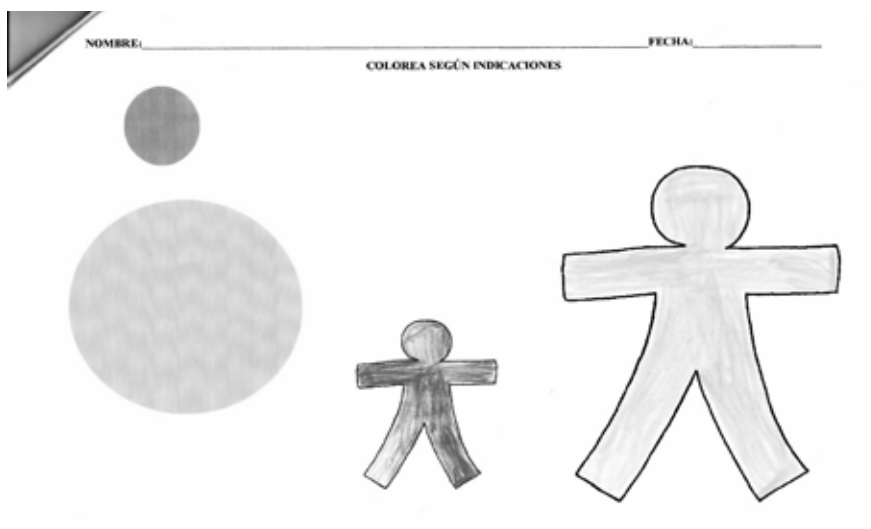


Ilustración 7. Ficha 4 (tamaño y color). Sujeto 4.

2.- Segunda fase, trabajo con BL y CS: Se les facilitó un juego completo de BL. El proceso de trabajo fue el siguiente: (1) Juego libre. Los alumnos observaron, manipularon y jugaron de manera intuitiva, comenzando a construir con las fichas objetos relacionados con su entorno: alfombra, casa, columpios, etc. (2) "Juegos de familias", en los que se les indicó una característica de los BL y ellos tenían que agrupar las fichas según sus características. (3) "Juego por parejas", los alumnos por parejas debían presentar a su compañero cada figura de BL expresando y observando sus características. (4) "Seriaciones", atendiendo a la característica que indica el profesor. (5) "Construcción según el modelo", en que a los alumnos se les facilitó una figura construida por el profesor y ellos tenían que realizar una igual o parecida a la del modelo (Ilustración 8). En segundo lugar trabajamos la ordenación de tarjetas o CS (Ilustración 9). Con este paso progresamos en grado de abstracción. Los alumnos avanzaron desde un material manipulativo a las figuras reflejadas en tarjetas de papel. El proceso de trabajo con las tarjetas fue el siguiente: Iniciación con juego libre, en el que los alumnos agruparon las tarjetas según sus preferencias. A continuación se les indicó que ordenaran las tarjetas según uno de los conceptos: forma, tamaño, color.



Ilustración 8. Ejemplo de varios sujetos trabajando con BL



Ilustración 9. Ejemplo de varios sujetos trabajando con CS.

3.- Tercera fase, recogida de datos a través del programa MICROGOLUCA. Se les explicó a los alumnos el funcionamiento del programa para que pudie-

ran realizar la evaluación. Se les presentaba de manera aleatoria dos figuras geométricas que representaban las que ya habían trabajado a través de los BL y las CS. De esta manera, tenían que pinchar con el ratón en la escala de valores, hacia la derecha (+) si se parecían mucho, o hacia la izquierda (-) si tenían menos relación.

