

<http://www.fisem.org/www/index.php>  
<https://union.fespm.es/index.php/UNION>

## Conexiones matemáticas a través de actividades STEAM en Educación Infantil

Ángel Alsina

Fecha de recepción: 18/11/2019  
 Fecha de aceptación: 15/04/2020

<p><b>Resumen</b></p>	<p>Las orientaciones internacionales contemporáneas sobre educación matemática preconizan que es necesario trabajar las matemáticas de forma conectada e interdisciplinar, por lo que la educación STEAM se convierte en un escenario idóneo para dar respuesta a este planteamiento en el que las conexiones matemáticas adquieren especial relevancia. En este sentido, en la primera parte de este artículo se presentan diversas orientaciones que se deberían considerar para la planificación, gestión y evaluación de actividades STEAM que promuevan las conexiones matemáticas; y en la segunda parte se muestra la implementación de diversas actividades STEAM en diversas aulas de Educación Infantil atendiendo a estos criterios.  <b>Palabras clave:</b> conexiones matemáticas, competencia matemática, educación STEAM, desarrollo profesional, Educación Infantil.</p>
<p><b>Abstract</b></p>	<p>Contemporary international guidelines on mathematical education indicate that it is necessary to work mathematics in a connected and interdisciplinary way, so STEAM education becomes an ideal framework to respond to this approach in which mathematical connections acquire special relevance. In this sense, in the first part of this article several orientations for the planning, management and evaluation of STEAM activities that promote mathematical connections are offered; and in the second part, various STEAM activities implemented in different Infant Education schools are presented, meeting these criteria.  <b>Keywords:</b> mathematical connections, mathematical competence, STEAM education, professional development, Early Childhood Education.</p>
<p><b>Resumo</b></p>	<p>As diretrizes internacionais contemporâneas sobre educação matemática indicam que é necessário trabalhar matemática de maneira conectada e interdisciplinar, para que a educação STEAM se torne uma estrutura ideal para responder a essa abordagem na qual as conexões matemáticas adquirem relevância especial. Nesse sentido, na primeira parte deste artigo, são oferecidas várias orientações que devem ser consideradas para o planejamento, gerenciamento e avaliação das atividades do STEAM que promovem conexões matemáticas; e na segunda parte, são apresentadas várias atividades do STEAM implementadas em diferentes escolas de Educação Infantil, atendendo a esses critérios.  <b>Palavras-chave:</b> conexões matemáticas, competência matemática, educação STEAM, desenvolvimento profissional, educação infantil.</p>

## 1. Introducción

En el ámbito de la educación matemática se ha producido una transformación de los currículos desde una visión tradicional orientada a la adquisición de contenidos hacia un enfoque renovado cuya finalidad es el desarrollo progresivo de la competencia matemática. Este cambio de orientación responde a la necesidad de alfabetizar a los estudiantes para que, más allá de saber resolver adecuadamente ejercicios que plantean los libros de texto, tengan habilidades para usar de manera comprensiva las matemáticas cuando las precisan. En otras palabras, se pretende que junto con el éxito académico, los estudiantes adquieran herramientas que les permitan desenvolverse de manera eficaz en todas las situaciones de la vida cotidiana en las que las matemáticas son necesarias (Alsina, 2019).

Diversos autores de reconocido prestigio han subrayado la importancia de esta innovación curricular. Así, por ejemplo, de Guzmán (2001, p. 9) ya puso de manifiesto que:

En la situación de transformación vertiginosa de la civilización en la cual nos encontramos, está claro que los procesos verdaderamente eficaces de pensamiento, que no se vuelven obsoletos con tanta rapidez, es lo más valioso que podemos enseñar a nuestros jóvenes. En nuestro mundo científico e intelectual tan rápidamente mutante vale mucho más proveerse de procesos de pensamiento útiles que de contenidos que rápidamente se convierten en ideas inertes ...

Para este autor la matemática es, sobre todo, saber hacer, es una ciencia en la que el método predomina claramente sobre el contenido. Por este motivo considera que los procesos de pensamiento matemático son el centro de la educación matemática. En una línea similar, Niss (2002) señala la necesidad de substituir los currículos de matemáticas orientados a la adquisición de contenidos, ya que se centran exclusivamente en la adquisición de símbolos y de técnicas, por currículos orientados al uso significativo de estos contenidos en una variedad de situaciones en las que las matemáticas pueden desempeñar un papel.

El *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM, 2000) es uno de los organismos que más ha impulsado este enfoque competencial que enfatiza el aprendizaje de las matemáticas a través de los procesos (*thinking and doing*, como se conoce en la literatura anglosajona), frente a una enseñanza centrada en la memorización de definiciones y procedimientos. En concreto, y como resultado del trabajo compartido de profesores de matemáticas de Educación Infantil, Primaria y Secundaria; de multitud de sociedades de padres; de grupos de expertos; de seminarios de estudio; de equipos de innovación; de editoriales; de matemáticos preocupados por la enseñanza; de investigadores en educación; y responsables, en general, del currículum de matemáticas, han establecido cinco procesos matemáticos: la resolución de problemas; el razonamiento y la prueba; la comunicación; la representación; y las conexiones (NCTM, 2000). Estos procesos matemáticos ponen de relieve las formas de adquisición y uso de los contenidos matemáticos, es decir, introducen en las formas de pensar propias de las

matemáticas: razonar, argumentar, descubrir, representar, modelizar, demostrar, conectar, etc.

Este nuevo planteamiento curricular, pues, implica partir de un enfoque mucho más globalizado que no se limite a la enseñanza de los contenidos de forma parcelada, es decir, considerando los distintos temas de manera separada, sino trabajarlos de forma integrada, explorando como se potencian unos con otros y usándolos sin prejuicios. Además, exige trabajar para favorecer la autonomía mental del alumnado, potenciando la elaboración de hipótesis, las estrategias creativas de resolución de problemas, la discusión, el contraste, la negociación de significados, la construcción conjunta de soluciones y la búsqueda de formas para comunicar planteamientos y resultados. En definitiva, pues, se trata de ayudar a gestionar el conocimiento, las habilidades y las emociones para conseguir un objetivo a menudo más cercano a situaciones funcionales y en contextos de vida cotidiana que a su uso académico (Alsina, 2012).

