

MODELIZANDO MATEMÁTICAMENTE EL MUNDO QUE NOS RODEA A TRAVÉS DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

Juan Miguel Ribera Puchades, *Universidad de las Islas Baleares, Palma de Mallorca (Islas Baleares)*

RESUMEN

La modelación matemática es una destreza clave para describir los elementos del mundo real en términos matemáticos. Esta descripción del mundo que nos rodea se puede presentar a través de problemas matemáticos que pueden ser abordados a través de habilidades asociadas al pensamiento computacional como puede ser la descomposición de problemas, el reconocimiento de regularidades o el diseño de algoritmos. En esta ponencia se muestran las posibilidades que presentan diferentes herramientas (tecnológicas y analógicas) para el empoderamiento y la participación del alumnado que permita desarrollar su pensamiento crítico y sus habilidades de resolución de problemas de matemáticas.

Nivel educativo: Multinivel (Ed. Infantil, Ed. Primaria, Ed. Secundaria)

1. INTRODUCCIÓN

Según Jeannete Wing (2006), el pensamiento computacional implica la resolución de problemas, el diseño de sistemas y la comprensión de la conducta humana haciendo uso de los conceptos fundamentales de la informática. Esta definición ha ido evolucionando a lo largo de los años ya que Aho (2012) lo define como los procesos de pensamiento involucrados en la resolución de problemas y que se pueden representar mediante algoritmos y pasos computacionales. Si se observa desde el punto de vista de la resolución de problemas de matemáticas (Ribera, 2021), la International Society for Technology in Education menciona que los problemas en los que interviene el Pensamiento Computacional incluyen características como:

- Formular problemas de una forma que permita usar ordenadores y otras herramientas para solucionarlos.
- Organizar y analizar datos de manera lógica.
- Representar datos mediante abstracciones, como modelos y simulaciones.
- Automatizar soluciones mediante pensamiento algorítmico.
- Identificar, analizar e implementar posibles soluciones con el objeto de encontrar la combinación de pasos y recursos más eficiente y efectiva.
- Generalizar y transferir ese proceso de solución de problemas a una gran diversidad de problemas.

Estas acciones características del pensamiento computacional pueden ser clave en el proceso de matematización de los objetos de nuestro alrededor. De hecho, una de las principales aplicaciones de las matemáticas en otras ciencias

naturales es la capacidad que estas tienen para describir sus fenómenos. En concreto, las matemáticas son clave para traducir una situación real a una situación modelo en la que, a través de la comprensión y la ordenación lógica de los elementos que la definen, se la puede describir matemáticamente. Posteriormente, y a través de un trabajo matemático, se pueden obtener unos resultados que nos van a permitir interpretar los fenómenos para poder aplicarlos en situaciones reales. Esta acción de modelizar a través de las matemáticas es descrita en la Figura 1 a partir del esquema de modelización propuesto por Blum y Leiß(2007).

