NÚMEROS
Revista de Didáctica de las Matemáticas
http://www.sinewton.org/numeros
ISSN: 1887-1984
Volumen 95, julio de 2017, páginas 61-76

Educación matemática infantil desde la perspectiva del conexionismo: Análisis de una práctica educativa de aula

María Luisa Novo (Universidad de Valladolid. España)
Ainhoa Berciano (Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea. España)
Ángel Alsina (Universidad de Girona. España**)**

Fecha de recepción: 07 de noviembre de 2016
Fecha de aceptación: 02 de mayo de 2017

Resumen

En este artículo se analizan las características de una actividad diseñada desde la perspectiva del conexionismo y su nivel de eficacia para desarrollar el pensamiento matemático de los niños de las primeras edades. Desde este enfoque, se sustituye un desarrollo lineal de los contenidos por un desarrollo global, de manera que en una misma actividad se trabajan varios conceptos a la vez. Para realizar el análisis se presenta una práctica docente realizada con 23 alumnos de 3 años. El análisis realizado ha permitido observar la presencia de conexiones conceptuales (entre conceptos), prácticas (con la vida cotidiana) y docentes (con otras disciplinas). Se concluye que la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en Educación Infantil desde la perspectiva del conexionismo contribuye a la comprensión profunda del conocimiento.

Palabras clave Educación matemática, práctica educativa, Educación Infantil, Conexionismo.

Title **Early Childhood Education from the perspective of connectionism education. Analysis of an educational practice classroom.**

Abstract

This article describes the characteristics of an activity designed from the perspective of connectionism and its effectiveness to develop children's mathematical thinking at the earliest ages. From this perspective, a linear development of contents is substituted by a global development, so that in the same activity several concepts appear at once. For the analysis, a teaching practice carried out with 23 students of three years is presented. The analysis allowed to observe the presence of conceptual connections (between concepts), practical connections (with daily life) and teaching connections (with other disciplines). We conclude that the teaching and learning of mathematics in early childhood education from the perspective of connectionism contributes to deeper understanding of knowledge.

Keywords Mathematics education, educational practice, Early Childhood Education, Connectionism.

1. Introducción

En la etapa de Educación Infantil los niños deberían interpretar el conocimiento como un todo y no como disciplinas desconectadas unas de otras. El currículum español vigente refuerza esta idea de enseñanza fundamentada en las conexiones entre los distintos contenidos:

> "Los contenidos de una área adquieren sentido desde la complementariedad con el resto de las áreas, y tendrán que interpretarse en las propuestas didácticas desde la globalidad de la acción y de los aprendizajes. Así, por ejemplo, el entorno no puede ser comprendido sin la utilización de los diferentes lenguajes y del mismo modo, la realización de desplazamientos orientados tiene que hacerse desde el conocimiento del propio cuerpo y de su ubicación espacial" (ORDEN ECI/3960/2007, de 19 de diciembre, p. 1023).

Peña, Novo, Delgado y Marqués (2015) presentan un trabajo desde este enfoque en el que se escoge la ciudad como un contexto de aprendizaje para integrar muchos contenidos y construir conexiones desde las ciencias experimentales, la educación artística y las matemáticas, realizando distintas "miradas" a una realidad que les resulta familiar.

En el ámbito de la educación matemática infantil, diversos autores han señalado la necesidad de aprender matemáticas de forma globalizada a partir de contextos significativos para los niños de las primeras edades: explorando el entorno, jugando, tocando, cantando, contando cuentos, haciendo dramatizaciones, etc. para ir descubriendo progresivamente el espacio, los números, las medidas… (Saá, 2002; Alsina, 2011; Marín, 2013; entre otros). De esta forma, los niños llegan a apreciar las matemáticas porque las observan en su alrededor, las practican, juegan con ellas, permitiendo que en la escuela se aprenda lo que los niños saben de modo intuitivo y adquieran nuevos conocimientos a través de actividades matemáticas más eficaces.

Este planteamiento metodológico implica que el pensamiento matemático no se asocie a un conocimiento ajeno a la realidad; sino que se considere como una capacidad del ser humano para tomar decisiones según ciertas reglas y métodos estructurados y así poder adaptarse a un entorno que cambia continuamente. Para tal fin, el Consejo Nacional de Profesores de Matemáticas de Estados Unidos (NCTM, 2000) propone trabajar los contenidos matemáticos a través de los procesos matemáticos de resolución de problemas, razonamiento y prueba, comunicación, conexiones y representación, que deben formar parte de la educación integral de los niños. En relación a las conexiones, se subraya que:

> Los programas de enseñanza de todas las etapas deberían capacitar a los estudiantes para: reconocer y usar las conexiones entre ideas matemáticas; comprender cómo las ideas matemáticas se interconectan y construyen unas sobre otras para producir un todo coherente; reconocer y aplicar las matemáticas en contextos no matemáticos. (NCTM, p.68).

En este sentido, parece necesario sustituir prácticas docentes tradicionales que son poco beneficiosas para fomentar el aprendizaje considerando las conexiones. Los Principios para la Acción (NCTM, 2015 pp.2-3) se hacen cargo e identifican esas prácticas obsoletas, destacando que, en muchas ocasiones, "el foco está puesto en el aprendizaje de procedimientos sin ninguna conexión con el significado, comprensión o las aplicaciones que requieren esos procedimientos".

Desde la Educación Matemática Realista (EMR) se preconiza también la visión de la enseñanza de las matemáticas centrada en las conexiones. Por esta razón, Freudenthal (1991) plantea que uno de los seis principios de la EMR es, precisamente, el principio de interconexión. Dicho principio subraya la necesidad de considerar las relaciones que existen entre los diferentes bloques de contenido matemático (números, geometría, medida…), en lugar de interpretarlos de forma aislada.

Considerando los fundamentos anteriores, el objetivo de este trabajo es presentar una actividad que ha sido diseñada desde la perspectiva del conexionismo. De forma más concreta, se establecen las características que debe tener una actividad diseñada desde esta perspectiva y se analiza su eficacia para desarrollar el pensamiento matemático de los niños de las primeras edades.

2. Un acercamiento al Conexionismo

A lo largo de la historia han surgido distintos modelos de aprendizaje, teorías que brindan marcos de referencia para dar sentido a las observaciones ambientales, que sirven como puente entre la investigación y la realidad educativa. Cada modelo tiene sus características y su explicación para los distintos procesos que ayudan a aprender al ser humano, y que se han aplicado y se aplican en el ámbito educativo. Para cualquier profesional que se dedique a la educación, y en concreto a la educación matemática, es evidente que puede desarrollar mejor su trabajo si es consciente de los distintos marcos de aprendizaje.

