



# Sumando competencias matemáticas y de sostenibilidad

Implementar y evaluar actividades interdisciplinares

Ángel Alsina

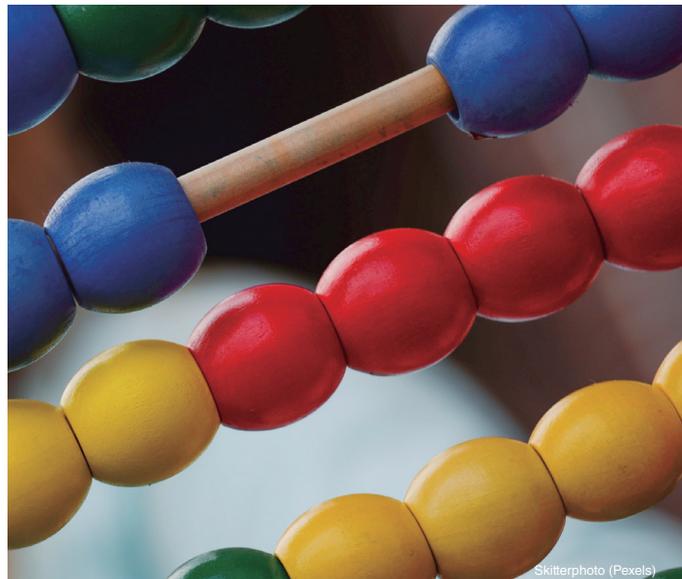
Ingrid Mulà

Universidad de Girona

El artículo se estructura en tres partes: se revisa el cambio de paradigma que supone la competencia matemática; se describen las aportaciones educativas de las competencias de sostenibilidad, y se aportan ejemplos de actividades, estrategias y recursos para avanzar hacia el diseño, la implementación y la evaluación de actividades matemáticas competenciales en conexión con la sostenibilidad.

PALABRAS CLAVE

- COMPETENCIA MATEMÁTICA
- SOSTENIBILIDAD
- INTERDISCIPLINARIEDAD
- EVALUACIÓN



Skitterphoto (Pexels)

■ Qué finalidades tiene la enseñanza de las matemáticas?, ¿qué rasgos caracterizan las prácticas de enseñanza?, ¿qué conocimientos y habilidades evidencian el desarrollo del pensamiento matemático? Estas preguntas admiten múltiples respuestas, que difieren en función del periodo en el que se inscriban. Así, por ejemplo, durante buena parte del siglo xx, las prácticas de enseñanza se basaron fundamentalmente en la repetición, la reproducción, la mecanización y la descontextualización, lo cual respondía a un currículo orientado a la adquisición de contenidos aislados. En este marco, la principal finalidad era resolver adecuadamente ejercicios y obtener una buena nota en los exámenes (Alsina, 2019).

Diversos estudios han evidenciado que este enfoque ha provocado un pensamiento matemático crítico deficitario, con baja autonomía y poca creatividad, junto con dificultades de aplicación del conocimiento matemático. Estos déficits han generado un importante reto social: desarrollar la «competencia matemática» (CM) para usar eficazmente el conocimiento matemático en una amplia diversidad de situaciones (OECD, 2006). Este es, sin duda, un reto que trasciende las matemáticas. En todo el mundo, por ejemplo, coexisten una crisis social, económica, ambiental y, recientemente, también sanitaria, que se pueden comprender mejor a través de las matemáticas.

■

**Las crisis no pueden ser  
solucionadas solo desde  
las matemáticas, sino a partir  
de la suma de distintas  
disciplinas**

Sin embargo, las crisis no pueden ser solucionadas solo desde las matemáticas, sino a partir de la suma de distintas disciplinas. Por esta razón, la escuela debería cambiar; y la forma de concebir las matemáticas también.