En este marco, las conexiones matemáticas adquieren un especial protagonismo, ya que además de promover la interconexión entre contenidos, incentivan el trabajo conjunto con otras áreas de conocimiento como la ciencia, la tecnología, la ingeniería, las artes, las humanidades y las ciencias sociales en general, además de establecer vínculos estrechos con el entorno para dar respuesta a las necesidades y retos de la educación del S.XXI.

## **2. Conexiones matemáticas y educación STEAM: criterios para la planificación, gestión y evaluación de actividades.**

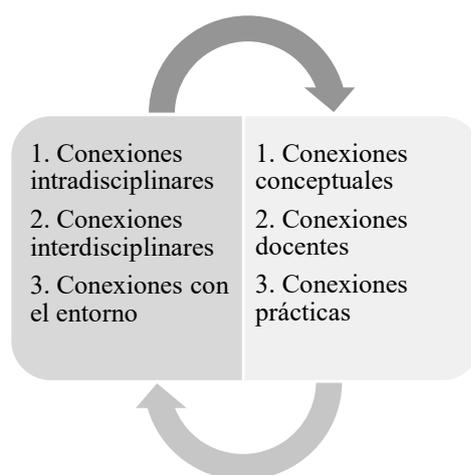
En este apartado se describen, en primer lugar, los principales tipos de conexiones matemáticas y sus vínculos con la educación STEAM, y seguidamente se ofrecen orientaciones para la planificación, gestión y evaluación de actividades STEAM en las primeras edades.

### **2.1. ¿Qué son las conexiones matemáticas? Relaciones con la educación STEAM**

Alsina (2014) señala que las conexiones matemáticas se refieren a las relaciones entre los diferentes temas de contenido matemático y entre los contenidos y los procesos matemáticos (intradisciplinariedad); las relaciones de las matemáticas con otras áreas de conocimiento (interdisciplinariedad); y las relaciones de las matemáticas con el entorno que nos rodea (enfoque globalizado). Para este autor, aprender matemáticas desde esta triple visión -intradisciplinar, interdisciplinar y de manera globalizada- es uno de los principios fundamentales del aprendizaje de las matemáticas.

Posteriormente, Novo, Alsina, Marbán y Berciano (2017) vinculan las conexiones matemáticas con el conexionismo, que preconiza una enseñanza global en la que se sustituye el desarrollo de contenidos siguiendo una secuencia temporal por un desarrollo global. En este sentido, a partir de un estudio con 271 niños de los distintos niveles de Educación Infantil (3-6 años), establecen tres tipos de conexiones

matemáticas: 1) conexiones conceptuales: son las encargadas de producir nexos entre contenidos matemáticos diversos; 2) 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; 3) conexiones prácticas: establecen relaciones entre las matemáticas y el entorno. Esta categorización, de hecho, mantiene un fuerte paralelismo con la clasificación previa establecida por Alsina (2014), tal como puede apreciarse en la figura 1.



**Figura 1. Tipos de conexiones matemáticas (Alsina, 2014; Novo, Alsina, Marbán y Berciano, 2017)**

Las conexiones matemáticas tienen ya una larga tradición en la investigación en educación matemática. Así, por ejemplo, desde la Educación Matemática Realista (EMR), Freudenthal (1991) plantea el Principio de Interconexión, según el cual los temas matemáticos se deben conectar unos con otros. Anteriormente, este mismo autor ya avanzó que lo que realmente importa es saber cómo encaja el tema en todo el cuerpo de la enseñanza matemática, si se puede o no integrar con todo, o si es tan estrafalario o aislado que, finalmente, no dejaría ninguna huella en la educación (Freudenthal, 1982).

El NCTM (2000), como ya se ha indicado, considera las conexiones como uno de los cinco procesos matemáticos fundamentales que deberían trabajarse en todas las edades: para este organismo, los programas de enseñanza de todas las etapas deberían capacitar a los estudiantes para: 1) reconocer y usar las conexiones entre ideas matemáticas; 2) comprender cómo las ideas matemáticas se interconectan y construyen unas sobre otras para producir un todo coherente; y 3) reconocer y aplicar las matemáticas en contextos no matemáticos (NCTM, 2000, p.68).

En primer lugar, las conexiones entre ideas matemáticas ponen de manifiesto que las matemáticas no son una colección fragmentada de contenidos, aunque con frecuencia se dividen y presentan así, sino que constituyen un campo integrado de

---

conocimiento (Alsina, 2014). Desde esta perspectiva, hay unas mismas estructuras matemáticas que se repiten: identificar (definir o reconocer); relacionar (comparar); y operar (transformar), y lo único que varía es el objeto matemático (Alsina, 2006, 2011). Dentro todavía de las conexiones intradisciplinarias, los estrechos vínculos entre los contenidos y los procesos matemáticos evidencian que no son conocimientos independientes de una misma disciplina sino que se interrelacionan, se retroalimentan para favorecer la competencia matemática. Al combinarse los contenidos y los procesos generan nuevas miradas que hacen hincapié no solamente en el contenido y el proceso sino y especialmente en las relaciones que se establecen entre ellos, por ejemplo al interpretar la resolución de problemas como el marco de aplicación para generar conocimientos matemáticos de distinta naturaleza, no únicamente los referidos al cálculo (Alsina, 2012).

En segundo lugar, las conexiones entre las matemáticas y las otras áreas de conocimiento ponen de manifiesto que, a pesar de que actualmente la práctica educativa más habitual sigue siendo todavía el trabajo aislado de los contenidos matemáticos, las actividades interdisciplinarias van ocupando un lugar cada vez más importante en las aulas de todas las etapas educativas. Así, las matemáticas pueden trabajarse en conexión con las ciencias, la tecnología, la ingeniería, el arte, etc., dando lugar a la educación STEAM (por sus siglas en inglés *Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics*), que proviene del enfoque STEM difundido a través del conocido informe Rocard (Rocard et al., 2007). Se trata de un enfoque de enseñanza integrado basado en la interdisciplinariedad y aplicabilidad de los conocimientos de ciencias y matemáticas para fomentar las competencias básicas en estas áreas.