En este artículo se asume, como marco de aprendizaje, el conexionismo, que puede situarse como un nuevo puente entre las llamadas ciencias cognitivas y las neurociencias (Caño y Luque, 1995). En la Figura 1 se puede percibir que existen características que comparten el conexionismo y el cognitivismo y también se muestra en qué se diferencian.

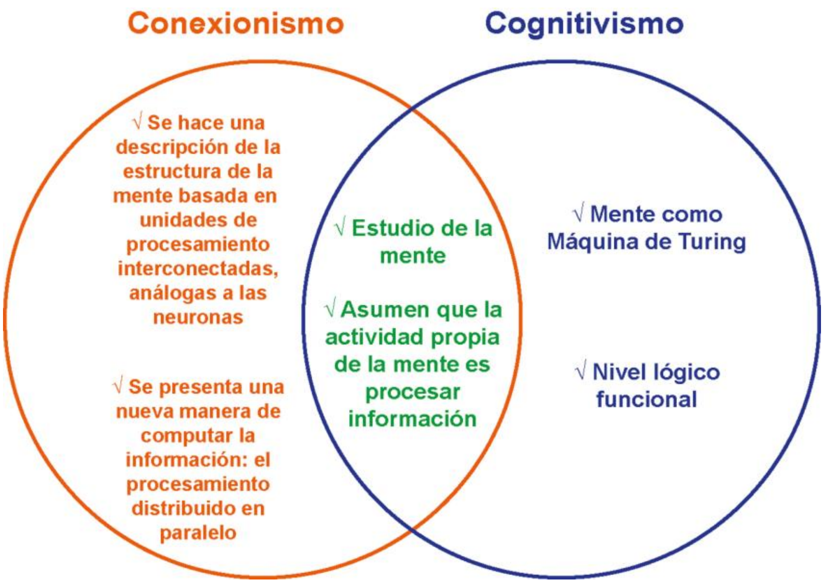

Figura 1. Semejanzas y diferencias entre conexionismo y cognitivismo (Novo, 2015, p.85)

La diferencia más importante entre el conexionismo y el cognitivismo es que en el conexionismo se deja de lado un procesamiento lineal de la información percibida (propio del cognitivismo) y se sustituye por procesamientos múltiples, destacando la importancia de las relaciones entre los elementos percibidos. Este procesamiento múltiple lleva a percibir la adquisición del conocimiento como una red neuronal interconectada, en la que cada conexión se podría concebir como un canal con varias direcciones. Según Crespo (2007) las entradas y las iteraciones que sean necesarias producirán diferentes salidas, lo que permite restablecer progresivamente las relaciones conceptuales.

Los procesos que suelen aparecer en los modelos conexionistas, siguiendo a McLeod, PlunKeett y Rolls, (1998), son cinco:

1. Las neuronas se entienden como elementos interconectados cuya información se distribuye en paralelo. Admiten variaciones de los datos recibidos e interactúan con las demás neuronas.

2. Las neuronas son las encargadas de transmitir los datos de unas a otras para conseguir ofrecer un resultado que surge de la serie de “entradas” recibidas. Algo parecido sucede en las redes conexionistas: se pone en marcha un estado de activación en las unidades de procesamiento como resultado de las percepciones recibidas que se va a propagar, posteriormente, a otras unidades. La base del conocimiento está en esa masa cambiante de conexiones (Canseco, 2007).

3. El cerebro está organizado en diversas capas. Las neuronas están distribuidas en estratos independientes. Las informaciones recibidas se van transmitiendo de una capa a la siguiente y entre varias. La estructura de las redes conexionistas suele reflejar esta misma organización.

4. La fuerza de conexión de las neuronas es variable. Según el peso y la fuerza de conexión de las neuronas así serán los cambios producidos, las relaciones entre las distintas neuronas han de ser eficaces para obtener un potencial de acción que se siga propagando. En las redes conexionistas existe una relación multiplicativa entre la respuesta de salida de una unidad emisora y la fuerza de conexión entre las unidades emisora y receptora.

5. La fuerza de conexión provoca el aprendizaje. Las neuronas reciben continuamente estímulos del exterior que se van procesando y modificando. Los cambios que se van produciendo son la base de la memoria y el aprendizaje. En las redes conexionistas, el aprendizaje consiste en cambios de los pesos de las conexiones entre las unidades. Estos cambios se producen a causa de las diversas percepciones, que siguiendo determinados mecanismos producen las distintas respuestas.

Según Cobos (2005), la conclusión es que la información recibida se codifica a través de las neuronas de forma distribuida, ya que se necesitan varias neuronas para que seamos capaces de representar un objeto. Además, esas neuronas sirven para formar parte de la representación de otros objetos. De alguna manera, todas las redes conexionistas funcionan de forma similar ya que su arquitectura consiste en el modo en que sus unidades actúan y en la estructura que presenta la red.

Siemens (2004), por otra parte, menciona que la capacidad de conectar, asociar y recrear son las señas de identidad del conexionismo. Además, el aprendizaje se concibe como un procedimiento para conectar diversas informaciones. La facultad de seguir aprendiendo es más importante que lo que ya se domina y es necesario impulsar las conexiones para favorecer el aprendizaje duradero. La competencia para percibir las conexiones entre diversos ámbitos, ideas y conceptos es primordial.

El resultado más importante en el conexionismo es, pues, la manera de procesar la información, destacando la importancia de las conexiones entre los objetos observados que crean una red neuronal interconectada. Así, a pesar de que no se puede trabajar directamente con las neuronas desde la enseñanza experimental, se puede tomar el modelo conexionista como inspiración en el análisis del aprendizaje de los conceptos matemáticos en Educación Infantil y como modelo de enseñanza. En este sentido, Devlin (2002) señala que las matemáticas tienen todavía que abrir muchas “puertas”. Para este autor, casi todos los aspectos de nuestra vida de alguna manera están conectados con ellas, ya que sus distintos niveles de abstracción son la esencia primaria del pensamiento, de la comunicación, del cálculo, de la sociedad y de la vida.