Considerando la necesidad de construir un futuro inclusivo, sostenible y resiliente para las personas y el planeta, se abordan tres aspectos concatenados: 1) el cambio de paradigma que supone la CM y la descripción de orientaciones para implementar y evaluar prácticas matemáticas competenciales; 2) las aportaciones educativas de las «competencias de sostenibilidad» (CS) y la concreción de los requisitos para ambientalizar la enseñanza y la evaluación; 3) la suma de las CM y CS para avanzar hacia la alfabetización interdisciplinar, ambientalizando el modelo descrito. Todo ello con el propósito de que el profesorado no piense solo en matemáticas, sino en matemáticas en conexión con la sostenibilidad.

## LA COMPETENCIA MATEMÁTICA: UN ENFOQUE DE LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA PARA EL SIGLO XXI

La implantación de un currículo orientado a la adquisición de la CM pretende formar personas con mayor eficacia para afrontar los problemas reales que plantea la vida. Con este propósito:

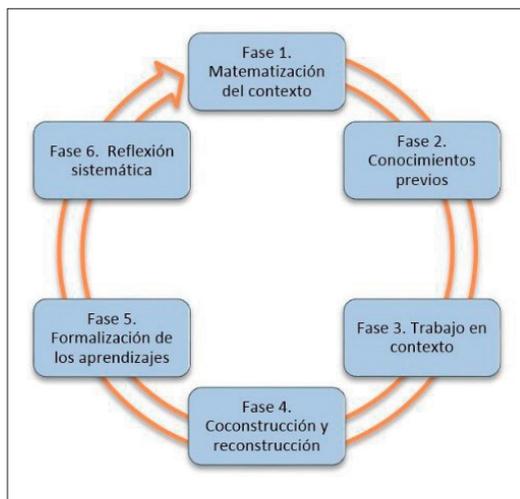
- El National Council of Teachers of Mathematics plantea el desarrollo de la CM alrededor de diez estándares, que son el reflejo de la cultura matemática que la sociedad necesita:
  - Contenidos de números y operaciones, álgebra, geometría, medida y análisis de datos y probabilidad.
  - Procesos de resolución de problemas, razonamiento y prueba, comunicación, conexio-

nes y representación, que señalan las formas de adquisición y uso de los contenidos.

- Mogens Niss enfatiza la necesidad de substituir los currículos centrados en la adquisición de símbolos y de técnicas, por currículos orientados a comprender, juzgar, hacer y usar las matemáticas en una variedad de contextos y situaciones en las que juegan o pueden desempeñar un papel.
- La OECD conceptualiza la CM como la capacidad de un individuo para identificar y entender el papel que las matemáticas tienen en el mundo, hacer juicios bien fundados y usar e implicarse con las matemáticas cuando se presenten necesidades para su vida individual como ciudadano constructivo, comprometido y reflexivo.

A partir de los vínculos identificados entre estas aproximaciones, Alsina (2017) desarrolla el Modelo de Alfabetización Matemática en la Infancia, que incluye seis fases (cuadro 1):

- 1 *Matematización del contexto*: el punto de partida de una actividad consiste en seleccionar un contexto real o realista y, una vez planificado el contexto, se determinan los contenidos que se van a trabajar y a través de qué procesos (cuadro 2). El enfoque competencial de las matemáticas implica trabajar de forma integrada 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



**Cuadro 1.** Modelo de Alfabetización Matemática en la Infancia (Alsina, 2017)

y la búsqueda de formas para comunicar planteamientos y resultados.

- 2 *Conocimientos previos*: las prácticas de enseñanza deberían partir de los preconocimientos en un entorno de comunicación. Para hacerlos emerger, pueden usarse diversos recursos, como las buenas preguntas.
- 3 *Trabajo en contexto*: el acceso a las ideas matemáticas debería producirse en el contexto de la situación. Progresivamente, deben impulsarse otros niveles de comprensión que

	Resolución de problemas	Razonamiento y demostración	Comunicación	Representación	Conexiones
Álgebra					
Numeración y Cálculo					
Geometría					
Medida					
Estadística y probabilidad					

**Cuadro 2.** Planificación de actividades matemáticas competenciales a partir de la relación cartesiana entre contenidos y procesos matemáticos

conduzcan a la esquematización, la generalización y la formalización.