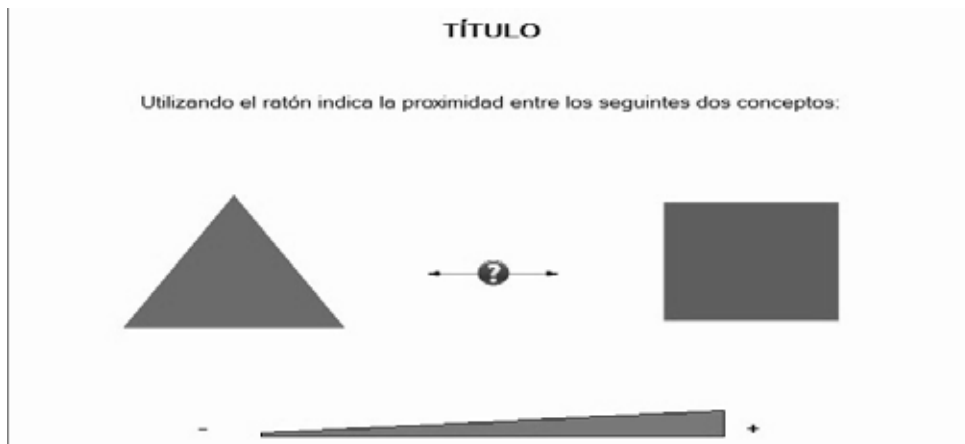


Ilustración 10. Ejemplo de presentación de conceptos con el programa MICROGOLUCA.

4. Análisis de Resultados

En este apartado se analizan y se discuten los datos obtenidos de las pruebas realizadas a lo largo de todo el proceso de investigación.

4.1. Registro de observación

Sujeto 1: Su interacción con el material es muy activa y capta lo que queremos trabajar, sin embargo no se centra en todas las características de los objetos. En el juego libre está muy motivado, en la experiencia con BL presenta dificultades en la clasificación por tamaños y en las seriaciones. Además, en CS solamente clasifica por tamaño y color. Sin embargo, en los proyectos de MICROGOLUCA clasifica por tamaños comentando en voz alta su clasificación.

Sujeto 2: Trabaja correctamente en el momento, sin embargo lo olvida al día siguiente. En el juego libre está muy motivado, construye alfombra, camino y rueda. En la experiencia con BL presenta dificultades en el tamaño, aunque no tiene dificultades en las seriaciones y en la ordenación de CS intenta clasificar teniendo en cuenta las tres variables. En los proyectos de MICROGOLUCA comprende el tamaño y la forma, pero duda en el color.

Sujeto 3: Mucho déficit de atención, por lo que no le deja concentrarse en las características de los elementos que se les presenta. En el juego libre está muy motivado, construye un coche y una casa. En la experiencia con BL presenta dificultades para la clasificación, presentación y seriación, sin embargo la construcción según el modelo la realiza correctamente. En los proyectos de MICROGOLUCA presenta muchas dificultades y prácticamente no tiene ningún tipo de clasificación.

Sujeto 4: Su forma de expresión es muy limitada, pero entiende muy bien lo que se le explica y tiene capacidad para desarrollarlo. Sin embargo parece olvidar lo explicado. En el juego libre está motivado pero no construye. En la experiencia con BL clasifica por color correctamente, necesita ayuda en las seriaciones y no construye según el modelo árbol. En los proyectos de MICROGOLUCA clasifica principalmente por forma y color.

Sujeto 5: La manipulación con el material es muy activa y capta lo que queremos trabajar, sin embargo, al igual que el Sujeto 1, no es capaz de centrarse en todas las características de los objetos. En el juego libre está motivado y construye casa y tobogán. En la experiencia con BL clasifica por forma y color pero comete errores en la clasificación de tamaños, en la seriación no necesita ayuda y construye correctamente según el modelo. En los proyectos de MICROGOLUCA clasifica principalmente por color y tamaño.

4.2. Identificación de conocimientos previos

A continuación realizaremos un análisis cualitativo-descriptivo por alumno, teniendo en cuenta las respuestas en el cuadernillo de identificación de conocimientos previos (Figura 1).

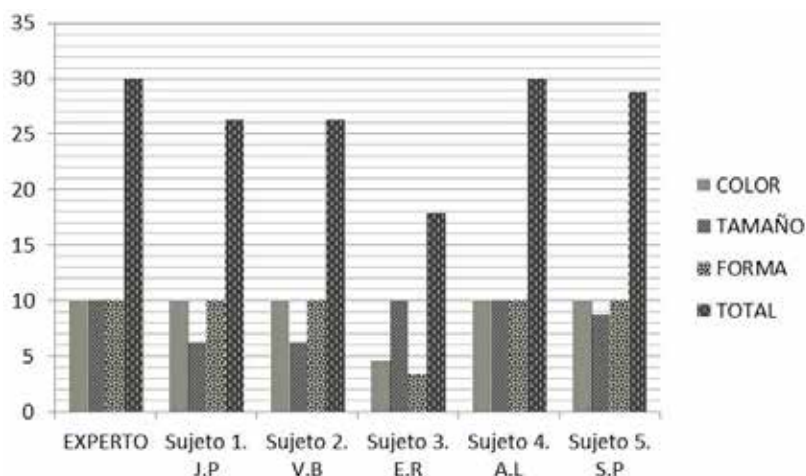


Figura 1. Puntuación identificación conocimientos previos alumnos.

