

Educación inclusiva: propuesta didáctica STEAM integrada para alumnado de Educación Primaria centrada en el aprendizaje de las figuras planas

Inclusive education: an integrated STEAM teaching proposal for primary school students focused on learning plane figures

Alicia Moreno Badás,¹ Eva M. García-Terceño²

Resumen: En este artículo se presenta una propuesta didáctica basada en investigaciones previas sobre educación inclusiva, didáctica de la matemática y educación STEAM integrada, en la que los saberes propios de las cinco disciplinas que componen el acrónimo (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemática), se integran para dar respuesta a una situación-problema: la construcción de la maqueta de un parque de atracciones geométrico. La matemática adopta un papel dominante sobre el resto de las áreas de conocimiento, cuyo planteamiento didáctico trata de superar los abordajes memorísticos y descontextualizados de la geometría, basados en la clasificación y medición aislada de figuras. En este proceso se apuesta por la variabilidad de experiencias de aprendizaje en las que se prioriza la incorporación de actividades basadas en la participación del alumnado a través de la manipulación, la experimentación, el diálogo y la interacción interpersonal y con el entorno. Las actividades que integran esta propuesta son susceptibles de acoger alternativas multinivel que faciliten personalizar el aprendizaje al ajustarse a los ritmos, capacidades y potencialidades del alumnado.

Fecha de recepción: 21 de septiembre de 2023. **Fecha de aceptación:** 15 de octubre de 2024.

¹ Facultad de Educación, Departamento de Didácticas Específicas, Universidad de Burgos, aliciamorenobadas@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4631-0058>.

² Facultad de Educación, Departamento de Didácticas Específicas, Universidad de Burgos, emgterceno@ubu.es, <https://orcid.org/0000-0003-4631-0058>.

Palabras clave: *Propuesta didáctica, educación inclusiva, educación STEAM integrada, geometría, educación primaria.*

Abstract: This article presents a didactic proposal based on previous research on inclusive education, didactics of mathematics and integrated STEAM education, in which the knowledge of the five disciplines that constitute the acronym (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics) are integrated to respond to a situation-problem: the creation of a geometric amusement park model. Mathematics assumes a dominant role over the rest of the areas of knowledge, whose didactic approach tries to overcome the memorised and decontextualised ways of teaching Geometry, based on the classification and isolated measurement of figures. In this process, the focus is on the variability of learning experiences in which the incorporation of activities based on the active participation of students through manipulation, experimentation, dialogue and interpersonal and environmental interaction is the main priority. The activities that make up this proposal are likely to include multilevel alternatives that facilitate personalised learning by adjusting to the pace, abilities and potential of the students.

Keywords: *Teaching proposal, inclusive education, integrated STEAM education, Geometry, Primary Education.*

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, los enfoques educativos integrados han ido recuperando el prestigio e interés del que disfrutaron durante décadas (Lenoir y Hasni, 2016; Ortega-Sánchez, 2022). La aproximación fragmentada al mundo natural y social desde disciplinas aisladas y descontextualizadas está dejando paso a un abordaje más permeable entre áreas de conocimiento, con el objetivo de mostrar y acercarse a la realidad desde una visión más humanista y realista (Morales y Muñoz, 2021). Este abordaje del proceso de enseñanza-aprendizaje fue ya defendido por teóricos en el campo de la educación como John Dewey, Ralph Tyler o Benjamin Bloom por su positiva influencia en la educación de los jóvenes para la vida democrática.

Desde la escuela, esta reorientación en la forma de percibir, entender e interactuar con el mundo puede concebirse como un proceso natural e inevitable en un contexto educativo en el que a nivel internacional se apuesta por el desarrollo competencial e integral de todo el alumnado (UNESCO, 2016). Su objetivo: formar a una ciudadanía comprometida, capaz de movilizar sus conocimientos, destrezas y actitudes para identificar, observar, analizar, comprender y afrontar los principales retos y desafíos personales, locales y globales a los que nos enfrentamos como individuos y como sociedad (en España, esto aparece reflejado en la Ley Orgánica 3/2020), los cuales parecen difícilmente abordables desde la “fragmentación del conocimiento en asignaturas” (Feito-Alonso, 2010, p. 67).