3. Conexionismo y educación matemática infantil

Novo (2015), en el marco de una tesis doctoral que analiza los procesos de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en educación infantil desde la perspectiva del conexionismo, considera diversos aspectos para poder llevar a cabo prácticas matemáticas desde esta perspectiva. Para esta autora, la integración neuronal en paralelo sugiere que la manera en la que han de trabajar los niños al realizar sus actividades no es secuencial, sino que, para ser capaces de evocar los conceptos matemáticos, necesitan trabajarlos de distintas maneras (tocando los materiales, viéndolos, oyéndolos,…), pero no aisladamente, sino de forma conectada.

Desde este punto de vista, las percepciones son fundamentales: del mundo exterior llegan diferentes estímulos (visuales, sonoros, táctiles, olfativos,…) que son fundamentales para atraer la atención del niño y que no siempre se interpretan de la misma manera. El aprendizaje juega un papel muy importante en la interpretación que se da a esas sensaciones. Lovell (1999, pp. 25-26) señaló que: “los conceptos parecen proceder de las percepciones, del contacto real con objetos y situaciones vitales, de experiencias sufridas y de distintas clases de acciones realizadas.”

Desde la perspectiva del conexionismo, pues, así como las informaciones de las capas cerebrales van transmitiéndose de una capa a la siguiente, los conceptos matemáticos se sustentan unos sobre otros pasando, poco a poco, de los más sencillos a los más complicados, en la línea de las jerarquías de aprendizaje que en su momento planteó Gagné (1970), o las trayectorias de aprendizaje que sugieren Sarama y Clemens (2009). En este sentido, según Rumelhart y McClelland (1992, p. 304) “cada huella de memoria está distribuida en muchas conexiones diferentes y cada conexión interviene en muchas huellas de conexión distintas”.

Desde este marco, los conceptos matemáticos, acciones o relaciones entre objetos matemáticos y cotidianos se conciben como pequeñas “unidades de aprendizaje” denominadas “neuronas” que adquiere el niño en su día a día. A este respecto, es importante aclarar que las “neuronas” no han de entenderse como elementos aislados, sino que están dotadas de la plasticidad suficiente para evolucionar gracias a interactuar con otras según la fase de aprendizaje en la que nos encontremos. A modo de ejemplo, si como “unidad de aprendizaje” consideramos el conteo, es claro que su tamaño, pensado como “neurona”, aumentará según el niño vaya aprendiendo una cantidad mayor de números. Igualmente, la adquisición de información nueva dentro de la “unidad de aprendizaje conteo” proporciona al niño una serie de estrategias y habilidades que hasta ahora no poseía, dando lugar a conexiones nuevas, tanto a la hora de identificar colecciones, como representaciones simbólicas del cardinal de los mismos o realizar primeras tareas de ordenación o correspondencia término a término entre colecciones.

Así, pues, el enfoque del conexionismo recuerda a un planteamiento más bien categórico de las matemáticas en el que el niño va creando relaciones más profundas a través de la interiorización de propiedades intrínsecas a los objetos matemáticos, que a su vez hacen que algunos de ellos tengan un mayor “peso” en esta macro-estructura e incite a plantear nuevas preguntas que ayuden al niño a avanzar en su aprendizaje, siempre desde el enfoque de la experimentación con el entorno que le rodea, haciendo uso de todos sus sentidos y partiendo de su interés y curiosidad.

Desde este enfoque, surgen diversos interrogantes: ¿qué aspectos deberían considerarse para planificar y gestionar prácticas de enseñanza de las matemáticas en las primeras edades desde el conexionismo?; ¿todos los contextos de enseñanza-aprendizaje favorecen la creación de redes neuronales interconectadas que contribuyan, en última instancia, a una mayor comprensión del conocimiento matemático?; ¿qué beneficios conlleva este planteamiento respecto a los métodos de enseñanza más habituales en las aulas?, entre otros.

Para poder dar respuesta a estos interrogantes, el conexionismo recomienda el establecimiento de relaciones diversas que favorecen la actividad neuronal. Hay determinadas prácticas matemáticas que contribuyen en mayor medida que otras al aprendizaje de forma conectada, por lo tanto, es necesario considerar los diferentes tipos de estímulos que interactúan en la adquisición de los conceptos. Ya se ha comentado en un principio la necesidad de interpretar el conocimiento como un todo y no como disciplinas desconectadas unas de otras. Así, pues, para llegar a conseguir mejores frutos en el desarrollo del pensamiento matemático desde las primeras edades, el NCTM (2000, p. 136) sugiere que "la conexión más importante en los primeros aprendizajes matemáticos es la existente entre las matemáticas, intuitivas, informales, que los niños han aprendido a través de sus experiencias y las que están aprendiendo en la escuela", otorgando un papel protagonista a los conocimientos previos que los niños adquieren en el marco de experiencias informales (en su vida cotidiana, jugando, cantando, etc.). Junto con este planteamiento, también sugieren que "los niños conectan frecuentemente ideas matemáticas nuevas con las anteriores, mediante el uso de objetos concretos" (NCTM, 2000, p. 136).

A partir de estas ideas, Alsina (2011, 2012) plantea distintos tipos de conexiones y diversos contextos de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en Educación Infantil. En concreto, este autor propone dos grandes tipos de conexiones: a) las conexiones entre los diferentes bloques de contenido matemático y entre los contenidos y los procesos matemáticos (conexiones intradisciplinares); b) las conexiones de las matemáticas con otras áreas de conocimiento y con el entorno (conexiones interdisciplinares).