- 4 *Coconstrucción y reconstrucción*: se comunica lo aprendido para incentivar el aprendizaje entre iguales. El nuevo conocimiento se contrasta con los conocimientos previos, dando lugar a la reconstrucción de conocimiento matemático.
- 5 *Formalización de los aprendizajes*: se finaliza con la formalización progresiva de los aprendizajes a través del lenguaje escrito en general y, más adelante, del lenguaje simbólico.
- 6 *Reflexión sistemática*: se realiza una evaluación de la propia práctica, con el objeto de mejorarla: ¿qué se ha enseñado?, ¿cómo se ha enseñado?, ¿cómo se puede mejorar? (se pueden consultar orientaciones e instrumentos en Alsina, 2019).

A partir del planteamiento de estos interrogantes acerca de la evaluación de la propia práctica entran en juego las CS, que se describen a continuación.

## LAS COMPETENCIAS DE SOSTENIBILIDAD

La mayoría de currículos de sociedades avanzadas se construyen a partir de las características principales del aprendizaje del siglo XXI, centrado en preparar al alumnado para que participe de forma activa en la construcción de una sociedad más justa, respetuosa, sostenible y resiliente, y que considere cuestiones críticas para su futuro, como la sostenibilidad y el cambio climático.

La educación para la sostenibilidad es el enfoque educativo que nos permite capacitar al alumnado con los conocimientos, las habilidades, los valores y la motivación para tomar

decisiones y actuar, en sus vidas personales y en sus comunidades, a favor de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Tiene como ambición desafiar los modelos mentales de los estudiantes y prepararlos para ser ciudadanos críticos e innovadores, capaces de solucionar problemas complejos y crear alternativas a los modelos insostenibles actuales. Son varios los organismos y autores que han definido cuáles deberían ser las competencias que todo sistema educativo orientado hacia la sostenibilidad debería promover.

A continuación, se destacan las competencias definidas por la Unesco (2017, p. 10), y las habilidades que se incluyen:

- *Competencia de pensamiento sistémico*: reconocer y comprender las relaciones, analizar los sistemas complejos, pensar cómo están integrados los sistemas dentro de los distintos dominios y escalas y lidiar con la incertidumbre.
- *Competencia de anticipación*: comprender y evaluar múltiples escenarios futuros, crear visiones propias de futuro, aplicar el principio de precaución, evaluar las consecuencias de las acciones y lidiar con los riesgos y los cambios.
- *Competencia normativa*: comprender y reflexionar sobre las normas y los valores que subyacen en nuestras acciones y negociar valores, principios, objetivos y metas de sostenibilidad en un contexto de conflictos de intereses y concesiones mutuas, conocimiento incierto y contradicciones.
- *Competencia estratégica*: desarrollar e implementar de forma colectiva acciones innovadoras que fomenten la sostenibilidad en el ámbito local y más allá.
- *Competencia de colaboración*: aprender de

otros, comprender y respetar las necesidades, perspectivas y acciones de otros (empatía), comprender, identificarse y ser sensibles con otros (liderazgo empático), abordar conflictos en grupo y facilitar la resolución de problemas colaborativa y participativa.

- *Competencia de pensamiento crítico*: cuestionar normas, prácticas y opiniones, reflexionar sobre los valores, percepciones y acciones propias y adoptar una postura en el discurso de la sostenibilidad.
- *Competencia de autoconciencia*: reflexionar sobre el rol que cada uno tiene en la comunidad local y en la sociedad, evaluar de forma constante e impulsar las acciones que uno mismo realiza y lidiar con los sentimientos y deseos personales.
- *Competencia de resolución de problemas*: aplicar estrategias de resolución de problemas y conflictos complejos en relación con la sostenibilidad y generar soluciones viables, inclusivas y equitativas, integrando y movilizand las diferentes competencias citadas anteriormente.