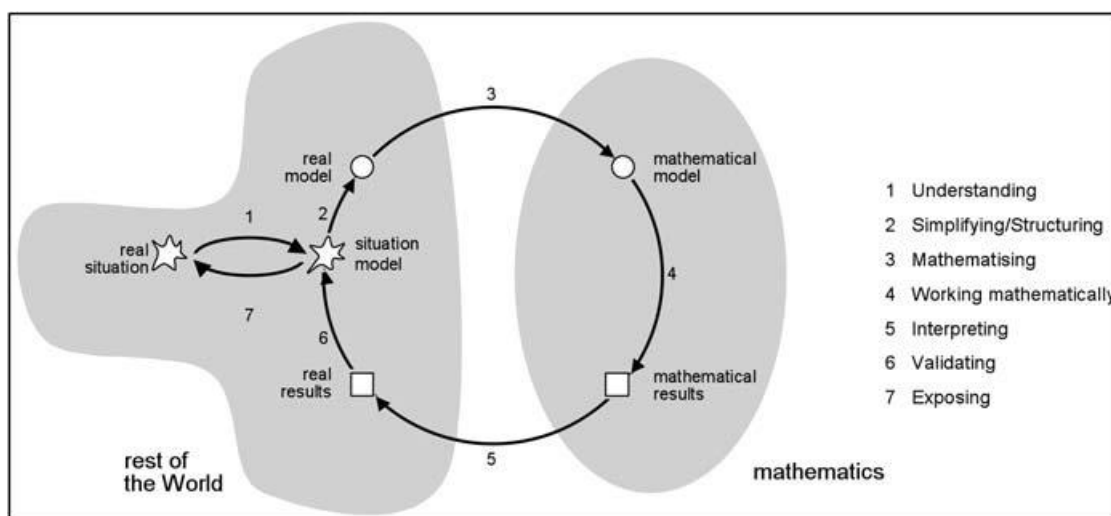


Figura 1. Ciclo de Modelización. Tomado de Blum y Leiß (2007)

Por ello, el objetivo de la ponencia es el de analizar las posibilidades que ofrecen diferentes herramientas (tecnológicas y analógicas) para el empoderamiento y la participación del alumnado que permita desarrollar sus habilidades de resolución de problemas de matemáticas a través del pensamiento computacional en los que se modeliza el mundo que nos rodea.

2. MODELIZANDO EL MUNDO 2D

Tanto en Educación Infantil como en los primeros años Educación Primaria toma una especial importancia los saberes básicos relacionados con el reconocimiento del entorno, su interpretación e incluso la descripción de itinerarios sencillos asociados al entorno próximo (BOJA, 2023a). Es por esta razón que algunas de las situaciones de aprendizaje que se proponen buscan el desarrollo del sentido espacial a través de preguntas de localización o de sistemas de representación a través de modelos. En los siguientes subapartados se presentan algunos ejemplos de diferentes propuestas en las que se profundiza en conceptos de localización y posición relativa de objetos y, también, en la visualización y modelización geométrica.

2.1. ROBOTS EDUCATIVOS DE DIRECCIONALIDAD PROGRAMADA

En los últimos años se han comercializado robots educativos de diferente tipo en los que el alumnado puede, principalmente, introducir secuencias de instrucciones de movimientos (de longitud fijada) como adelante, atrás o giros de 90° sin desplazamiento en sentido horario o antihorario (Figura 2). A estos robots se les conoce como robots de suelo (dado que se mueven sobre el plano) de direccionalidad programada. Uno de los más conocidos es *Bee-bot*, diseñado por la empresa británica TTS (<https://www.tts-international.com/>), aunque existen alternativas españolas de código abierto como *Escornabot* (<https://escornabot.com/>). Además de las opciones de dirección comentadas previamente, existen otros botones para el inicio, la pausa o la reintroducción de la secuencia de pasos que se pretende realizar (Figura 2).



Figura 2. Símbolos de dirección y acción en los robots de suelo de direccionalidad programada

Una de las actividades que se ha llevado a cabo en Educación Infantil ha sido el uso de los robots de suelo de direccionalidad programada para el desarrollo del pensamiento computacional. En la tesis doctoral de Marta Terroba (2022) y, más concretamente, en uno de los artículos que se derivan de esta (Terroba et al., 2021), se presenta una secuencia de resolución de problemas de dificultad creciente (Figura 3). De esta secuencia se destaca que primero se plantean una serie de retos en los que el camino se presenta trazado para, posteriormente, dejar a la elección del alumnado la trayectoria a trazar. De esta forma, los retos propuestos pasan de tener una única solución a tener más de una solución o incluso a no tener ninguna (como ocurre en el último reto). Todos estos retos se presentan al alumnado en un contexto cercano, como puede ser el de un cuento que ha sido compartido en el aula con anterioridad.