Y en tercer lugar, las conexiones entre las matemáticas y el entorno evidencian que el uso de contextos reales o realistas puede contribuir a facilitar el aprendizaje de las matemáticas, pero sobre todo a comprender cuál es el sentido de las matemáticas, cuáles son sus verdaderas funciones: formativa, teniendo en cuenta que los contextos reales o realistas permiten pasar progresivamente de situaciones concretas o situaciones abstractas (matematización progresiva); instrumental, al considerar que los contextos son, en realidad, herramientas que favorecen la motivación, el interés o el significado de las matemáticas; y aplicada, al fomentar el uso de las matemáticas en contextos no exclusivamente escolares y, por lo tanto, contribuir a la formación de personas matemáticamente más competentes (Alsina, 2011, 2012; Freudenthal, 1991).

En este trabajo vamos a centrarnos en las conexiones interdisciplinarias y, más concretamente, en las conexiones matemáticas que se promueven a través de la educación STEAM. En Europa esta preocupación se puso de manifiesto con la publicación del informe *“Europe needs more Scientists”* en el inicio del siglo XXI, mientras que en USA tiene una antigua tradición, iniciada en la era post-Sputnik con el acrónimo SMET y que hoy en día ha resurgido con fuerza (Zollman, 2012). Tanto en USA como en Europa, la principal razón del interés gubernamental, empresarial y social por este enfoque interdisciplinar es la mejora de la cantidad, y más recientemente también de la calidad y diversidad, de los profesionales SMET, STEM o STEAM, que se considera imprescindible para garantizar el progreso económico y

social deseable (Couso, 2017). Así, en la diversidad de programas, informes y propuestas vinculadas a este planteamiento integrado se pueden encontrar preocupaciones análogas, que Zollman resume en: problemas para garantizar la oferta de profesionales STEAM y problemas para garantizar conocimiento e innovación de todos los trabajadores del futuro en un mundo tecnificado, junto con lo que las escuelas (y también otros agentes educativos no formales) “tienen que hacer” para solucionar estos dos problemas. En segundo término queda, en estos documentos y programas, la necesidad de alfabetización ciudadana en el ámbito científico-tecnológico.

Sin embargo, de acuerdo con Couso (2017), se asume que desde nuestra perspectiva de investigadores, formadores y docentes en educación científico-tecnológica y matemática con una postura crítica, el interés por la educación STEAM debe focalizarse también en promover la alfabetización en el ámbito STEAM para todos los estudiantes como un valor personal en sí mismo, con el propósito de proporcionarles herramientas que les permitan identificar y aplicar, tanto los conocimientos clave como las formas de hacer, pensar, hablar y sentir de la ciencia, la ingeniería, la tecnología, las artes y la matemática, de forma más o menos integrada, para comprender, decidir y/o actuar ante problemas complejos y para construir soluciones creativas e innovadoras, aprovechando las sinergias personales y las tecnologías disponibles, y de forma crítica, reflexiva y con valores.

## 2.2. Planificación y gestión de actividades STEAM para promover las conexiones matemáticas en Educación Infantil.

Alsina (2017) desarrolla un modelo para promover la alfabetización matemática en la infancia que puede extrapolarse a la alfabetización STEAM, el cual incluye seis fases (figura 2):

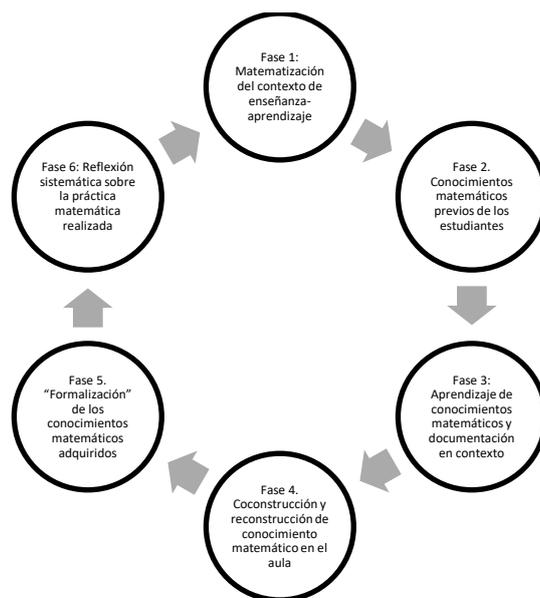


Figura 2. Modelo de Alfabetización Matemática en la Infancia (Alsina, 2017)

Para el diseño del modelo se han considerado contribuciones que provienen tanto de la investigación en educación matemática como de la investigación en educación matemática infantil en particular. En concreto, el modelo se fundamenta principalmente en las aportaciones del NCTM (2000, 2014), las declaraciones de posición sobre la educación matemática infantil de varios organismos internacionales (Asociación Australiana de Profesores de Matemáticas e Infancia, 2012; NAEYC y NCTM, 2013), así como los principios de la EMR (Freudenthal, 1973, 1991). A continuación se describen, muy sintéticamente, las distintas fases del modelo:

- Fase 1. Matematización del contexto de enseñanza-aprendizaje: se fundamenta en contribuciones de la EMR (Freudenthal, 1973, 1991) y del NCTM (2003, 2015) en relación tanto a la práctica del profesor como al diseño de la enseñanza. Se parte de la idea que: a) el punto de partida de una actividad consiste en seleccionar un contexto real o realista, con el objeto de poder partir del nivel situacional (Freudenthal, 1991); y b) una vez planificado el contexto se determinan los conocimientos matemáticos que se van a trabajar en dicho contexto (es decir, qué contenidos y a través de qué procesos).
- Fase 2. Conocimientos matemáticos previos de los estudiantes: esta fase tiene una fuerte inspiración sociocultural, ya que se asume que toda actividad debería partir de los conocimientos previos de los estudiantes. Como señaló Vigotsky (1978), si la distancia entre lo que el alumno sabe y lo que se planifica que aprenda es demasiado grande, el aprendizaje difícilmente se produce. Se asume que existen diversos recursos posibles para hacer emerger conocimientos previos en un contexto de comunicación en el aula de matemáticas, aunque uno de los más adecuados son las buenas preguntas o las preguntas efectivas (EduGains, 2011; Mercer, 2001).
- Fase 3. Aprendizaje de conocimientos matemáticos y documentación en contexto: en el Modelo de Alfabetización Matemática en la Infancia se asume que el acceso a las ideas matemáticas debería producirse en el nivel situacional, es decir, en el contexto de la situación. A medida que los estudiantes avanzan en su escolaridad, deben impulsarse otros niveles de comprensión: nivel referencial, mediante esquematización y modelos, descripciones, etc.; nivel general, mediante exploración, reflexión y generalización; y, finalmente, nivel formal, mediante procedimientos estándares y notación convencional (Freudenthal, 1991). Otro elemento interesante a considerar durante esta fase es la documentación de las acciones de los estudiantes (Malaguzzi, 2001).
- Fase 4. Co-construcción y reconstrucción de conocimiento matemático en el aula: en esta fase, los estudiantes comunican lo que han aprendido en contexto, procurando en todo momento que utilicen un lenguaje matemático adecuado, en sintonía con algunas de las principales recomendaciones sobre buenas prácticas matemáticas, que preconizan la importancia del lenguaje para describir, explicar y justificar ideas matemáticas (Asociación Australiana de Profesores de Matemáticas e Infancia, 2012). El nuevo conocimiento co-construido se contrasta con los conocimientos previos, dando lugar a la reconstrucción de conocimiento matemático.

- Fase 5. Formalización de los conocimientos matemáticos adquiridos: se promueve que los estudiantes representen de manera simbólica las situaciones concretas de la realidad (Alsina, 2006). Por esta razón, una buena práctica debería finalizar, a medida que avanzan las posibilidades de representación de los estudiantes, con la institucionalización de los aprendizajes matemáticos adquiridos. Los estudiantes deberían ir adquiriendo progresivamente herramientas que les permitan formalizar los aprendizajes a través del lenguaje escrito en general y, más adelante, del lenguaje simbólico o algebraico en particular.
- Fase 6. Reflexión sistemática sobre la práctica matemática realizada: para cerrar la secuencia de fases es imprescindible contemplar la reflexión sistemática a partir de la propia acción, con el objeto de mejorarla, tal como sugieren las principales recomendaciones sobre buenas prácticas matemáticas en Educación Infantil (Asociación Australiana de Profesores de Matemáticas e Infancia, 2012; NAEYC & NCTM, 2013).

En el siguiente apartado se ofrecen algunas orientaciones específicas para poder llevar a cabo esta reflexión sistemática, a partir del análisis de la propia práctica.

### **2.3. Análisis de actividades STEAM para promover las conexiones matemáticas en Educación Infantil.**

Alsina (2017), indica que uno de los principales desafíos al presentar el modelo de alfabetización matemática en la infancia, que es el que se ha usado como base para la planificación y gestión de las actividades STEAM que se presentan en la última sección de este artículo, consiste en producir “indicadores de éxito”, que a su vez implica definir “éxito” en un modelo de este tipo (Arcavi, 2016). En este sentido, es necesario disponer de indicadores específicos que permitan analizar tanto la práctica del profesor como las producciones de los estudiantes. Desde este punto de vista, en esta sección se describen sintéticamente tres instrumentos para poder analizar las actividades, la práctica del profesor y las producciones de los estudiantes.

Primero, para el análisis de las actividades, se sugiere un instrumento muy sencillo, pero no por ello menos eficaz, diseñado por el “Centre de Recursos per Ensenyar i Aprendre Matemàtiques” (CREMAT, 2009), que es un organismo de la Generalitat de Catalunya cuya finalidad es facilitar recursos a los centros educativos y al profesorado de las diferentes etapas educativas no universitarias para conseguir un mejor logro y desarrollo de las competencias de los estudiantes en el ámbito matemático. Con el propósito de analizar el grado de riqueza competencial de las actividades matemáticas, este organismo ha diseñado un instrumento con 10 indicadores, planteados en forma de preguntas, acerca de la planificación y gestión de la práctica matemática, que pueden ser de enorme utilidad al profesorado para valorar el grado de riqueza competencial de las actividades que diseñan para sus estudiantes (tabla 1).

<i>Bloque 1: Planteamiento de la actividad</i>	
1.	¿Se trata de una actividad que tiene por objetivo responder a un reto? El reto puede referirse a un contexto cotidiano, puede enmarcarse en un juego, o bien puede tratar de una regularidad o hecho matemático.
2.	¿Permite aplicar conocimientos ya adquiridos y hacer nuevos aprendizajes?
3.	¿Ayuda a relacionar conocimientos diversos dentro de la matemática o con otras materias?
4.	¿Es una actividad que se puede desarrollar de diferentes formas y estimula la curiosidad y la creatividad de los niños y niñas?
5.	¿Implica el uso de instrumentos diversos como por ejemplo material que se pueda manipular, herramientas de dibujo, software, etc.?
<i>Bloque 2: Gestión de la actividad</i>	
6.	¿Se fomenta la autonomía y la iniciativa de los niños y niñas?
7.	¿Se interviene a partir de preguntas adecuadas más que con explicaciones?
8.	¿Se pone en juego el trabajo y el esfuerzo individual pero también el trabajo en parejas o en grupos que implica conversar, argumentar, convencer, consensuar, etc.?
9.	¿Implica razonar sobre lo que se ha hecho y justificar los resultados?
10.	¿Se avanza en la representación de manera cada vez más precisa y se usa progresivamente lenguaje matemático más preciso?