## SUMANDO COMPETENCIAS MATEMÁTICAS Y DE SOSTENIBILIDAD: HACIA LA ALFABETIZACIÓN CURRICULAR

Se presentan dos actividades matemáticas competenciales que se enriquecen con elementos de sostenibilidad. Desde este prisma, se propone una ambientalización del Modelo de Alfabetización Matemática en la Infancia para que el profesorado disponga de recomendaciones específicas para la implementación y evaluación de prácticas matemáticas competenciales en conexión con la sostenibilidad.

## Descripción y análisis de experiencias

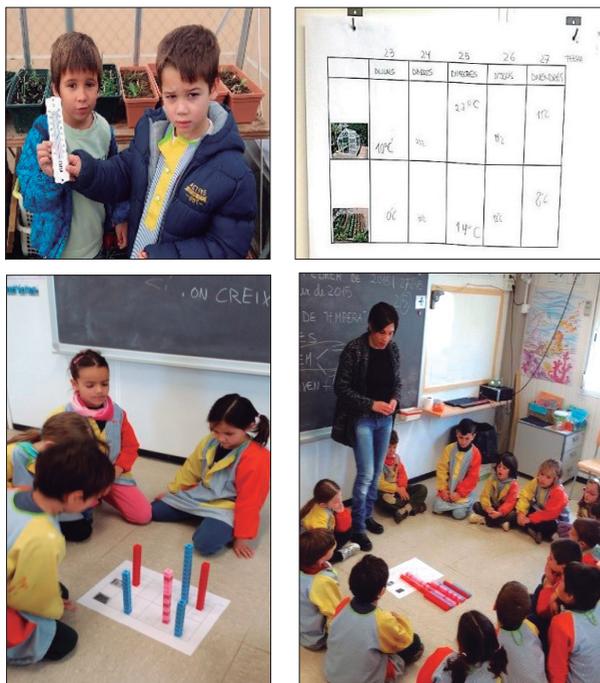
### Experiencia 1. Los vehículos que pasan por la rotonda

Durante el recreo, un grupo de niños y niñas de 4-5 años prestan mucha atención a los vehículos que pasan por las rotondas que hay alrededor del colegio, por lo que se plantea el siguiente reto: ¿qué tipo de vehículos pasan más por las rotondas? Después de un diálogo en el que se establecen las categorías de la variable estadística (furgonetas, camiones, coches, motos, tractores y bicicletas), el alumnado decide recoger datos en una tabla de recuento durante un tiempo, los organizan en una tabla de frecuencias y, posteriormente, los representan e interpretan a partir de un gráfico concreto, usando piezas de madera (imagen 1).

La actividad matemática competencial permite identificar el tipo de vehículos que pasan por la



Imagen 1. Trabajo realizado con los vehículos que pasan por la rotonda



**Imagen 2.** El efecto de la temperatura en el crecimiento de las plantas

rotonda y con qué frecuencia. Pero ¿para qué sirven estos datos y las conclusiones obtenidas? Desde el punto de vista de la sostenibilidad, estos resultados pueden usarse para trabajar aspectos vinculados con el ODS 11 sobre ciudades y comunidades sostenibles, así como el ODS 13 sobre cambio climático. ¿Qué competencias podrían fomentarse?

- *Competencia de anticipación:* imaginemos y dibujemos qué pasaría si por la rotonda no pasaran vehículos o fueran, mayoritariamente, bicicletas. ¿Cómo cambiaría el entorno de la escuela?, ¿qué impacto tendría en cuanto a seguridad?, ¿cómo cambiaría el ruido que escuchamos desde la escuela?, ¿qué implicaciones tendría respecto a nuestra salud y la salud de quienes conducen?, ¿qué escenario

es más sostenible?, y ¿cuál preferimos: el que hemos detectado o el que hemos imaginado?