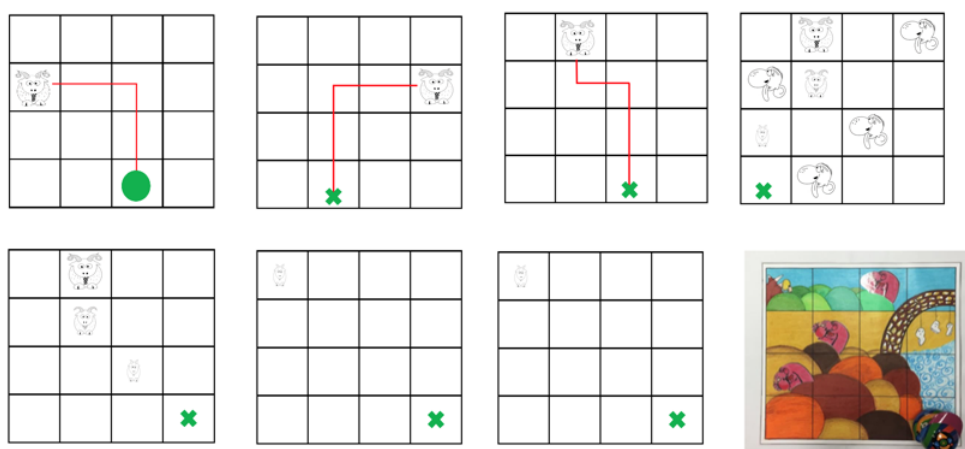


Figura 3. Secuencia de problemas con el robot de suelo. Tomado de Terroba et al. (2021).

El uso de la cuadrícula permite plantear situaciones y contextos de resolución de problemas en los que interviene la orientación espacial de diferente tipo (Chamorro, 1990). En la bibliografía se pueden encontrar propuestas en las que se relacionan los conceptos de localización con contenidos de Lengua y Literatura o Música (Torrejón y Ventura-Campos, 2019). De la misma forma, se pueden utilizar los robots de suelo para plantear problemas en cursos superiores de Educación Primaria en problemas en los que, además de la geometría, intervengan conceptos propios de la aritmética o combinatoria. El estudio de los caminos óptimos, la inclusión de restricciones u obstáculos o la posibilidad de usar cierto tipo de instrucciones puede generar nuevos contextos en los que proponer problemas de diferente nivel (Ribera, 2021). Este tipo de retos promueven, por tanto, habilidades propias del pensamiento computacional como puede ser la automatización de solución a través del pensamiento algorítmico o la búsqueda de pasos más efectiva para dar respuesta a los problemas.

2.2. JUEGOS MÓVILES

En las plataformas de juegos móviles se pueden encontrar multitud de juegos en los que intervienen las habilidades lógicas. Así mismo, en muchos de estos juegos se pueden encontrar, de forma inherente, contenidos matemáticos (Ribera y Rotger, 2019). Es por ello que el análisis de estos juegos, con ojos matemáticos, puede ser una actividad de resolución de problemas de dificultad creciente. Un juego sobre el que se puede plantear un contexto de resolución de problemas es el famoso 2048 (<https://play2048.co/>), creado por Gabriele Cirulli. En este, se pueden plantear actividades en los que se analicen las diferentes posibilidades de movimiento que presentan las piezas numéricas distribuidas en la cuadrícula (Figura 4, izquierda) para, más tarde, reflexionar sobre las posibles estrategias óptimas de juego que pueden existir.

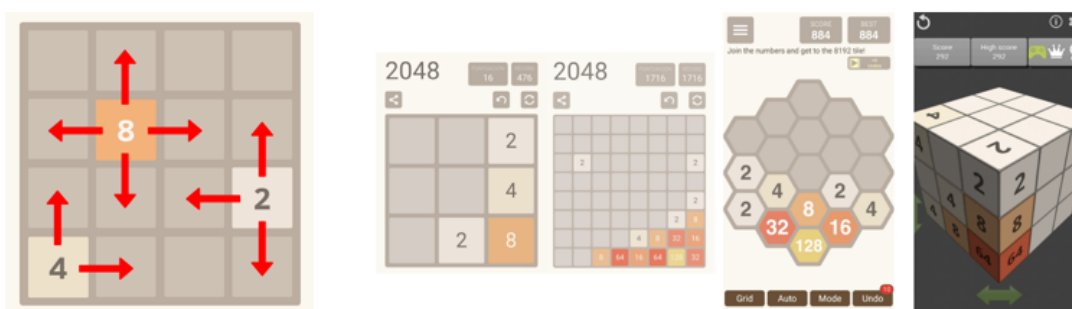


Figura 4. Juego 2048 y algunas versiones alternativas. Tomado de Ribera y Rotger (2019).