La interdisciplinariedad en la escuela es entendida como el medio para lograr una integración real de los procesos de aprendizaje y de los saberes. No relega ni infravalora aquellos que son propios de cada una de las disciplinas, sino que trata de reforzar su significatividad a través de su conexión con los saberes de otras disciplinas (Lenoir, 2013). Esta interrelación busca contextualizar el proceso de enseñanza-aprendizaje, facilitar la transferencia del conocimiento generado a nuevas situaciones e involucrar de manera activa, responsable y comprometida al alumnado con su aprendizaje y realidad (Perera-Cumerma, 2009). La concreción de este proceso se realiza a través de situaciones de aprendizaje que implican la resolución de un problema, la comprensión de un fenómeno, la creación de un producto o el planteamiento de nuevas preguntas, desde las que se abordan las dimensiones del saber, del saber hacer y del saber ser.

En los últimos años, una de las propuestas más exploradas busca difuminar las líneas que enclaustran y jerarquizan el conocimiento en disciplinas, al integrar los saberes propios de las áreas curriculares de Ciencias Naturales, Tecnología y Matemática, así como aquellos saberes propios de la Ingeniería (English *et al.*, 2017; Martín-Páez *et al.*, 2019; Toma y Greca, 2018). Este enfoque, conocido popularmente por el acrónimo STEM, se enriquece y se completa con la integración de las Artes (A) al conferir al proceso de aprendizaje una visión humanista de la ciencia (Connor *et al.*, 2015), la cual se contextualiza a través de disciplinas como la sociología, la psicología, la historia o la filosofía (Zeidler, 2016).

La aplicación práctica de los modelos integrados que cumpla con todos los requerimientos descritos solo puede concretarse en el aula con metodologías activas, participativas y cooperativas (Elizondo, 2021) como el Aprendizaje Basado en Proyectos, la Indagación Científica y el Diseño de Ingeniería, entre otras (Greca y Ortega-Sánchez, 2022). Su naturaleza flexible, centrada en el alumnado y capaz de generar un aprendizaje dialógico, autónomo e interactivo (Elizondo,

2021) permite diseñar una amplia gama de experiencias (Guðjónsdóttir y Óskarsdóttir, 2016) para ofrecer un aprendizaje personalizado que se acomode a la singularidad de cada discente: a sus conocimientos, experiencias, capacidades, intereses y potencialidades (Coll *et al.*, 2020).

Desde esta perspectiva, las acciones educativas se alejan de la exclusiva búsqueda de adaptaciones individuales. El objetivo no es *encajar* a determinados discentes en un contexto preestablecido, rígido e inalterable, sino centrarse en la identificación de aquellos cambios en el currículum, en los métodos de enseñanza, en las formas de agrupar al alumnado y en los procedimientos de evaluación que faciliten su participación en la misma experiencia educativa (Ainscow, 2020), sin pretender que aprendan lo mismo, a la misma velocidad, ni utilizando las mismas estrategias (Wolfe *et al.*, 2013, citado en Guðjónsdóttir y Óskarsdóttir, 2016).

La personalización del aprendizaje, favorecida por medio de la integración del conocimiento y el uso de metodologías activas, se considera una de las piedras angulares de la educación inclusiva (Coll *et al.*, 2020; Elizondo, 2020). Desde comienzos de los años noventa, este modelo respetuoso con la diversidad (UNESCO, 1990, 1994) busca eliminar las barreras culturales relacionadas con las creencias, las actitudes o las interacciones; las barreras políticas, legislativas y normativas; así como las barreras prácticas de accesibilidad y didáctica (Covarrubias-Pizarro, 2019). Todo ello, con el propósito de favorecer la presencia, la participación y el progreso de todo el alumnado, pero especialmente de aquel que se encuentra en mayor riesgo de exclusión y/o bajo rendimiento (Ainscow, 2005).

No existe un único camino hacia la inclusión, sino diversidad de alternativas sujetas a un contexto concreto y dinámico: es la escuela la que debe estar abierta al cambio y adaptarse a las características del alumnado con la implicación de toda la comunidad educativa (Ainscow, 1999). Sin embargo, a pesar de que los planteamientos y bases teóricas del modelo educativo inclusivo están afianzados, la puesta en práctica de acciones concretas en los centros educativos aún precisa de un mayor impulso (Muntaner-Guasp *et al.*, 2022). Por ello, con el objetivo de contribuir a la promoción de espacios inclusivos de aprendizaje, el presente artículo, basado en la idea planteada en el trabajo fin de grado realizado por la primera autora de este artículo, muestra una propuesta didáctica en la que se aborda un contenido específico de la matemática, las figuras planas, dentro de una propuesta STEAM integrada.