- *Competencia de autoconciencia:* reflexionemos sobre el camino que cada alumno realiza para ir a la escuela, que podemos representar gráficamente. ¿Qué tipo de transporte usamos?, ¿cómo de sostenible es nuestra clase en relación con el transporte que usamos para ir a la escuela?
- *Competencia estratégica:* ¿qué actuaciones podríamos promover para fomentar el transporte sostenible? Podemos presentar los datos y resultados de los estudios a las familias y al ayuntamiento, así como preparar un plan de acción con otros alumnos de niveles superiores. Durante la campaña, se pueden tomar datos para ver si las acciones tienen impacto, teniendo en cuenta la necesidad de reflexionar sobre la dificultad de cambiar comportamientos y observarlos a corto plazo.

## Experiencia 2. El efecto de la temperatura en el crecimiento de las plantas

A partir de un reto que consiste en investigar cómo afecta la temperatura en el crecimiento de unos ajos que han plantado en el huerto y en un invernadero de la escuela, el alumnado de 1.º de Educación Primaria (6-7 años) lleva a cabo un proceso de toma de decisiones para la recogida, organización, representación e interpretación de los datos: toman la temperatura durante una semana en ambos entornos, la registran en una tabla que construyen previamente entre todos, hacen un gráfico de barras dobles usando bloques multibase y, finalmente, llegan a la conclusión de que en invierno las plantas crecen mejor en el invernadero porque no hace tanto frío (imagen 2).

En esta actividad matemática competencial, en cuanto al contenido, podríamos trabajar

el ODS 10 sobre reducción de las desigualdades, el ODS 12 sobre producción y consumo responsable, el 13 sobre acción climática y el ODS 15 sobre vida de ecosistemas terrestres. Analicemos algunas competencias de sostenibilidad que podrían fomentarse:

- **Competencia de pensamiento sistémico:** desde el marco de la sostenibilidad, es necesario ampliar la conclusión a la que ha llegado el alumnado. ¿Qué consecuencias observaríamos si en invierno todas las plantas se cultivaran en invernaderos? Para responder, podemos mostrar imágenes de territorios que con el tiempo han incrementado la agricultura intensiva y donde la transformación del paisaje sea evidente. Se puede reflexionar sobre algunos impactos como la pérdida de biodiversidad, los riesgos de erosión e inundación, el aumento de recursos consumidos, el impacto del plástico, etc. También podemos debatir sobre el impacto ambiental del consumo de ciertos alimentos, como la fresa, que consumimos fuera de temporada y que son cultivados en invernaderos, así como reflexionar sobre cuestiones de derechos humanos y condiciones laborales de los trabajadores.
- **Competencia de pensamiento crítico:** recientemente, algún estudio apunta que los invernaderos son una solución al cambio climático, ya que contribuyen a disminuir la temperatura del entorno por su capacidad de reflejar parte de la radiación solar. ¿Cómo podemos leer estos resultados?, ¿quién los defiende y por qué motivo?, ¿es una solución real al cambio climático?

## Ambientalización del Modelo de Alfabetización Matemática en la Infancia

A partir del enriquecimiento con CS de las dos actividades descritas, para incorporar la sostenibilidad en las prácticas matemáticas se deberían considerar las siguientes fases:

- **Análisis del contexto:** considerando los mismos fundamentos teórico-metodológicos del modelo de alfabetización descrito, se determinan los conocimientos matemáticos (contenidos y procesos) y las ideas de sostenibilidad (objetivos y competencias) que se van a trabajar. Con ello, se promueve el desarrollo de conexiones interdisciplinares entre las matemáticas y la sostenibilidad (cuadro 3). En definitiva, se trata de pensar dentro de las matemáticas y también más allá de las matemáticas, para enriquecer las prácticas matemáticas desde la perspectiva de la sostenibilidad. En este sentido, sea cual sea el contexto real elegido, debe vincularse con alguno de los ODS y las CS, tal como se ha descrito en las dos experiencias previas.
- **Conocimientos previos:** se hacen emerger precnocimientos matemáticos y de sostenibilidad en un entorno de comunicación en el aula, a través del planteamiento de buenas preguntas y/u otros recursos y contextos (el relato de una experiencia, una noticia del periódico, un cuento, etc.).