La puesta en práctica de las hipótesis y la reflexión posterior puede ser una actividad grupal enriquecedora. Más tarde, esta discusión puede evolucionar a otros contextos en los que se proponen cuestiones similares en versiones del juego alternativas. En concreto, se pueden encontrar en las plataformas de juegos móviles versiones alternativas al 2048 en las que se modifica el tamaño o la forma de la cuadrícula o, también, los números que intervienen en el juego. La actividad propuesta puede concluir con el análisis conjunto de la modificación de

las estrategias y de las posibilidades que generan los retos propuestos en otros contextos del juego original.

Aunque este ejemplo se propone a través de un dispositivo móvil, existen alternativas *desenchufadas* en las que intervienen habilidades del pensamiento computacional similares; de hecho, muchos de los juegos móviles están basados en puzzles clásicos. Algunas de estas propuestas se pueden encontrar en la página web del Grupo Alquerque (2023) (<http://www.grupoalquerque.es/>).

3. MODELIZANDO EL MUNDO 3D

Si bien los ejemplos anteriores permiten establecer modelos sobre el plano o las pantallas en Educación Infantil y en los primeros años de la Educación Primaria, los ejemplos de modelización tridimensional pueden ser de utilidad para modelizar el mundo en el que vivimos. Así, se trata de representar conceptos y procedimientos matemáticos usando diferentes tecnologías para visualizar ideas y estructurar procesos matemáticos, como se menciona en la competencia específica 7 del currículo de Educación Secundaria (BOJA, 2023b). Para ello, se presentan dos herramientas CAD (construcción asistida por ordenador) diferentes, pero buscan el mismo objetivo de construir figuras geométricas con herramientas manipulativas y digitales; en línea con el uno de los saberes básicos del sentido espacial en los primeros cursos de Educación Secundaria (BOJA, 2023b).

3.1. TINKERCAD

La aplicación gratuita TinkerCAD (<https://www.tinkercad.com>), de la empresa Autodesk, es un programa de modelado tridimensional en el que se puede introducir la geometría sólida constructiva en los últimos cursos de primaria e inicios de Educación Secundaria. El programa se basa en el uso de formas primitivas *sólidas* o *huecas* en las que se puede modificar sus dimensiones, rotarlas o duplicarlas y que se pueden combinar con el objetivo de crear nuevas formas. Dado que las formas geométricas primitivas se incluyen en el plano de trabajo mediante la acción de arrastrar y soltar, esto permite la posibilidad de usar esta aplicación en tabletas u ordenadores, favoreciendo la participación de todo el alumnado en las tareas.

De esta forma, el alumnado puede modelizar situaciones de muy diferente tipo. Un ejemplo que se puede encontrar detallado en el trabajo de Rotger y Ribera (2021) es el tritapón o tapón triple (Figura 5).