Sujeto 1: Puntuaciones correctas, menos la clasificación por tamaños. Obtiene una puntuación total de 26,25 puntos sobre 30, que es el máximo que puede conseguir.

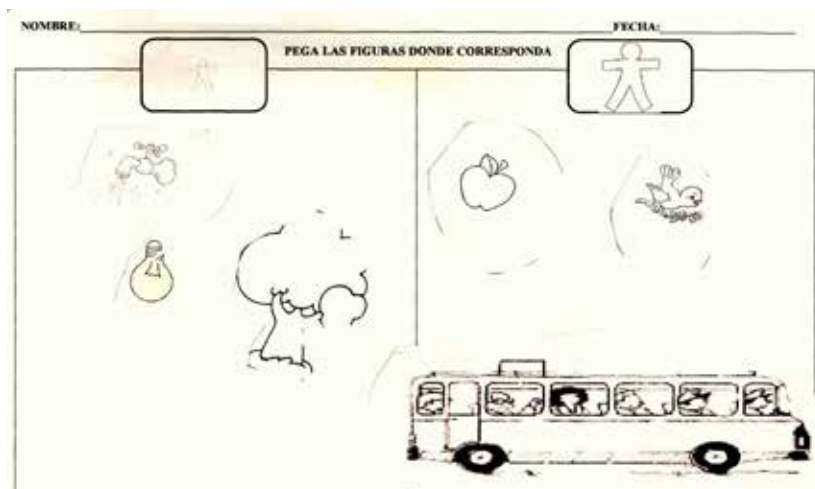


Ilustración 11. Ficha nº 5 (tamaño) del Sujeto 1

Sujeto 2: Puntuaciones correctas, menos la clasificación por tamaños. Obtiene una puntuación total de 26,25 puntos sobre 30.

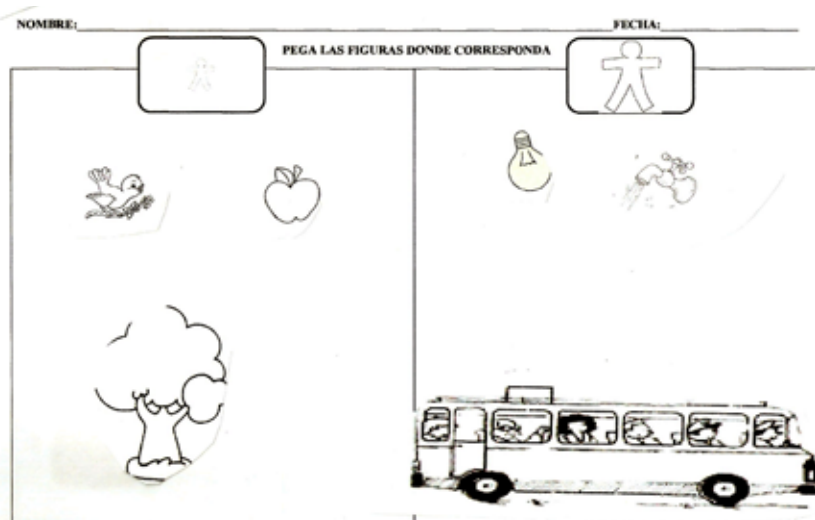


Ilustración 12. Ficha nº 5 (tamaño) del Sujeto 2

Sujeto 3: No hace el cuadernillo correctamente, se fija mucho en los colores, pero también falla. Obtiene una puntuación total de 17,87 puntos sobre 30.