Por otra parte, Novo (2015) plantea otros tipos de conexiones, que mantienen similitudes importantes con las anteriores:

- *Conexiones conceptuales:* son las encargadas de producir nexos entre contenidos matemáticos diversos (identificaciones de cualidades sensoriales, de cantidades de la serie numérica, de formas, de situaciones espaciales, de aspectos de medida, de semejanzas y diferencias entre escenas; agrupaciones según un criterio; asociación de número y cantidad; discriminaciones de cantidades, de formas, de aspectos de medida; relaciones diversas como emparejamientos de objetos iguales, clasificaciones, seriaciones, ordenaciones, comparaciones de objetos; representaciones gráficas sencillas*;* e iniciación al lenguaje matemático). Se vinculan a las conexiones entre contenidos matemáticos planteadas por Alsina (2012, p. 9), "en las que los bloques de contenidos constituyen un campo integrado de conocimiento".
- *Conexiones prácticas:* establecen relaciones entre las matemáticas y el entorno. En muchas ocasiones se presentan las matemáticas relacionadas con aspectos cotidianos, en concreto la utilidad de los números en el día a día. Se considera también la utilización de cuentos, juegos y material didáctico en la actividad de aula, favoreciendo el desarrollo de aspectos lógicos, numéricos, geométricos, etc. Se vinculan principalmente a las conexiones entre las matemáticas y la vida cotidiana planteadas por Alsina (2012, p. 14), donde "se trata de descubrir las matemáticas que hay en la vida cotidiana para favorecer que los niños y niñas aprendan a verlas, a interpretarlas, a comprenderlas, para que progresivamente puedan desarrollarse mejor en este contexto"
- *Conexiones docentes:* son las encargadas de establecer vínculos entre diversos conceptos matemáticos a través de una metodología activa y de vivenciar las experiencias matemáticas vinculadas con otras materias: psicomotricidad, música, lengua, etc. Se vinculan a las conexiones entre las matemáticas y otras disciplinas planteadas por Alsina (2012, p. 12), que parte de la base que "una actividad es interdisciplinar cuando se usan diferentes disciplinas para construir saberes adecuados, sin infravalorar los conocimientos de ninguna de las disciplinas usadas".

Alsina (2011), señala que las conexiones matemáticas tienen distintas funciones: 1) *función formativa* (cuando los niños y niñas pueden conectar ideas matemáticas, su comprensión mejora); 2) *función* *instrumental* (permite utilizar el conocimiento matemático en otras disciplinas), 3) *función aplicada* (relaciona las matemáticas con la vida cotidiana); y 4) *función evaluativa* (estudia cómo evoluciona la construcción del pensamiento matemático de los más pequeños). A partir de los aspectos descritos, se analizan las características de una actividad diseñada desde esta perspectiva y su nivel de eficacia para desarrollar el pensamiento matemático de los niños de las primeras edades.

4. Análisis de una práctica matemática en Educación Infantil basada en el conexionismo

La práctica que se analiza a continuación está extraída del estudio realizado sobre las tareas docentes del profesorado de un colegio público y que se enmarca dentro de una tesis doctoral presentada en la Universidad de Valladolid por Novo (2015).

4.1. Contexto de la actividad

La experiencia docente ha sido llevada a cabo en el Colegio Público “Federico García Lorca”. Se ha elegido dicho colegio porque ya se había tenido un primer contacto con el centro en un trabajo previo a esta investigación. Se había realizado una entrevista a dos de las maestras del equipo de educación infantil y se constató la evidencia de su interés por la innovación educativa y, por tanto, abiertas a nuevos modelos de enseñanza-aprendizaje que estén fundamentados teóricamente. Además, al plantear la posibilidad de realizar experiencias matemáticas desde la perspectiva del conexionismo todo el equipo de infantil estaba de acuerdo.

Todas las profesoras tenían especial interés por la docencia en matemáticas, trabajaban “un calendario matemático” confeccionado por todas ellas. Cada día de la semana, para cada nivel de educación infantil, se realizaba la experiencia que marcaba dicho calendario. En el curso 2011-2012 y 2012-2013 además del Plan de formación del centro, participaron en el Proyecto Fiaval (colaboración con un centro educativo portugués) y Programa Arce “Aprender a cooperar, cooperar para aprender” (proyecto del MEC para intercambiar experiencias con un colegio de Palma de Mallorca).

Para el análisis que detallamos a continuación se ha elegido una implementación de esta metodología llevada al aula de 3 años, con un total de 23 niños y niñas de primero de educación infantil.

Para la recogida de datos y su posterior análisis hemos usado como instrumentos: una grabación en vídeo de catorce minutos de duración, registros de la profesora que ha llevado a cabo la implementación y anotaciones de una observadora externa (encargada también de realizar la grabación).

4.2. ¿Cómo se realiza la actividad?

Previamente a la actividad que a continuación detallamos, es conveniente remarcar que los alumnos ya han realizado tareas previas de descubrimiento y exploración de los objetos que conforman la experiencia (cuadrados, círculos, triángulos y cantidades de elementos 1, 2 y 3), han trabajado con materiales manipulativos y han hecho pequeñas indagaciones sobre estos objetos buscándolos en el aula, describiendo sus características y fomentando la relación de la matemática con la vida cotidiana a través del entorno cercano.

La actividad consta de dos partes: en la primera parte los alumnos clasifican formas geométricas, identifican y discriminan formas, cuentan y reconocen cantidades elementales de elementos (1, 2, 3); y en la segunda realizan "sudokus". En ambos casos, los alumnos están sentados en el suelo formando un corro.

Para la primera parte la maestra dispone de un aro rojo pequeño y otro aro amarillo grande, distintas formas geométricas de mismo tamaño pero distinto color (tres cuadrados rojos, tres cuadrados azules y tres círculos verdes) y tres tarjetas con las grafías de los números 1, 2 y 3.

Para la segunda parte los materiales elegidos son un tablero grande verde con nueve casillas para realizar un "sudoku" con las formas, hojas con tableros tres por tres y ternas de tarjetas identificativas pequeñas de distintas formas y colores, pero del mismo tamaño (círculos verdes, círculos rojos, cuadrados azules oscuros, cuadrados azules claros, cuadrados rojos y triángulos amarillos). También se dispone de etiquetas con imágenes de múltiples objetos de la vida cotidiana para colocar en tablas tres por tres en hojas para trabajo individual.

La secuencia de intervención docente ha tenido en cuenta una serie de etapas/fases ejemplificadas a continuación y que se podrían trasladar fácilmente a otro tipo de actividad:

- Presentación de las formas geométricas en la alfombra de la asamblea (círculos y cuadrados).
- Descubrimiento de las cualidades de las formas de la alfombra, por turnos (los alumnos reconocen las formas y las describen, comentando cuántas hay, de qué color son, qué tamaño tienen,…).
- Colocación de las formas en los aros por turnos, siguiendo las indicaciones de la maestra; por ejemplo, en el aro pequeño un círculo y en el aro grande dos cuadrados. En esta parte, la maestra formula distintas preguntas para ayudar a descubrir e identificar las formas solicitadas.
- Periodo de diálogo entre la maestra y los niños, dando lugar a "conversaciones matemáticas" sobre las experiencias vividas.
- Asociación de la cantidad con las formas geométricas en la que los niños se inician en la serie numérica del 1, el 2 y el 3. Una vez colocadas las formas en los aros, deben asociar la tarjeta correspondiente al cardinal de los conjuntos contenidos en el aro pequeño y en el aro grande.
- En un tablero tres por tres hay que completar un "sudoku de formas" entre todos (círculos, cuadrados y triángulos), en el que en cada fila y en cada columna no se puede repetir la misma forma geométrica con el mismo color.
- Necesidad de llevar las experiencias colectivas a una experiencia personal. Realización del sudoku de formas de modo individual.
- Conexión con la vida cotidiana. Se trabajan los sudokus con elementos de la vida cotidiana.