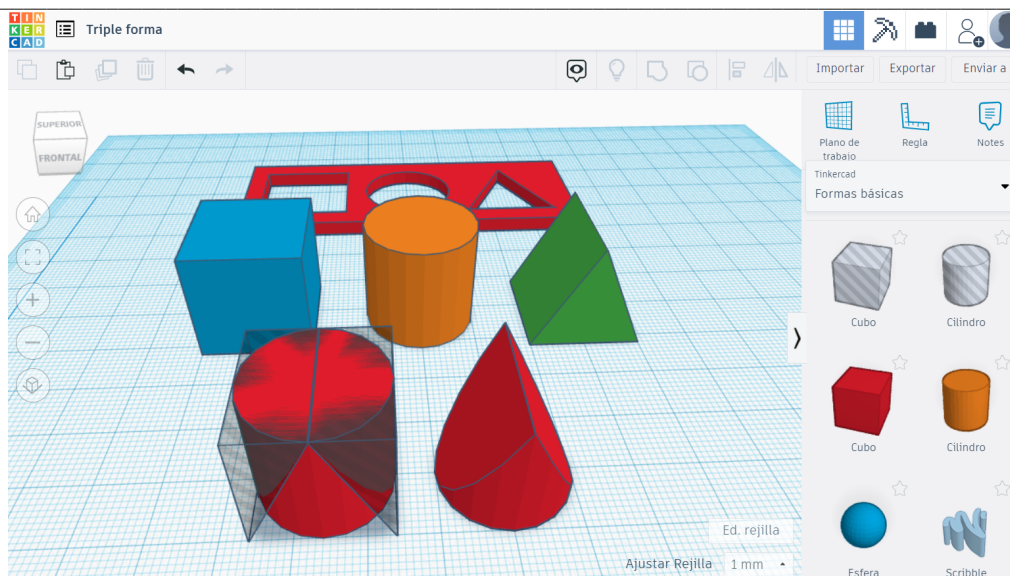


Figura 5. Planteamiento y solución del problema del tritapón. Tomado de Rotger y Ribera (2021).

En esta tarea se espera construir un objeto tridimensional cuya proyección con cada uno de los tres planos ortogonales que forman el eje cartesiano sea, en concreto, un círculo, un cuadrado y un triángulo. Para obtener este resultado es necesario el uso de las herramientas de rellenado y vaciado de formas tridimensionales para obtener la figura deseada. Esta herramienta permite, a su vez, comprobar la viabilidad del diseño realizado así como observarlo desde diferentes vistas. En línea con otras secuencias de problemas presentadas en este documento, la actividad propuesta puede ser modificada con el objetivo de aumentar la dificultad; por ejemplo, se puede proponer que una de las proyecciones tenga forma de cruz u otro tipo de preguntas en las que no se soliciten las proyecciones ortogonales necesariamente (pudiendo pedir sombras de figuras tridimensionales ubicadas en forma oblicua respecto de los planos ortogonales).

Una de las grandes ventajas que ofrece este tipo de herramienta es la posibilidad de crear, diseñar y modelizar elementos tridimensionales. Existen otros ejemplos en la sección de recursos de la propia plataforma (<https://www.tinkercad.com/lessonplans?subjects=8>).

3.2. BLOCKSCAD

La aplicación gratuita BlocksCAD (<https://www.blockscad3d.com/>), a diferencia de la anterior, utiliza un lenguaje de programación basado en bloques. Las primitivas consisten en cuerpos básicos geométricos simples que se combinan a través de modificaciones de sus características y otras transformaciones para la formación de modelos tridimensionales más complejos (Figura 6). La programación por bloques permite modificar algunos parámetros de las figuras como las dimensiones de un ortoedro, los radios de los círculos que forman un tronco de cono o el número de caras de una pirámide. A su vez, se

pueden realizar otras operaciones lógicas (unión, intersección o diferencia) sobre los conjuntos que forman las figuras tridimensionales.

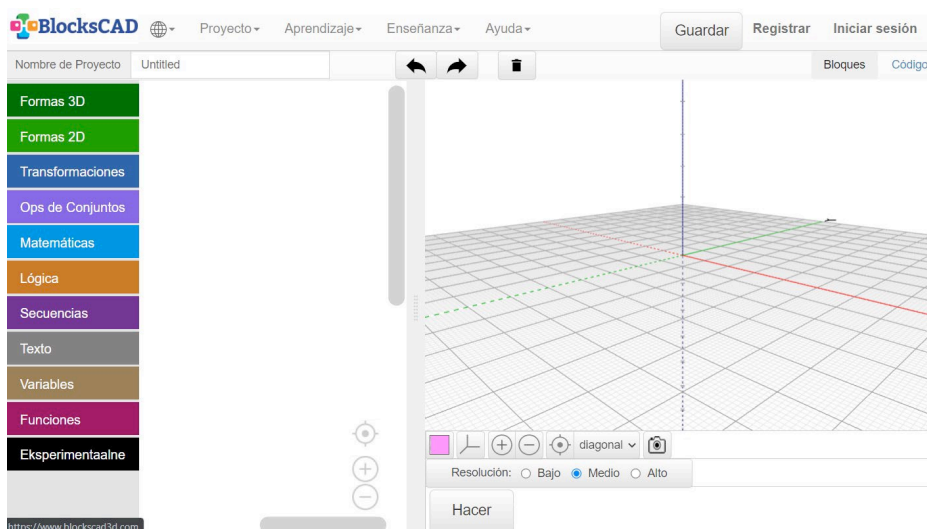


Figura 6. Plano de trabajo de la herramienta BlocksCAD. Tomado de Rotger y Ribera (2023).