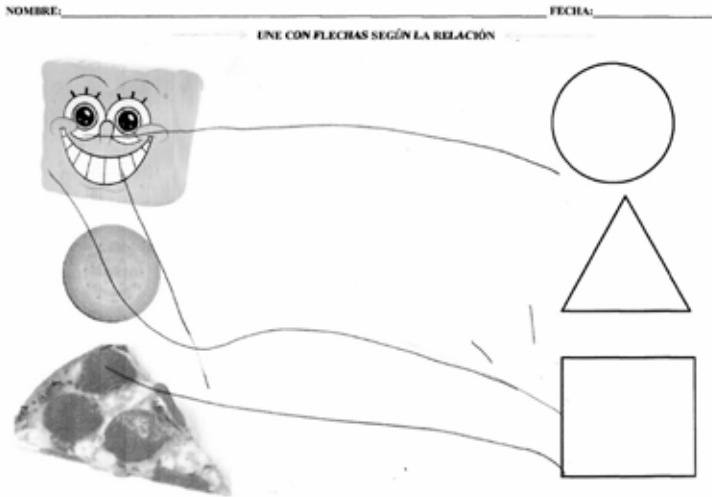


Ilustración 13. Ficha nº 1 (forma) del Sujeto 3

Sujeto 4: El cuadernillo correctamente, falla en la relación de formas, sin embargo lo ha dicho bien. Obtiene una puntuación total de 30 puntos sobre 30.

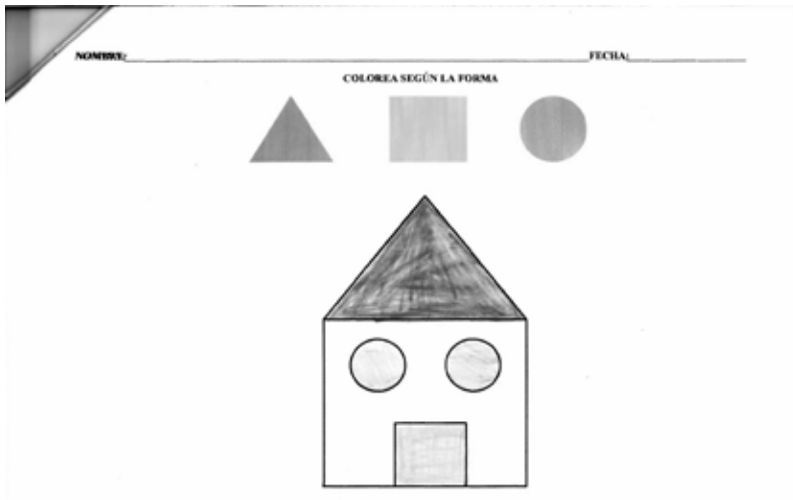


Ilustración 14. Ficha nº 3 (forma) del Sujeto 4

Sujeto 5: Todo correctamente, menos la clasificación de tamaños. Obtiene una puntuación total de 28,75 puntos sobre 30.

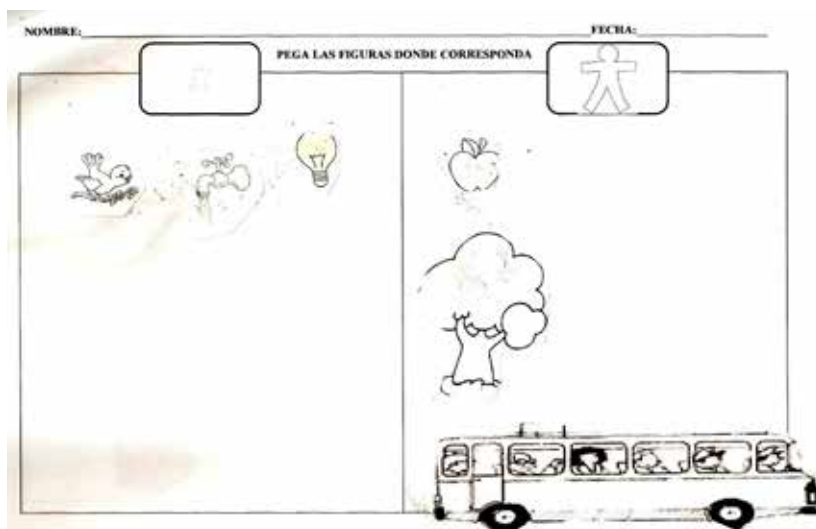


Ilustración 15. Ficha nº 5 (tamaño) del Sujeto 5

4.3. Redes Asociativas Pathfinder

Para llevar a cabo el análisis de las RAP sobre la estructura cognitiva del alumno, hemos tenido en cuenta el índice de coherencia y los nodos nucleares.

El índice de coherencia (que oscila entre -1 e +1) refleja la consistencia interna de la organización de una red conceptual y permite apreciar el grado de conocimiento que un sujeto posee a cerca de un tema e, inclusivamente, si el sujeto respondió con seriedad y atención o al azar cuando es llamado a opinar sobre la similitud o disimilitud entre los conceptos. Por nodos nucleares entendemos los nodos múltiples de las redes, o sea, los nodos que tienen tres o más conexiones. Estos nodos corresponden a los nodos más importantes en la estructura cognitiva de los sujetos.