**Cuadro 3.** Planificación de actividades matemáticas competenciales en conexión con la sostenibilidad

- *Trabajo en contexto*: se incentiva el acceso a las ideas matemáticas y de sostenibilidad en el contexto de la situación, y se documentan las acciones para poder analizarlas *a posteriori*.
- *Coconstrucción y reconstrucción*: se promueve la interacción, la negociación y el diálogo para comunicar lo aprendido en contexto, tanto de matemáticas como de sostenibilidad, a partir del análisis de la documentación. El nuevo conocimiento coconstruido se contrasta con los conocimientos previos, dando lugar a la reconstrucción de conocimiento matemático y de sostenibilidad. Se fomenta la posibilidad de buscar soluciones, crear alternativas o emprender acciones que fomenten la sostenibilidad en el aula, en la escuela, en la comunidad...
- *Formalización de los aprendizajes*: se finaliza con la formalización de los aprendizajes matemáticos y de sostenibilidad adquiridos,

usando lenguaje cada vez más específico y ajustado a ambas disciplinas.

- *Reflexión sistemática*: se efectúa una evaluación de la propia práctica, con el objeto de mejorarla: ¿qué se ha enseñado sobre matemáticas y sostenibilidad?, ¿qué ha cambiado?, ¿cómo se puede mejorar? Para ello, en el cuadro 4 presentamos una ambientalización de los indicadores para medir el grado de riqueza competencial de una práctica matemática descritos en Alsina (2019).

Las recomendaciones descritas para la implementación y evaluación de actividades matemáticas competenciales en conexión con la sostenibilidad suponen un paso más en la práctica del profesorado y permiten avanzar hacia una verdadera alfabetización interdisciplinar, en este caso vinculando las matemáticas con la sostenibilidad. ◀

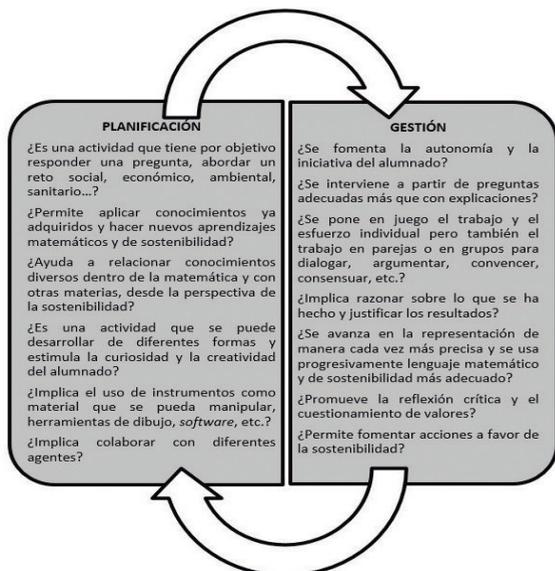
## Referencias bibliográficas

- ALSINA, Á. (2017): «Caracterización de un modelo para fomentar la alfabetización matemática en la infancia: vinculando la investigación con buenas prácticas». *AIEM*, núm. 12, pp. 59-78.
- (2019): *Itinerarios didácticos para la enseñanza de las matemáticas (6-12 años)*. Barcelona. Graó.
- OECD (2006): *Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy - A Framework for PISA 2006*. París. OECD.
- UNESCO (2017): *Education for Sustainable Development Goals: Learning objectives*. París. Unesco.

## Direcciones de contacto

Ángel Alsina  
 Ingrid Mulà  
 Universidad de Girona  
 angel.alsina@udg.edu  
 ingrid.mula@udg.edu

Este artículo fue solicitado por UNO: REVISTA DE DIDÁCTICA DE LAS MATEMÁTICAS en abril de 2021 y aceptado en octubre de 2021 para su publicación.



**Cuadro 4.** Indicadores para medir el grado de riqueza de una práctica matemática en conexión con la sostenibilidad