En la publicación de Rotger y Ribera (2023) se pueden encontrar una secuencia completa de problemas en la que se utiliza la herramienta para plantear problemas de geometría lógica que presentan más de una solución; esto es, que existen diferentes configuraciones de código que generan un mismo objeto geométrico tridimensional. En concreto, se muestra como se puede obtener un octaedro a partir de la creación de la unión de dos pirámides o a partir de la modificación al número de caras de lo que la aplicación denomina la primitiva *esfera* (Figura 7). Este tipo de situaciones favorece la aparición de extensiones a los problemas en los que se puede plantear al alumnado el uso de una determinada cantidad de primitivas diferentes o restricciones en el uso de estas.

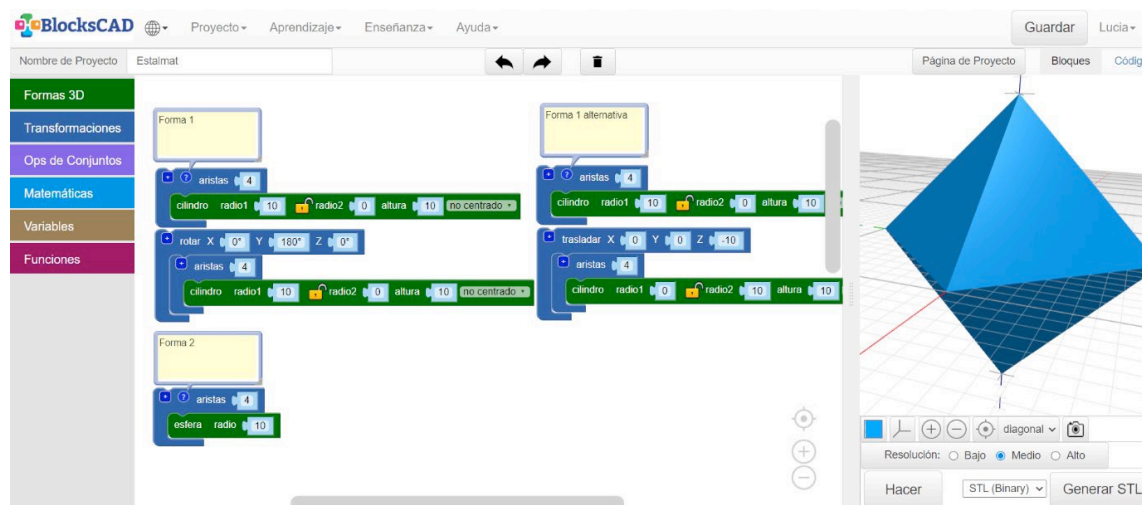


Figura 7. Soluciones alternativas para obtener el octaedro. Tomado de Rotger y Ribera (2023).

De forma similar a TinkerCAD, existen en la web diferentes tutoriales en los que se exponen los primeros pasos recomendados para su uso, así como algunas situaciones de aprendizaje en las que se pueden usar estas herramientas.

Por último, se destacan también las posibilidades que ambas herramientas ofrecen para impresión tridimensional de los diseños realizados. De esta forma, los modelos generados pueden ser exportados al formato adecuado para su impresión 3D. Así, se pueden generar nuevas preguntas de matemáticas en las que intervienen parámetros del diseño o de la orientación de la figura para optimizar su impresión; por ejemplo, se puede plantear cual es la orientación idónea para la impresión del octaedro de la Figura 7 con el interés de reducir la cantidad necesaria de soportes.