Mostramos a continuación la transcripción de la primera parte (los nombres de los alumnos son ficticios):

> Maestra: "Todos calladitos ¿vale?, sólo sale el que yo vaya diciendo, vamos a ir por turnos todos, ¿vale? "Empezamos en María1 ¿de acuerdo? para allá, hacia allá vamos a ver María1, vamos a ir poniendo en el círculo pequeño círculos y en el círculo grande cuadrados ¿vale? Venga. En el círculo pequeño, círculos." Hay una niña que interrumpe la comunicación cuando la maestra pide a María1 que coloque círculos en el aro pequeño y, por ello, la profesora le pide que se esté quieta.
> Maestra: "Estate quieta María2, vamos.
> María1 se acerca a las formas geométricas, que están apiladas, y elige un círculo verde y lo coloca en el aro pequeño, se retira a su sitio.
> Maestra: "Venga, María3, rápido, en el pequeño círculos, en el grande, cuadrados, ¿Dónde lo ponemos?"

María3 elige un cuadrado azul, se queda un poco pensando y lo coloca en el lugar adecuado.
Maestra: "Muy bien.María4 ahora vas a poner tú otro cuadrado, pero me vas a decir qué figura coges y ¿por qué la pones ahí? Venga tienes que decirlo."
María4 se acerca a coger una figura y la maestra le dice:
Maestra: "María4, esa es igual que la que tenemos, coge otra que sea distinta, vale, ¿qué figura coges?"
María4: "El triángulo."
Maestra:" Mira para allá y díselo a la observadora externa. ¿Qué figura has cogido? ¿Es un triángulo? ¿Es un círculo o un cuadrado? ¿Qué es?
La profesora con sus indicaciones ayuda a María4 a reconocer el cuadrado.
María4: "Cuadrado."
Maestra: "¿Por qué es un cuadrado? porque tiene,…"
María4: "Cuatro lados." Maestra: "Vamos a verlos, márcalos."
María4 va pasando sus dedos por los lados y, a la vez, en voz alta, va diciendo los números.
María4: "Uno, dos, tres, cuatro."
Maestra: "Esto son cuatro esquinitas, ¿vale? Ponle donde van los cuadrados."
María4 sitúa el cuadrado rojo encima del azul.
Maestra: "Pero no le pongas encima, ponle al lado que le vamos a ver."

Figura 2. Los cuadrados en el círculo amarillo y los círculos en el círculo rojo

Maestra: "Bueno pues nos vamos a fijar en lo que hemos puesto aquí. María5, ven aquí, te voy a dar unos cartelitos y tú me pones uno o dos si hay un cuadrado, dos cuadrados o un círculo o dos círculos, a ver, espera, que no te he dicho lo que hay que hacer, sepárate un poquito, voy a poner aquí tres numeritos y los círculos coge el número que hay, de círculos, ¿cuántos hay?"

La maestra coloca tres tarjetas donde aparecen escritos el 1, el 2 y el 3 y María5 coge el número 3.

Figura 3. Asociación de número y cantidad

Maestra: "Ese, a ver, María5, ¿qué número es? ¿Le conoces? ¿Cómo se llama?"
María5: "El tres."
Maestra: "Pero el tres, ¿hay tres círculos?"
María5: "No."
Maestra: "No, pues, fuera, no nos vale, coge los círculos que hay."
María5 se acerca a las tarjetitas y, esta vez, escoge el 1.
María5: "Uno."
Maestra: "Uno, pues muy bien. Lo pones delante, estupendo."
María5 se acerca al aro pequeño rojo con un círculo y coloca el 1 al lado.
Maestra: "María6, ven aquí."
María6 es de otro país y todavía no conoce muy bien el idioma. La maestra se acerca al aro grande amarillo con dos cuadrados y señalando el 2 y el 3…
Maestra: "María6, ¿Cuántos hay aquí? ¿Este o este?"
María6: "Uno."
Maestra: "No, uno no, dos, ¿cuál es el dos?"
María6 señala con el dedo la tarjeta del 2.
María6: "Ése."
Maestra: "Ése, pues, ponle ahí, fenomenal. Vete para allá."

Para llevar a cabo la segunda parte de la actividad, la maestra retira los aros y los cartelitos de los números y se queda con el círculo verde y los dos cuadrados, el rojo y el azul, y saca un tablero con una cuadrícula de tres por tres. Posteriormente, la maestra explica la dinámica del juego, "sudoku de formas". En todas las filas y columnas deben estar los tres elementos y no repetir ninguno.

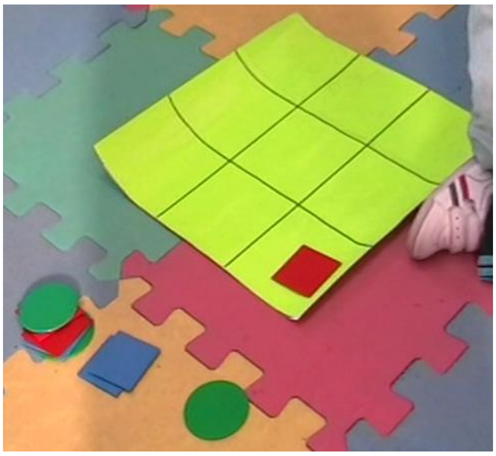

Figura 4. Sudoku de formas

Primeramente, se resuelve el sudoku en la asamblea, en la que, por turnos, se pone una pieza cada vez; luego filas enteras, por turnos. Finalmente, el tablero entero es cumplimentado por algún alumno. Y se pasa al trabajo individual, ampliando las tarjetas con distintas formas y colores. También se utilizan etiquetas de objetos diversos para seguir completando "sudokus".