A continuación se exponen a modo de ejemplo algunas de las RAP de los alumnos y un breve análisis de las mismas.

Sujeto 1: (RAP izquierda, ilustración 16) Es el sujeto que evidencia mayor *índice de coherencia*, aun así sigue siendo muy baja (0.36), puesto que muchas de sus relaciones no se encuentran vinculadas con características comunes de los objetos trabajados. Como nodos nucleares establece el triángulo grande azul, el círculo grande azul y el cuadrado grande rojo.

Sujeto 3: (RAP derecha, ilustración 16) En general todas sus RAP son negativas y de muy bajo índice de coherencia. La RAP que presentamos como ejemplo es muy compleja (6 conceptos nucleares). Revela la indecisión del alumno por clasificar en referencia a un concepto central. El nivel de coherencia es muy bajo (0.29) y muchas relaciones no se encuentran vinculadas por características comunes.

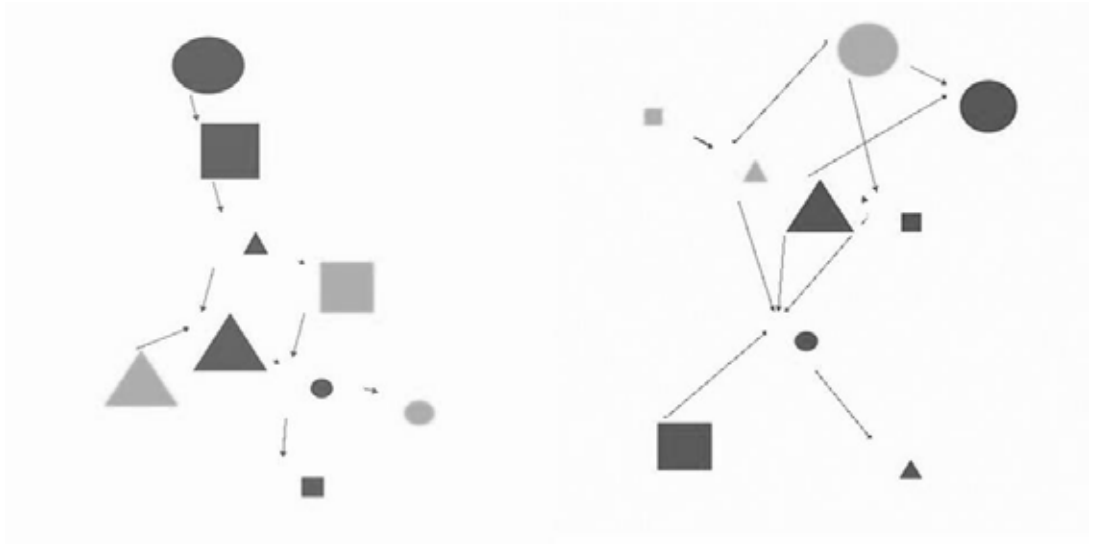


Ilustración 16. RAP 1º BL del sujeto 1 (Izquierda); RAP 2º BL del sujeto 3 (Derecha)

Sujeto 4: (RAP izquierda, ilustración 17) Se trata de una RAP muy lineal, clasifica los objetos por tamaños pero no existe ningún nodo nuclear. Presenta un nivel de coherencia muy bajo (-0,73). Indica que no prestó mayor atención durante el proceso de recogida de datos aunque se trate de objetos más familiares: oso y la casa.

Sujeto 2: (RAP derecha, ilustración 17) A modo de ejemplo observamos la siguiente RAP del proyecto que evalúa el tamaño y la forma. Se trata de una RAP muy lineal, con un *índice de coherencia muy bajo* (-0.13). Como concepto nuclear aparece el cuadrado grande, que se relaciona por tamaño con el círculo y el triángulo grande, y por forma con el cuadrado pequeño.