4. CONCLUSIONES

En este documento se ha tratado de mostrar el papel que presentan las habilidades propias del pensamiento computacional en algunas actividades matemáticas que tratan de modelizar matemáticamente localizaciones, situaciones o formas geométricas tridimensionales. Sin embargo, existen otras múltiples situaciones en las que el alumnado realiza tareas de descomposición, reconocimiento de patrones, abstracción o algoritmia para la resolución de problemas de matemáticas. Es por ello que se invita al profesorado a profundizar en las posibilidades que estas herramientas ofrecen para el diseño de nuevas situaciones de aprendizaje en las que ver el mundo con ojos matemáticos.

5. REFERENCIAS

BLUM, W., Y LEIB, D. (2007). *How do students and teachers deal with modelling problems?* En C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, & S. Khan (Eds.), *Mathematical modelling: Education, engineering and economics* (pp. 222-231). Chichester: Horwood. <https://doi.org/10.1533/9780857099419.5.221>

BOJA (Boletín Oficial de la Junta de Andalucía) (2023a). Orden de 30 de mayo de 2023, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la etapa de Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de Andalucía. https://www.juntadeandalucia.es/boja/2023/104/BOJA23-104-00208-9731-01_00284747.pdf

BOJA (Boletín Oficial de la Junta de Andalucía) (2023b). Orden de 30 de mayo de 2023, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la etapa de Educación Secundaria en la Comunidad Autónoma de Andalucía. https://www.juntadeandalucia.es/boja/2023/104/BOJA23-104-00289-9727-01_00284752.pdf

CHAMORRO, M. C. (1990). La Cuadrícula. *Didáctica. Lengua y literatura*, 2, 43-60.

GRUPO ALQUERQUE (2023). Artículos juegos matemáticos. http://www.grupoalquerque.es/articulos/articulos_pdf.html

RIBERA, J.M. (2021). Estrategias para la resolución de problemas de matemáticas a través del pensamiento computacional. En F. Navaridas y E. Raya (eds.) *Formación docente y desarrollo de competencias en el profesorado: hacia un modelo para la calidad educativa* (pp. 123-141). ISBN 978-84-9987-212-4.

RIBERA, J.M. y ROTGER, L. (2019). Aprendiendo matemáticas con juegos móviles. En *XIII Jornades d'Educació Matemàtica de la Comunitat Valenciana: Innovació i tecnologia en educació matemàtica* (pp. 241-255). Alacant: Institut de Ciències de l'Educació (ICE) de la Universitat d'Alacant. ISBN 978-84-09-14773-1. <http://hdl.handle.net/10045/98662>

ROTGER, L. y RIBERA, J. M. (2021). Visualizando las matemáticas en la tercera dimensión a través de Tinkercad. En *Actas de las I JID+, Jornades d'Innovació Docent en Matemàtiques en Educació Superior* (pp 63-69). Valencia. ISBN: 978-84-09-32639-6

ROTGER, L. y RIBERA, J. M. (2023). Una experiencia con BlocksCAD para el desarrollo del pensamiento computacional en alumnado con talento matemático. En *XX Jornadas para el aprendizaje y la Enseñanza de las Matemáticas* (pp. 569-580). Federación Española de Sociedades de Profesores de Matemáticas (FESPM), Valencia, 2023. ISBN: 978-84-122154-0-3

TERROBA, M. (2022). *Análisis observacional del desarrollo del pensamiento computacional en Educación Infantil: propuesta de intervención mediante un robot de suelo de direccionalidad programada*. Tesis doctoral. Universidad de La Rioja.

TERROBA, M., RIBERA, J.M., y LAPRESA, D. (2021). Cultivando el talento matemático en Educación Infantil mediante la resolución de problemas para favorecer el desarrollo del pensamiento computacional. *Contextos Educativos. Revista de Educación*, 28, 65-85. <http://doi.org/10.18172/con.5008>

TORREJÓN, M. F. y VENTURA-CAMPOS, N. (2019). Enseñanza-aprendizaje músico-matemático utilizando robótica educativa. *3C TIC. Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 8(3), 12-37.

WING, J. M. (2006). *Computational Thinking*, Communications of the ACM, 49(3), 33-35. <http://dx.doi.org/10.1145/1118178.1118215>