MARCO TEÓRICO PARA EL DISEÑO DE LA PROPUESTA

La propuesta didáctica que aquí se presenta se ha diseñado siguiendo el modelo teórico-metodológico propuesto por García-Terceño y Greca (2022) para el fomento del aprendizaje de las ciencias experimentales en espacios educativos inclusivos a partir de una integración interdisciplinar de contenido curricular (figura 1). Este modelo sigue la estela de la propuesta de una educación STEAM integrada para el desarrollo competencial del alumnado presentada por Ortiz-Revilla *et al.* (2021), cuya estructura se basa en el modelo reticular para la construcción del conocimiento científico propuesto por Larry Laudan (1984). Como se observa en la figura 1, los objetivos establecidos y las teorías y metodologías seleccionadas para su consecución se interrelacionan de manera no jerárquica entre sí, lo que posibilita su continua reevaluación y modificación con la finalidad de adaptarlo a cada contexto y seguir avanzando en la mejora de un sistema educativo de calidad para todo el estudiantado.

El propósito central de esta triada es promover espacios de aprendizaje de la ciencia inclusivos, que den una respuesta educativa satisfactoria a la diversidad de perfiles que componen un aula. Para ello, se apuesta por aplicar los principios del Diseño Universal de Aprendizaje, que provean al alumnado de variadas alternativas para acercarse y comprender el conocimiento, expresarse y comprometerse con el proceso de aprendizaje (CAST, 2011). La materialización de estos principios se realiza a través del uso de metodologías activas como el Diseño de Ingeniería (Greca y Ortega-Sánchez, 2022) y de la incorporación del Aprendizaje Cooperativo (Johnson y Johnson, 1999) por su naturaleza dinámica, interactiva y dialógica.

Por último, la red incluye tres teorías que permiten justificar el uso de los métodos presentados a nivel epistemológico, psicológico y didáctico. En primer lugar, se presenta el Modelo de la Resolución de Problemas de Laudan (1977), el cual ofrece un enfoque valioso para la enseñanza de las ciencias en las aulas de primaria, ya que permite estructurar el aprendizaje científico en torno a la capacidad del alumnado para identificar y resolver problemas, más allá de simplemente memorizar hechos y teorías. En este caso, una situación problematizadora enmarcada en un Diseño de Ingeniería. En segundo lugar, se incorpora la Teoría Sociocultural de Vygotski, la cual defiende la interacción proactiva del niño y la niña con su entorno a través del diálogo para favorecer los procesos de aprendizaje. En tercer lugar, desde una perspectiva didáctica, se incorpora la Teoría de la Variación (Marton y Booth, 1997), en la que el aprendizaje se

entiende como un proceso en el que el alumnado desarrolla la capacidad para discernir los aspectos críticos que definen al objeto de aprendizaje (un fenómeno, una habilidad o un conocimiento específico), de aquellos que son circunstanciales. De tal forma, que cuanto más variadas sean las situaciones en las que el alumnado pueda experimentar con el objeto de aprendizaje, más significativa y profunda será su comprensión.

Además del examen minucioso del objeto de aprendizaje, las ideas previas del alumnado permiten ajustar las situaciones a sus necesidades. La Teoría de la Variación entiende que el objeto de aprendizaje es dinámico y, por lo tanto, debe ser monitorizado durante todo el proceso para garantizar que aquello que se pretende enseñar (objeto de aprendizaje previsto) coincide con las estrategias y acciones didácticas implementadas en el aula (objeto de aprendizaje presentado) y, finalmente, con aquello que aprende el alumnado (objeto de aprendizaje vivido).