**Tabla 1.** Indicadores competenciales (CREAMAT, 2009)

Como se puede apreciar, se trata de un documento fuertemente inspirado en los procesos matemáticos del NCTM (2000), por lo que están estrechamente relacionados: resolución de problemas (indicadores 1, 4 y 5); razonamiento y prueba (indicador 9); comunicación (indicadores 7 y 8); conexiones (indicadores 2 y 3); y representación (indicador 10).

Segundo, el análisis de la práctica del profesor requiere, como se ha indicado, indicadores que permitan analizar la presencia, o no, de los elementos que se desean analizar. En este sentido, Alsina y Coronata (2014) y Maurandi, Alsina y Coronata (2018) han elaborado un instrumento cuyo propósito es analizar la presencia de los procesos matemáticos en la práctica docente del profesorado. El diseño, construcción y validación del instrumento contempló seis fases: 1) análisis histórico-epistemológico de los procesos matemáticos y sus significados; 2) estudio de investigaciones sobre los procesos matemáticos en las prácticas docentes del profesorado de Educación Infantil; 3) análisis del tratamiento otorgado a los procesos matemáticos en el currículo; 4) construcción de la versión piloto del instrumento; 5) revisión mediante el juicio de 17 expertos de Chile, España, Estados Unidos y Argentina; y 6) construcción de la versión final del instrumento. Las fases 1, 2 y 3 consideran la revisión de literatura e investigaciones que permiten diseñar el instrumento, mientras que las fases 4, 5 y 6 se relacionan específicamente con la construcción y validación del instrumento. Para cada una de las cinco categorías que componen el instrumento se aportan siete indicadores de evaluación, elaborados a partir de los aportes realizados por el NCTM (2000), Alsina (2011, 2014) y el Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya (2013). Y para valorar el grado de presencia de cada indicador en las prácticas de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, se usa una escala graduada tipo *Likert* (1 nada, 5 mucho). Para el caso concreto de las conexiones matemáticas, los indicadores son los que se exponen en la tabla 2

Indicadores de CONEXIONES					

Considera las experiencias matemáticas cotidianas de los estudiantes para avanzar hacia las matemáticas más formales.					
Realiza conexiones entre diversos contenidos matemáticos.					
Desarrolla actividades matemáticas vinculadas a contextos musicales.					
Trabaja las matemáticas vinculándolas con la literatura infantil.					
Relaciona las matemáticas con la expresión artística.					
Genera conocimiento matemático a través de contextos vinculados a la psicomotricidad.					
Promueve que los estudiantes apliquen el conocimiento matemático a las situaciones de la vida cotidiana.					

**Tabla 2.** Indicadores para analizar la presencia de las conexiones matemáticas en la práctica docente.

Considerando los criterios descritos, a continuación se presentan diversos ejemplos de implementación de actividades STEAM para fomentar las conexiones matemáticas en Educación Infantil.

### 3. Implementación de actividades STEAM para promover las conexiones matemáticas en Educación Infantil.

En esta sección se describe la planificación y gestión de cuatro actividades STEAM en las que se promueven conexiones entre las matemáticas y las diversas disciplinas que integran este enfoque: ciencias, tecnología, ingeniería y arte respectivamente.

#### 3.1. Ciencias y Matemáticas.

En las primeras edades de escolarización, una de las principales finalidades es que los estudiantes adquieran un conocimiento cada vez más detallado del entorno que les rodea, por lo que el trabajo conjunto de estas dos disciplinas puede contribuir de forma muy eficaz a lograr este propósito. Desde esta óptica, Dalmau y Alsina (2015), describen una actividad contextualizada que surge del interés de los estudiantes en analizar la cantidad de vehículos que pasan por las rotondas que hay alrededor del colegio. La actividad, que conecta conocimientos del entorno con conocimientos elementales de estadística, se ha llevado a cabo con un grupo de estudiantes de 5 años de una escuela ubicada en un barrio de la ciudad de Girona (España) en la que hay muchas rotondas, y sigue las fases de trabajo acerca de la didáctica de la estadística expuestas por Alsina (2018): 1) recogida de datos; 2) organización de datos; 3) representación de datos; y, finalmente, 4) interpretación de datos.

En relación con la recogida de datos, de forma previa se fomenta un diálogo con los estudiantes para que hagan sus propias predicciones e inferencias, y posteriormente salen al exterior a contabilizar los vehículos que pasan por la rotonda durante un periodo de tiempo previamente establecido, que ellos mismos controlan con un reloj de arena:



Figura 3. Recogida de datos en contexto.

Como se observa en la figura 3, se organiza a los estudiantes en grupos reducidos (2-3 estudiantes) y van contabilizando los diferentes tipos de vehículos que circulan por la rotonda: coches, motos, bicicletas, etc. Cada grupo se responsabiliza de un tipo de transporte y va registrando los datos (marcando una cruz o un palito cada vez que pasa un vehículo).

Una vez recogidos los datos se organizan. A partir de las preguntas que hace la maestra: “¿Cuántos camiones han pasado?; ¿han pasado tractores, cuántos?; ¿qué han pasado más, camiones o furgonetas?”, los niños comunican y comparten conjuntamente lo que han observado. De este modo, a partir de los resultados parciales que aporta cada grupo se organizan todos los datos para poder identificarlos de una forma más clara y visible. Los datos se registran en una tabla en la que se anotan las frecuencias absolutas de cada valor de la variable:



Figura 4. Organización de los datos recogidos.

Una vez organizados los datos, la siguiente fase de trabajo corresponde a la representación de los datos. Cada grupo representa los resultados con diferentes materiales y con formatos diversos. Esto permite mostrar visualmente los resultados,

hacer nuevas interpretaciones, establecer relaciones cuantitativas, exponer y compartir las representaciones con los compañeros de los otros grupos, sacar conclusiones; y sobre todo, ayudar a los niños a crear una base sólida para ir elaborando las primeras representaciones mentales de los números naturales.