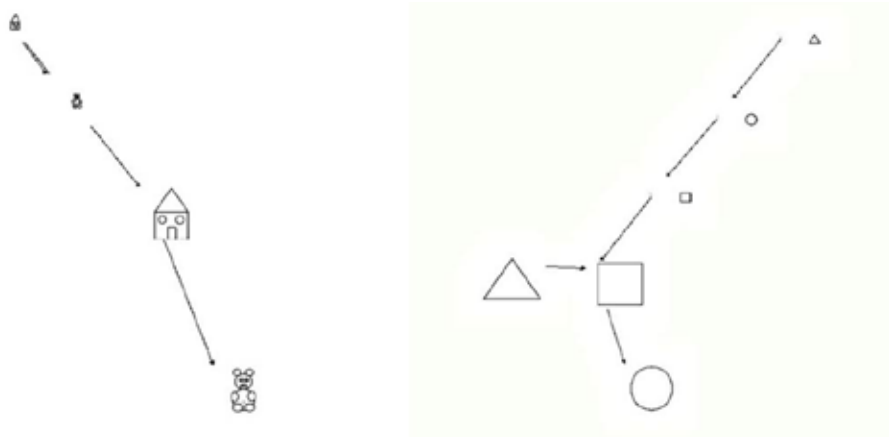


Ilustración 17. RAP 2º Tamaño objetos cotidianos del Sujeto 4 (Izquierda).
RAP 1º Tamaño figuras geométricas del Sujeto 2 (Derecha).

5. Conclusiones y Sugerencias

En general, podemos concluir que la identificación de la estructura cognitiva de los alumnos a través de las RAP nos permite, a los docentes, organizar la enseñanza en torno a los conceptos nucleares y significativos para los alumnos.

En nuestro caso, el análisis generado a través de las RAP corrobora la impresión que la profesora tiene de los alumnos y profundiza en aspectos concretos de la estructura cognitiva, que la profesora no pudiera haber visto directamente. Por lo tanto el análisis de RAP es muy positivo para tomar decisiones en la práctica docente.

Mediante la observación y la manipulación de las figuras geométricas de los BL y a través del programa MICROGOLUCA, los alumnos han desarrollado de manera positiva los conceptos fundamentales de forma, tamaño y color. Sin embargo, siempre se centran en una de las características de las figuras geométricas, la más significativa para ellos.

Mediante el software informático MICROGOLUCA y el empleo de la técnica de las RAP, hemos conseguido representar la estructura cognitiva de los alumnos con DI respecto a los conceptos básicos en estudio.

Antes de la instrucción, en la prueba de identificación de conocimientos previos, los alumnos reconocían de manera general los tres conceptos básicos, pero presentados de manera independiente. Tras la práctica con BL y CS las RAP de los alumnos se centran en un solo concepto de los trabajados para evaluar su grado de similaridad. No son capaces de fijar su atención en las tres características de la figura. Este hecho ocurre por la dificultad que tienen los usuarios en centrar su atención en más de una de las características de los objetos.

En este trabajo, hemos aplicado la técnica de las RAP con un colectivo de DI y muchas de las limitaciones estuvieron relacionadas con sus características específicas. Señalemos que, en un principio, al ser muchas figuras geométricas se dividieron en dos proyectos MICROGOLUCA. Sin embargo seguía siendo un proceso de recogida de datos muy largo.

Por otra parte, en esta investigación hemos trabajado con una muestra muy pequeña, cinco alumnos, con la que no es posible generalizar. En realidad se puede hablar de casos particulares, que dependen muy directamente de las características de los sujetos. Por tanto no es posible extrapolar los resultados a otros casos, aunque si puede aportar un método para abordar este problema con alumnos de características similares.

Es la primera vez que se emplea, dentro del equipo Ciberdidact, la técnica de RAP en alumnos con DI. Tras el trabajo realizado hemos visto la importancia que tiene el nivel cognoscitivo de los alumnos, por lo que, en futuras investigaciones, se debe determinar con mucha precisión dicho nivel para emplear con más eficacia esta técnica de recogida y análisis de datos. En futuras investigaciones, al plantearlo como una herramienta que ayuda a nuestros alumnos a extrapolar aprendizajes del aula, queremos complementar con una entrevista o registro de observación que detecte el desarrollo y aplicación en la vida diaria.

La presente investigación abrió interrogantes y sugerencias para nuevas investigaciones. Entre ellas, nos parece conveniente que se construyan RAP más adaptadas a los casos concretos (p ej. con más o menos conceptos en función del tiempo en el que el sujeto pueda mantener la atención). Por otra parte sería interesante trabajar con grupos más homogéneos, con muestras en las que los sujetos tengan el mismo tipo de deficiencia. También sería interesante llevar a cabo un entrenamiento con el programa durante un periodo más largo de tiempo. Siempre será interesante obtener más información acerca de los sujetos por lo que en futuras investigaciones nos proponemos complementar la obtención de datos con entrevistas personales.