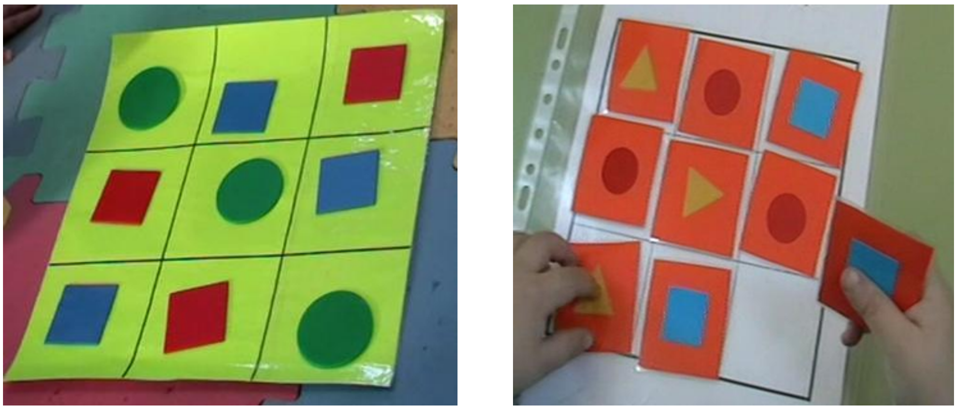

Figura 5. Sudoku completado por todos los niños y las niñas y trabajo individual (izquierda y derecha respectivamente)

4.3. Análisis de los conceptos conexionados

Una vez mostradas las dos partes de la actividad, pasamos a analizar las conexiones que en ellas se encuentran y que los niños han podido trabajar previamente en el aula. Para mostrar con mayor facilidad el análisis, tal como se ha indicado en el marco teórico, estas conexiones deben clasificarse en dos tipos distintos: las “neuronas” (o “unidades de aprendizaje”), en las que determinaremos qué conceptos matemáticos se trabajan o qué acciones realizan los niños con respecto a estos conceptos y “los nexos entre las neuronas”, es decir, los “puentes entre unidades de aprendizaje”, propiamente llamadas conexiones, que se entienden como las relaciones establecidas a través de acciones realizadas por los niños entre los distintos tipos de unidades de aprendizaje.

En la primera parte se han identificado conexiones entre conceptos y procesos matemáticos. Como “unidades de aprendizaje” relacionados con conceptos matemáticos se han encontrado evidencias entorno a las formas geométricas (triángulos, cuadrados, círculos), tamaños de formas (grande, pequeño), números (1, 2, 3) y conceptos asociados con la localización “en el círculo” como equivalente a “dentro del círculo”). Y en relación a las “unidades de aprendizaje” asociadas a procesos o acciones matemáticas se han localizado las siguientes:

- Identificaciones de formas.
- Comprensión de normas y retos para comprender en qué consiste una clasificación.
- Discriminación y trazado de formas planas: círculo y cuadrado (esta acción viene precedida de la instrucción de la maestra, que pide a los niños que cojan una forma geométrica).
- Ubicación en el espacio (una vez cogida y clasificada la figura correspondiente, deben colocarla en el sitio correspondiente).
- Identificación de los números 1 , 2 y 3.
- Interés por el conteo y la cardinación.
- Abstracción matemática, argumentación y comunicación. Se incide en que los alumnos comuniquen el resultado de sus acciones usando lenguaje matemático adecuado, y se fomenta que escuchen las explicaciones de los demás. Cuando la maestra pregunta por qué es un cuadrado la forma geométrica a María4, la alumna explica y comprueba que tiene un cuadrado).

A lo largo de toda la actividad precedente, la maestra construye los “puentes” necesarios entre las distintas “unidades de aprendizaje”, esto es, plantea las preguntas adecuadas para que los niños establezcan conexiones que relacionen en paralelo conceptos matemáticos con otros conceptos matemáticos o con acciones matemáticas y acciones matemáticas con otras acciones matemáticas. Teniendo en cuenta la clasificación de Novo (2015), estas conexiones pueden ser clasificadas en:

- Conexiones conceptuales: discriminación, clasificación y trazado de formas. Asociación de número y cantidad (a modo de ejemplo, cuando la maestra pide a María5 que asocie un número a cada conjunto dependiendo de su cardinal). Identificación y trazado de los números 1 y 2. Realización de la serie numérica de los números 1 y 2.
- Conexiones prácticas: interés por conocer los números y su utilidad. Importancia de la comunicación utilizando el lenguaje matemático adecuado y animando a prestar atención a las justificaciones de los otros niños.
- Conexiones docentes: Abstracción matemática y argumentación favorecidos por los nexos establecidos por la profesora. Metodología activa en la que participan todos los niños, en la asamblea practicando todas las conexiones entre los conceptos que se han indicado anteriormente.

Análogamente, en la segunda parte de la actividad, un análisis pormenorizado nos permite establecer las siguientes conexiones:

Como “unidades de aprendizaje” relacionadas con conceptos matemáticos se tienen formas geométricas de diversos colores (cuadrados rojos, cuadrados azules y círculos verdes), ampliando a más formas y colores realizando actividades parecidas, conceptos asociados a la orientación (“coloca al lado de…”, “pon en fila…”), en la realización de los “sudokus”, cumplimentando tablas tres por tres en las que cada forma o cada etiqueta de objeto figura una sola vez.

Como “unidades de aprendizaje” asociadas a procesos o acciones matemáticas:

- Identificaciones de formas geométricas.
- Comprensión de las normas ante el planteamiento del juego del “sudoku” (la profesora explica cómo se tiene que completar).
- Uso del lenguaje matemático adecuado para discriminar las formas planas.
- Ubicación espacial (una vez elegida la figura geométrica se sitúa al lado de la que corresponde).
- Localización. Detrás de cada tarjeta identificativa de los “sudokus individuales” hay un símbolo. Cada tarjeta tiene dos caras delante y detrás, cuando van a guardar las tarjetas en bolsitas con su correspondiente tabla, se colocan “por delante o por detrás” de la tabla).
- Discriminación del primero y último (al ir rellenando los “sudokus” por filas)
- Razonamiento y prueba: Discriminación de las distintas filas (acción que consiste en ir completando con las formas o los objetos cada tira).
- Comunicación: se fomenta que escuchen las explicaciones de los demás.
- Cumplimentación de tablas (“sudokus”, tres por tres siguiendo criterios de color y forma, por ejemplo eligiendo tres colores entre (rojo, verde, amarillo, azul) y tres formas entre (círculo, cuadrado triángulo, rectángulo). Otras se completan con etiquetas de objetos relacionados con el entorno de los niños y las niñas, como aparece en la figura 6.
- Identificación de objetos iguales.
- Reconocimiento de “símbolos iguales” (las nueve etiquetas de cada “sudoku individual” se guardan en una funda con su tabla, aparece dibujado el mismo símbolo detrás de cada tarjeta identificativa y en dicha lámina).