Para llevar a cabo la representación se facilitan maderas con forma de rectángulo, todas iguales, y cada rectángulo de madera representa una unidad. Algunos grupos representan las cantidades de vehículos horizontalmente, en el suelo, donde cada barra representa un tipo de vehículo: pueden pasar por encima contando cada unidad, y de esta manera comprueban de forma perceptiva que la longitud de cada barra es proporcional a la cantidad. Otro grupo decide representar las cantidades de vehículos verticalmente, y hacen torres con las maderas en forma de prisma de la misma medida: cada pieza de madera representa una unidad y cada torre o columna un tipo de vehículo.

Además de las maderas con forma de rectángulo, los niños y niñas también pueden acceder a otros materiales para hacer su representación: cuadrados de colores, palos, etc.



Figura 5. Representación de los datos, primero con objetos y posteriormente en el papel.

Una vez finalizada la representación se hace una puesta en común, contemplando de esta forma la fase de interpretación de los resultados obtenidos. La maestra formula preguntas del tipo *¿de qué vehículos han pasado más?*; *¿de qué vehículos han pasado menos?* y los estudiantes interpretan los gráficos e intervienen para explicar lo que han representado.

### 3.2. Tecnología y Matemáticas.

La tecnología en general, y la robótica en particular, ofrece un escenario interesantísimo para trabajar conocimientos matemáticos de distinta naturaleza. En Alsina y Acosta (2018), por ejemplo, se describe una actividad para estudiantes de 3-4 años en la que, con la ayuda de robots educativos programables (*Bee-bots*), los estudiantes se inician en el aprendizaje de los patrones a la vez que se adentran en el mundo de la robótica y se empiezan a familiarizar con acciones vinculadas a la programación, fomentando de esta forma el pensamiento computacional.

En concreto, se realizan tres sesiones con los robots educativos programables con el fin de acercar a los niños al mundo de la robótica a partir de la programación de acciones que siguen un proceso secuencial.



Figura 6. Robots educativos programables, tarjetas de instrucciones y tablero de elaboración propia con el recorrido.

En la primera sesión se presentan los robots educativos programables (*Bee-bots*), se explican las acciones que pueden hacer a partir de las tarjetas de instrucción y, por parejas, se invita a los estudiantes a explorar y familiarizarse con ellos.



**Figura 7. Exploración libre a partir de las órdenes introducidas en los robots.**

En la segunda sesión, se presenta a los estudiantes un tablero formado por 7 casillas para hacer un recorrido con las abejas: en la primera casilla hay una flor, en la segunda no hay nada, en la tercera hay de nuevo una flor, y así sucesivamente hasta llegar a la última casilla. El propósito es que deben pensar las instrucciones adecuadas para hacer una parada en cada flor y conseguir que la abeja se desplace hasta el otro extremo del tablero. Para vivenciar el patrón, primero los estudiantes hacen de robot y posteriormente se establece un diálogo para fomentar el uso de lenguaje tanto algebraico como computacional. Entre todos se pacta que se debe introducir el patrón AAB (dos movimientos adelante-pausa) y seguidamente ejecutan la acción, surgiendo diversos diálogos que ponen de manifiesto la interiorización del patrón.



**Figura 8. Introducción del patrón AAB en el robot y ejecución de la acción.**

Finalmente, en la tercera sesión representan en un papel el desplazamiento realizado por las abejas en el tablero. Para ayudarles a recordar dichos desplazamientos, en primer lugar se inicia un diálogo y después todos juntos recuerdan, a través de una grabación audiovisual, el recorrido que hacían los robots con las órdenes que ellos mismos introdujeron.



Figura 9. Representación del patrón.

### 3.3. Ingeniería y Matemáticas.

Esta actividad, que se vincula también con el conocimiento del entorno cercano, se focaliza en la observación de puentes que hay alrededor de una escuela y la posterior construcción con manipulativos físicos (tubos, maderas, etc.). Aprovechando que Girona (España) es una ciudad atravesada por cuatro ríos (Onyar, Güell, Galligans y Ter), la maestra F. Dalmau de la Escuela Balandrau ha diseñado una actividad STEAM cuya finalidad es que los estudiantes observen los puentes, contabilicen la gente que pasa durante un tiempo determinado, etc.



Figura 10. Algunos puentes de Girona.

Como se ha indicado, la primera actividad consiste en dialogar acerca de la cantidad de gente que pasa por los puentes cercanos a la escuela, lo que les lleva a hacer conjeturas que posteriormente comprueban, contando la cantidad de gente que pasa durante un tiempo determinado.



Figura 11. Observación de los puentes y contaje de la cantidad de gente que pasa.

Seguidamente, ya en la escuela, se propone a los estudiantes que construyan puentes, accediendo libremente a la diversidad de materiales físicos que tienen a su alcance: tubos, maderas de distintas longitudes y tamaños, cajas, tableros, piedras, etc.





Figura 12. Construcción de distintos modelos de puentes.

Este proceso de construcción, que realizan por ensayo-error fundamentalmente, les permite activar distintas estrategias para conseguir que los puentes se mantengan en pie, pueden comprobar cuando caen, discuten porque caen, etc.

### 3.4. Arte y Matemáticas.

La integración de las Artes en la corriente STE(A)M nos sitúa ante un nuevo marco de aprendizaje, donde a partir de problemas deseados, de las ganas de saber, la curiosidad se convierte en motor y guía del conocimiento, un punto de partida para la exploración de diferentes soluciones en una búsqueda permanente de la satisfacción personal (Resnick y Rosenbaum, 2013). Este modelo de educación provee una aproximación interdisciplinar integrada conectada con el mundo real, y dirigida a la resolución de problemas. El vínculo entre arte y matemáticas permite el diseño de conexiones curriculares hasta el momento consideradas incompatibles, estableciendo un conjunto de nuevas relaciones entre competencias y temas del currículum. Desde esta perspectiva, en Alsina y Salgado (2018) se presenta una actividad cuyo propósito es diseñar y construir *Land Art Maths* para vincular estas dos disciplinas desde la educación STEAM.