6. Bibliografía

- Bizarro, N., Luengo, R., Casas, L., & Carvalho, J.L. (2014). *Tratamiento de Conceptos Fundamentales (Forma, Tamaño y Color) en alumnos con Discapacidad Intelectual a través de Redes Asociativas Pathfinder*. En Actas 3º Congreso Ibero-Americano en Investigación Cualitativa. Badajoz, 14 a 16 de Julio de 2014. Universidad de Extremadura, Badajoz, p.252-257.
- 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). Universidad de Extremadura. Badajoz 2011.
- Casas, L. (2002). *El estudio de la estructura cognitiva de alumnos a través de Redes Asociativas Pathfinder. Aplicaciones y posibilidades en Geometría*. Tesis Doctoral. Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Extremadura.
- Casas, L. & Luengo, R. (2004). Representación del conocimiento y aprendizaje. Teoría de los conceptos nucleares. *Revista Española de Pedagogía*, 227, 59-84.
- Casas, L.; Luengo, R. & Godinho, V. (2011). Software MICROGOLUCA: Knowledge Representation in Mental Calculation. *US-China Education Review*, 1 (4), 592-600.
- Dienés, Z.P. (1965). *La mathématique moderne dans l'enseignement primaire*. París: OCDL.
- Godinho, V.; Luengo, R. & Casas, L. (2007). *Implementación del Software MicroGoluca y Aplicación al cambio de Redes Conceptuales*. Trabajo para la obtención del diploma de estudios avanzados. No publicado. Badajoz: Universidad de Extremadura.
- Luckasson, R. et al. (2002). *Retraso Mental: Definición, clasificación y sistemas de apoyo* (10ª edición). Madrid: Alianza.
- León, M.; Ponjuán, G. & Rodríguez Calvo, M. (2006). Procesos estratégicos de la gestión del conocimiento. *ACIMED*. 2, 14.
- 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.
- Luengo, R.; Casas, L.M.; Mendoza, M. & Arias, J. (2011): Possibilities of "Nuclear Concepts Theory" on Educational Research, a Review. *First Edition International Conference The Future of Education*. Florencia.
- Novak, J.D. & Gowin D.B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca.
- Novak, J.D. (1998). *Conocimiento y aprendizaje: los mapas conceptuales como herramientas facilitadoras para escuelas y empresas*. Madrid: Alianza editorial.
- Piaget, J. (1978). La evolución intelectual entre la adolescencia y la edad adulta. En Delval, J. (comp.) *Lecturas de Psicología del niño*. Vol. 2. Madrid: Alianza.
- Rodríguez Palmero, M.L. (2004). Aprendizaje significativo e interacción personal. En Moreira, M. A.; Caballero Sahelices, C. & Rodríguez Palmero, M. L. (Eds.) *Aprendizaje Significativo: Interacción personal, Progresividad y Lenguaje* (pp.15-46). Universidad de Burgos. Servicio de Publicaciones.
- Schvaneveldt, R.W. (1989). *Pathfinder Associative Networks. Studies in Knowledge Organization*. Norwood: NJ. Ablex.
- Schwab, J.J. (1973). The practical 3: Translation into curriculum. *School Review*, 81 (4), 501-522.

Noelia Bizarro Torres

Universidad de Extremadura
Facultad de Educación
Grupo de Investigación Ciberdidact
Email: noebizarro87@gmail.com

Ricardo Luengo González

Universidad de Extremadura
Facultad de Educación
Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las
Matemáticas
Grupo de Investigación Ciberdidact
Email: rluengo@unex.es

Luis M. Casas García

Universidad de Extremadura
Facultad de Educación
Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las
Matemáticas
Grupo de Investigación Ciberdidact
Email: luisma@unex.es

José Luis Torres Carvalho

Universidad de Extremadura
Facultad de Educación
Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las
Matemáticas
Grupo de Investigación Ciberdidact
Email: jltc@unex.es

Correspondência

Ricardo Luengo González
Facultad de Educación
Universidad de Extremadura
Avenida de Elvas, s/n
06071 BADAJOZ - ESPAÑA
Telefone: +34924289300 (Ext. 6718)

Data de submissão: Março de 2014
Data de avaliação: Setembro de 2014
Data de publicação: Abril 2015