Figura 6. Recogida del material didáctico

Como en la primera parte de la presente actividad los niños vuelven a establecer conexiones tanto entre conceptos como entre conceptos y acciones matemáticas gracias a pequeñas sugerencias de la maestra, verbalizando todas las situaciones experimentadas. A modo de ejemplo la maestra sugiere a uno de los niños que reúna las piezas que faltan para completar la última fila y colocar en el lugar correspondiente. Las acciones que los niños conexionan son la discriminación de última y la ubicación de una sola tarjeta en el sitio adecuado. Análogamente según Novo (2015), estas conexiones pueden ser clasificadas en:

- Conexiones conceptuales: discriminación de formas geométricas. Ubicadores espaciales: delante, detrás, primero, último. Identificación de objetos iguales. Realización de tablas según color y forma.
- Conexiones prácticas: comprensión de las normas ante el planteamiento del juego del “sudoku”. Comunicación: se fomenta que escuchen las explicaciones de los demás. Uso del lenguaje para matemático para discriminar las formas.
- Conexiones docentes: razonamiento y prueba para discriminar las distintas filas (acción que consiste en ir completando con las formas o los objetos cada tira). Metodología interactiva en la que todos los niños participan con los demás y con la profesora que es la que establece los nexos para ayudar a argumentar, razonar… Importancia del paso de las experiencias en la asamblea al trabajo individual para poder comprobar el desarrollo del pensamiento lógico matemático de los más pequeños.

5. Consideraciones finales

En este artículo se ha presentado una actividad que ha sido diseñada desde la perspectiva del conexionismo. Se han encontrado evidencias relativas a los tres tipos de conexiones planteadas por Novo (2015).

En relación a las conexiones conceptuales, se ha observado como los niños realizan asociaciones de cantidad, identificaciones de aspectos numéricos, identificaciones de formas, identificaciones de aspectos iguales, discriminaciones de formas, trazado de números, realización de tablas, etc. Poco a poco, pues, los alumnos van adquiriendo de forma progresiva la noción de cantidad, y están más familiarizados con el conteo. Cabe señalar que el material utilizado (“sudokus”) ha motivado y facilitado la realización de la actividad, y ha permitido establecer conexiones entre los conceptos.

Respecto a las conexiones prácticas, se ha percibido que mediante las actividades motrices se facilita la adquisición de las nociones relativas a la posición relativa en el espacio (los niños colocan los objetos dentro de… con sus manos). En algunas ocasiones, los niños no son capaces de expresar con palabras determinadas nociones, pero sí que las expresan con las manos, en otras actividades, con el cuerpo, etc. También se ha observado que descubren los objetos y sus características mediante la manipulación, a través de los sentidos. Asimismo, en la actividad analizada, continuamente se han producido relaciones con situaciones de la vida cotidiana para contar, repasar grafías, completar lo que falta, indicar cuántos hay, buscar la tarjeta que indica cuántos objetos se tienen, comprobar contando,…Todo ello ha favorecido la enseñanza-aprendizaje de los números.

Finalmente, en relación a las conexiones docentes, se ha podido comprobar que a los niños no les cuesta trabajar varios conceptos de forma simultánea en situaciones en las que la maestra plantea diversos interrogantes, cuando estos están bien planteados. En este sentido, es necesario indicar que cuando se produce una situación de dificultad por parte de varios niños, a menudo no es debido a que la actividad sea dificultosa porque conexiona varios contenidos, sino porque la maestra no expresa adecuadamente esa actividad. En ocasiones, la maestra suele utilizar sinónimos o expresiones que los niños no acaban de entender y eso puede llevar al fracaso de la actividad. El lenguaje, pues, debería ser muy preciso. En nuestro estudio, por ejemplo, se ha observado que la maestra intenta utilizar un lenguaje lo más ajustado posible a la actividad que se desarrolla, introduciendo el vocabulario nuevo necesario para que los niños se familiaricen con él y lo incorporen a sus expresiones habituales. Por ello, es frecuente que en sus conversaciones, en los rincones, juegos o en el patio, utilicen términos y expresiones que se han trabajado en el aula. Siguiendo todavía con el análisis de la comunicación en el aula, se ha observado también que en términos generales, a los niños les cuesta expresar lo que realmente viven, por falta de vocabulario, sobre todo en el primer nivel. En cambio, los alumnos de tercer curso son ya capaces de relatar correctamente sus vivencias y explicar adecuadamente las experiencias realizadas. Otro dato interesante es que cuando en el desarrollo de una actividad, un grupo bastante numeroso de alumnos no consigue la realización correcta de la misma, suele ocurrir que los niños entienden mejor las aclaraciones (explicaciones, interpretaciones) de sus propios compañeros que las repeticiones de la profesora. Se deduce, pues, que fomentar las interacciones entre los propios niños puede favorecer el éxito de la actividad. Finalmente, en relación a la representación escrita, se comienza trabajando representaciones plásticas y gráficas de las distintas propiedades trabajadas. En un principio estas representaciones son muy simples (tarjetas identificativas y pictogramas) pero son fundamentales para poder pasar a la etapa simbólica. Estos procesos ayudan a interpretar diferentes códigos, estableciendo relaciones entre los elementos que los componen y las relaciones generadas favorecen el establecimiento de conexiones.

Una vez analizados los distintos tipos de conexiones, se concluye con una breve valoración acerca del aprendizaje de los alumnos y del papel de la maestra. En cuanto al rendimiento del alumno se valora fundamentalmente mediante su observación sistemática. En este seguimiento se comprueban todas las funciones de las conexiones planteadas por Alsina (2011): formativa, instrumental, aplicada y evaluativa.

Los niños que han sido capaces de precisar un mayor número de diferencias entre objetos, de establecer más relaciones o de precisar más detalles en una observación, han presentado mayor facilidad para asimilar conceptos abstractos. Se ha observado también que todos los aprendizajes que resultan más complicados para los alumnos, se deberían presentar de forma periódica y con diferentes tipos de actividades para favorecer su adquisición.