El *Land Art*, conocido también como *Earth Art* o *Earthwork*, fue propuesto por el artista Robert Smithson (1938-1973) para referirse a una corriente del arte contemporáneo en la que el paisaje y la obra de arte están estrechamente enlazados. Este modo de arte utiliza a la naturaleza como material (madera, tierra, piedras, arena, viento, rocas, fuego, agua etc.) para intervenir en sí misma. A partir de este planteamiento, se ha realizado una adaptación con la finalidad de construir pequeñas instalaciones artísticas en el patio del colegio en las que se fomente el aprendizaje de las matemáticas y, en un sentido más amplio, el desarrollo de la competencia matemática.

En primer lugar, se pide la colaboración de las familias para que los estudiantes lleven materiales naturales de distinto tipo que sean ricos sensorialmente, para poder analizar sus cualidades y atributos posteriormente: hojas de diferentes formas, tamaños y colores; piedras lisas y rugosas; conchas; pétalos de flor; palos de distintas longitudes; piñas; paja; etc. A medida que los estudiantes van trayendo los materiales de sus casas, los van colocando en unas cajas dispuestas en la entrada del edificio

de Educación Infantil del colegio. Durante esta fase los estudiantes llevan a cabo comparaciones según diversos criterios (el color, el tamaño, el peso, la longitud, etc.) y clasifican el material según si se trata de hojas, piedras lisas, piedras rugosas, conchas, pétalos de flor, palos, etc.



**Figura 13. Clasificación del material.**

Una vez recogido todo el material, se inicia un diálogo con todos los estudiantes para fomentar la identificación y la comparación de las características sensoriales de los objetos. Durante esta fase los estudiantes expresan en voz alta sus conocimientos cuando tienen el turno para poder intervenir. Los demás, escuchan.



**Figura 14. Planteamiento de preguntas acerca del material.**

Además, se muestran a los estudiantes algunos ejemplos de *Land Art* para que empiecen a interiorizar la idea de la composición artística que van a realizar.



Figura 15. P Algunos ejemplos de *Land Art*.

Después del diálogo colectivo, los estudiantes se organizan en grupos cooperativos de unos 10 niños de 3, 4 y 5 años respectivamente y, junto con una maestra responsable de la gestión del trabajo del grupo, se desplazan a un lugar del patio o del pasillo del colegio para empezar a diseñar su *Land Art Math*. Durante esta fase, la maestra responsable pregunta a los niños qué quieren hacer, por qué, con qué materiales, qué va a representar la instalación artística, etc.



Figura 16. Diálogo con la maestra y diseño inicial del *Land Art Math*.

Una vez pactada la composición artística, se escogen los responsables para ir a buscar el material y se inicia la creación del *Land Art Math*. Por turnos, los estudiantes van colocando el material según el criterio previamente pactado: por ejemplo, realizar una espiral con piedras y conchas, siguiendo un patrón de repetición simple AB.



Figura 17. Diseñando una espiral con piedras y conchas, siguiendo un patrón AB.

La composición artística se va enriqueciendo con otros materiales hasta lograr el objetivo final, que en el caso concreto de este grupo de trabajo cooperativo es el diseño de un árbol. Y una vez finalizada la composición, se entrega a los estudiantes un mural para que lo representen, con la mediación de la maestra responsable del grupo



Figura 18. Diseño y representación de un árbol.

#### 4. Consideraciones finales.

En este artículo se ha presentado una propuesta para el diseño, implementación y evaluación de actividades STEAM que promuevan las conexiones matemáticas en las primeras edades. Este propósito responde, por un lado, al hecho de que cuando se contemplan las conexiones en el aula de matemáticas se eliminan las barreras que separan las matemáticas aprendidas en la escuela de las aprendidas en otros contextos. Dicho de otra manera, se conectan las matemáticas que los niños han aprendido a través de su experiencia con las más formales, por ejemplo, poniendo de relieve las muchas situaciones en las que los niños encuentran matemáticas fuera y dentro de la escuela (Alsina, 2014). Además, cuando los niños pueden conectar ideas matemáticas, su comprensión mejora (NCTM, 2000). Por otro lado, y de acuerdo con los planteamientos contemporáneos de la educación científico-tecnológica y matemática a nivel internacional, es necesario promover la alfabetización en el ámbito STEAM desde las primeras edades para que, además de dar respuesta a los

problemas y retos sociales contemporáneos (Rocard et al., 2007; Zollman, 2012), se incentive que progresivamente los estudiantes vayan alfabetizándose en esta línea, como un valor en sí mismo (Couso, 2017).

En el futuro, pues, será necesario diseñar nuevos estudios que permitan analizar con mayor detalle de qué manera las conexiones matemáticas promueven la alfabetización en el ámbito STEAM a partir del triple enfoque descrito en este estudio: el análisis de las actividades, de la práctica docente y de las producciones de los estudiantes. Para ello, en primer lugar será necesario seguir afinando el modelo de Alfabetización Matemática en la Infancia (Alsina, 2017) para que, junto con el desarrollo de la competencia matemática, promueva explícitamente la alfabetización en el ámbito STEAM. En segundo lugar, será necesario revisar los siete indicadores presentados en la tabla 2 para analizar la presencia de las conexiones matemáticas en la práctica docente. Estos indicadores, aunque están presentes en cada una de las actividades descritas en la sección anterior, cubren aspectos parciales de las conexiones. En concreto, los indicadores 1 y 2 cubren las conexiones intradisciplinarias, los indicadores 3, 4 y 5 cubren las conexiones interdisciplinarias del área cultural, el indicador 6 las habilidades psicomotoras y el indicador 7 cubre la vida cotidiana. A simple vista se observa, por ejemplo, que los tres indicadores del área cultural representan casi la mitad (3/7) de los indicadores, lo que hace que el análisis esté sesgado hacia el área cultural. Nos preguntamos, además, si estos indicadores cubren todas las conexiones posibles, ya que en la versión actual no se hace alusión explícitamente a las áreas de la naturaleza, la biología, la equidad, la salud, la tecnología o la sostenibilidad, lo cual es sin duda un déficit, puesto que estas áreas, al igual que la música, la literatura y las artes, también forman parte de la vida cotidiana.

## Bibliografía

- Alsina, Á. (2006). *Como desarrollar el pensamiento matemático de 0 a 6 años*. Barcelona: Editorial Octaedro-Eumo.
- Alsina, Á. (2011). *Educación matemática en contexto de 3 a 6 años*. Barcelona: ICE-Horsori.
- Alsina, Á. (2012). Más allá de los contenidos, los procesos matemáticos en Educación Infantil. *Edma 0-6: Educación Matemática en la Infancia*, 1(1), 1-14.
- Alsina, Á. (2014). Procesos matemáticos en Educación Infantil: 50 ideas clave. *Números*, 86, 5-28.
- Alsina, Á. (2017). Caracterización de un modelo para fomentar la alfabetización matemática en la infancia: vinculando la investigación con buenas prácticas. *AIEM, Avances de Investigación en Educación Matemática*, 12, 59-78.
- Alsina, Á. (2018). El número natural para organizar, representar e interpretar la información (estadística, azar y probabilidad). En M.C. Muñoz-Catalán y J. Carillo (Eds.), *Didáctica de las Matemáticas para maestros de Educación Infantil* (pp. 173-211). Madrid: Editorial Paraninfo.
- Alsina, Á. (2019). *Itinerarios didácticos para la enseñanza de las matemáticas (6-12 años)*. Barcelona: Editorial Graó.

- Alsina, A. y Coronata, C. (2014). Los procesos matemáticos en las prácticas docentes: diseño, construcción y validación de un instrumento de evaluación. *Edma 0-6: Educación Matemática en la Infancia*, 3(2), 21-34.
- Alsina, A. y Acosta, Y. (2018). Iniciación al álgebra en Educación Infantil a través del pensamiento computacional. Una experiencia sobre patrones con robots educativos programables. *Unión, Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 52, 218-235.
- Alsina, Á. y Salgado, M. (2018). Land Art Math: una actividad STEAM para fomentar la competencia matemática en Educación Infantil. *Edma 0-6: Educación Matemática en la Infancia*, 7(1), 1-11.
- Arcavi, A. (2016). Promoviendo conversaciones entre docentes acerca de clases filmadas de Matemáticas. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 15, 385-396.
- Asociación Australiana de Profesores de Matemáticas e Infancia en Australia (2012). Declaración de posición sobre las matemáticas en la primera infancia. *Edma 0-6: Educación Matemática en la Infancia*, 1(2), 1-4.
- Couso, D. (2017). Per a què estem a STEM? Un intent de definir l'alfabetització STEM per a tothom i amb valors. *Ciències*, 34, 22-30.
- CREMAT (2009). Preguntes que poden servir d'indicadors del nivell de riquesa competencial d'una activitat. Recuperado de <http://phobos.xtec.cat/cremat>.
- Dalmau, F. y Alsina, A. (2015). Matemàtiques i entorn a l'educació infantil. *Noubiaix*, 36, 66-79.
- de Guzmán, M. (2001). Tendencias actuales de la educación matemática. *Sigma*, 19, 5-25.
- Departament d'Ensenyament (2013). Competències bàsiques de l'àmbit matemàtic. Barcelona: Servei de Comunicació i Publicacions.
- EduGAINS (2011). Asking effective questions. Recuperado de [http://www.edu.gov.on.ca/eng/literacynumeracy/inspire/research/cbs\\_askingeffectivquestions.pdf](http://www.edu.gov.on.ca/eng/literacynumeracy/inspire/research/cbs_askingeffectivquestions.pdf).
- Freudenthal, H. (1973). *Mathematics as an Educational Task*. Dordrecht: Riedel Publishing Company.
- Freudenthal, H. (1982). Fiabilité, validité et pertinence – critères de la recherche sur l'enseignement de la mathématique. *Educational Studies in Mathematics*, 13, 395-408.
- Freudenthal, H. (1991). *Revisiting mathematics education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Malaguzzi, M. (2001). *La educación infantil en Reggio Emilia*. Barcelona: Rosa Sensat- Octaedro.
- Mercer, N. (2001). *Palabras y mentes*. Barcelona: Paidós.
- NAEYC & NCTM (2013). Matemáticas en la Educación Infantil: Facilitando un buen inicio. Declaración conjunta de posición. *Edma 0-6: Educación Matemática en la Infancia*, 2(1), 1-23.
- NCTM (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, Va.: The National Council of Teachers of Mathematics.
- NCTM (2014). *De los principios a la acción. Para garantizar el éxito matemático para todos*. Reston, Va.: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Niss, M. (2002). *Mathematical competencies and the learning of mathematics: The Danish KOM Project*. Roskilde: Roskilde University.

- Novo, M<sup>a</sup>.L., Alsina, Á., Marbán, J.M<sup>a</sup>, y Berciano, A. (2017). Inteligencia conectiva para la educación matemática infantil. *Comunicar. Revista Científica de Comunicación y Educación*, 52, 29-39.
- Resnick, M y Rosenbaum, E. (2013). Designing for tinkerability. En M. Honey, M. y D.E. Kanter (Eds.) *Design, make, play: Growing the next generation of STEM innovators*. Londres: Routledge.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg Henriksson, H.Y, y Hemmo, V. (2007). *Science education now: a renewed pedagogy for the future of Europe*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Vigotsky, L.S. (1978) *Mind in society. The development of higher psychological processes*. Cambridge: Harward University Press.
- Zollman, A. (2012). Learning for STEM literacy: STEM literacy for learning. *School Science and Mathematics*, 112(1), 12-19.

**Autores:**

**Alsina, Ángel:** Catedrático de Didáctica de las Matemáticas en la Universidad de Girona (España). 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 de matemáticas. Ha publicado numerosos artículos científicos y libros sobre cuestiones de educación matemática, y ha llevado a cabo múltiples actividades de formación permanente del profesorado de matemáticas en España y en América Latina. Email: [angel.alsina@udg.edu](mailto:angel.alsina@udg.edu)