La actividad analizada ha proporcionado una progresión en el conocimiento de los conceptos trabajados, logrando su interiorización y ayudando a su evocación posterior. Cada vez han seguido instrucciones más complejas porque la docencia es más transversal, pero a la vez se han producido aprendizajes de conceptos conexionados entre sí y, por tanto, aprendizajes más eficaces. Los alumnos han identificado mejor los códigos. Ha aumentado su curiosidad por conocer cosas nuevas, por descubrir, experimentando, lo que les rodea, sentando las bases de su pensamiento lógico matemático. En las "conversaciones matemáticas" se ha notado una mayor anticipación de respuestas acertadas. Además, el hecho de que los niños hayan podido emitir respuestas sobre diversos contenidos, que están conexionados, en un intervalo temporal corto, ha favorecido una actitud de respeto y valoración sobre las intervenciones de sus compañeros.

Por último, en lo que se refiere al papel de la maestra en la gestión de la práctica educativa de aula, se puede afirmar que su realización ha permitido que los niños hayan estado atentos y, cuando esto no ha ocurrido, no es tanto porque se trate de una actividad con conexión de conceptos, sino porque están centrados en algún material que les atrae, en un compañero o en cualquier otro aspecto por insignificante que parezca. Las tareas docentes se han desarrollado en un clima de seguridad, confianza, participación y colaboración. Tanto los niños como la maestra han sentido que pertenecen a un grupo de trabajo. En un clima distendido, acogedor y participativo, los niños se han sentido cómodos, y no han tenido reparos en preguntar y comentar cualquier cosa que se les ocurre.

En síntesis, esta forma de trabajar en el aula ha favorecido la comprensión profunda de todos los conocimientos matemáticos experimentados, que es una de las principales finalidades de la educación matemática infantil.

Bibliografía

Alsina, Á. (2009). El aprendizaje realista: una contribución de la investigación en Educación Matemática a la formación del profesorado. En M.J. González, M.T. González y J. Murillo (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XIII* (pp. 119-127). Santander: SEIEM.

Alsina, Á. (2011). *Aprendre a usar les matemàtiques. Els processos matemàtics: propostes didàctiques per a l'Educació Infantil*. Vic: Eumo Editorial.

Alsina, Á. (2012). Hacia un enfoque globalizado de la educación matemática en las primeras edades. *Números*, 80, 7-24.

Canseco, J. (2007). Redes neuronales y conexionismo en las neurociencias. *Metábasis. Filosofia y comunicación* (en línea) II, 3, (pp. 1-9). Recuperado el 10 de septiembre de 2016, de: http://www.metabasis.it/articoli/3/3_Canseco.pdf

Caño, A. y Luque, J. L. (1995). Un nexo entre las neurociencias y las ciencias cognitivas. *Philosofica Malacitana. Suplemento nº 3. Filosofía y Ciencias Cognitivas* (pp. 37-49).

Cobos, P. L (2005). *Conexionismo y cognición*. Madrid: Pirámide.

Crespo, A. (2007). *Cognición humana: mente, ordenadores y neuronas*. Madrid: Ed. Ramón Areces Universitari.

Devlin, K. (2002). *El lenguaje de las matemáticas*. Barcelona: Ediciones Robinbook.

Freudenthal, H. (1991). *Revisiting mathematics education*. Dordrectht: Kluwer Academic Publishers.

Gagné, R.M. (1970). *Las condiciones del aprendizaje*. Madrid: Aguilar.

Lovell, K. (1999). *Desarrollo de los conceptos básicos matemáticos y científicos en los niños*. Madrid: Morata.

Marín, M. (2013).*Cuentos para aprender y enseñar Matemáticas*. Madrid: Narcea

MEC (2008). ORDEN ECI/3960/2007, de 19 de diciembre, por la que se establece el currículo y se regula la ordenación de la educación infantil. Recuperado el 10 de septiembre, de: https://www.boe.es/boe/dias/2008/01/05/pdfs/A01016-01036.pdf

McLeod, P., Plunkeett, K. & Rolls, E. T. (1998). *Introduction to connectionist modelling of cognitive processes*. New York: Oxford University Press.

NCTM (2003). *Principios y estándares para la educación matemática*. Sevilla: SAEM Thales.

NCTM (2015). De los principios a la acción. Para garantizar el éxito matemático de todos. Reston, VA: NCTM.

Novo, M. L. (2015).*Análisis de la educación matemática infantil desde la perspectiva del conexionismo*. Tesis doctoral. Universidad de Valladolid. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y de la Matemática.

Peña, N., Novo, M. L., Delgado, J. & Marqués, A. (2015). Learning in the city from different visual perspectives. En L. Varga (ed.), *Early Childhood Education International Research Report* (p. 197-223). Sopron, Hungría: University of West Hungary. Recuperado el 12 de octubre de 2016, de http://www.trainingandpractice.hu/?q=en/egyebek

Rumelhart et al. (1992). *Introducción al procesamiento distribuido en paralelo*. Madrid: Alianza.

Saá, M. D. (2002). *Las matemáticas de los cuentos y las canciones.* Madrid: EOS.

Sarama, J. & Clements, D. H. (2009). *Early Childhood Mathematics Education Research. Learning Trajectories for Young Children*. New York, NY: Routledge.

Siemens, G. (2004). Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age. Elearnspace. Recuperado el 13 de octubre de 2016, de http://www.elearnspace.org/ Articles/connectivism.htm

María Luisa Novo. Profesora de Didáctica de las Matemáticas en la Universidad de Valladolid. Su interés mayor es la investigación en Educación Matemática Infantil y en la formación del profesorado en este nivel educativo y en Educación Primaria**.**
Dirección electrónica: marialuisa.novo@uva.es

Ainhoa Berciano. Profesora del Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea. Sus líneas de investigación se centran en la enseñanza-aprendizaje de la matemática en Educación Infantil y en la formación de profesorado.
Dirección electrónica: ainhoa.berciano@ehu.eus

Ángel Alsina. Profesor de Didáctica de las Matemáticas en la Universidad de Girona. Sus líneas de investigación están centradas en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en las primeras edades y en la formación del profesorado. Ha publicado artículos y libros sobre cuestiones de educación matemática, y ha llevado a cabo actividades de formación permanente del profesorado de matemáticas en España y América Latina.
Dirección electrónica: angel.alsina@udg.edu