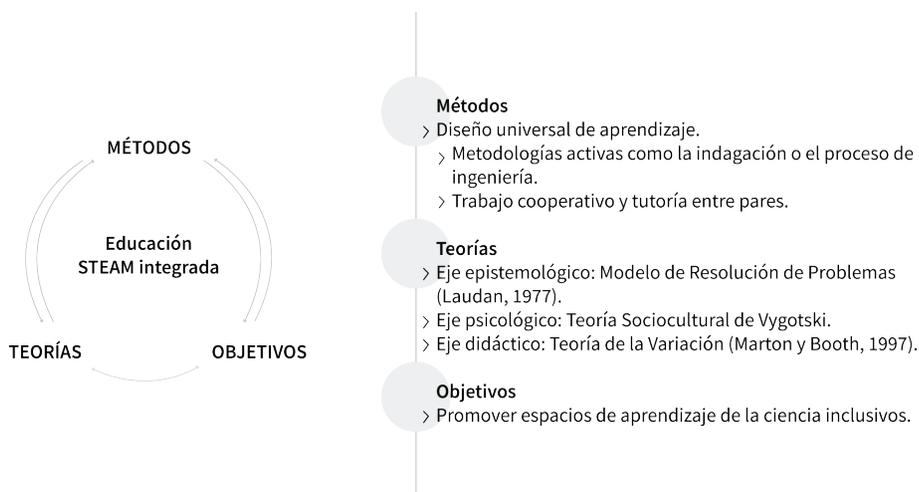


Figura 1. Modelo triádico para una educación inclusiva de la ciencia basada en la integración interdisciplinaria de contenido curricular.

CONTENIDO MATEMÁTICO DE LA PROPUESTA

La integración de los saberes propios de la STEAM en esta propuesta didáctica, se materializa en torno a una situación problemática, cercana y potencialmente interesante para estudiantes de entre diez y once años: la construcción de la maqueta de un parque de atracciones geométrico.

Para dar respuesta a esta situación, la propuesta aborda diversos contenidos del área de la matemática, las ciencias de la naturaleza y la educación artística: plástica, recogidos en el currículum de Educación Primaria de la Comunidad de Castilla y León (España), vigente durante el diseño de la propuesta (Decreto 26/2016). Asimismo, aunque no estén contemplados dentro del currículum de forma explícita, la propuesta también incorpora saberes propios del campo de la tecnología y de la ingeniería (figura 2).

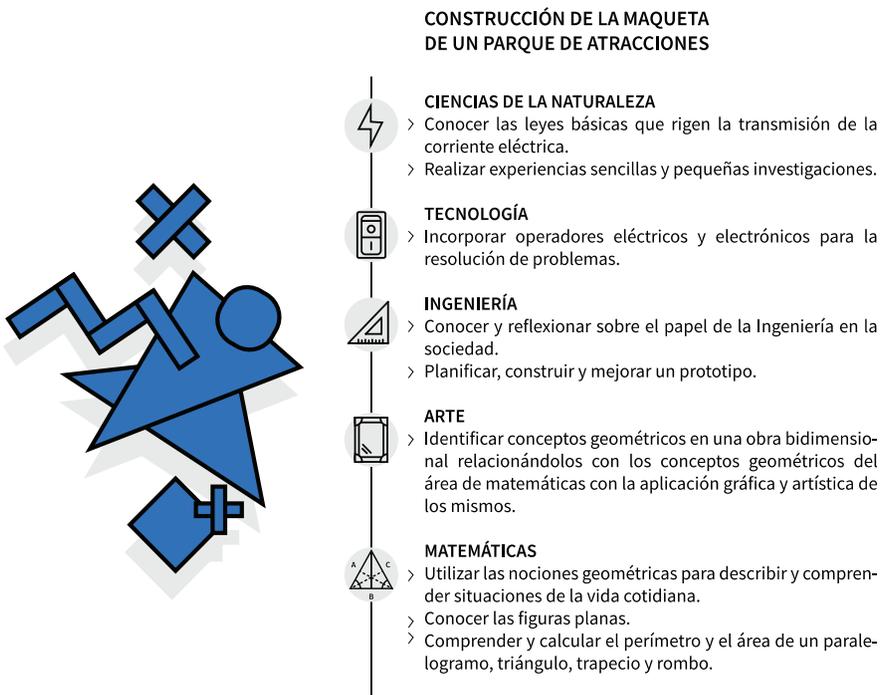


Figura 2. Contenidos curriculares y no curriculares trabajados en la propuesta didáctica.

De las disciplinas que se integran en esta propuesta, la matemática adopta un papel dominante sobre el resto (Li y Schoenfeld, 2019). Las figuras planas, contenido perteneciente al campo de la geometría, son el punto de partida y sobre ellas recae el mayor peso de la propuesta. Esta decisión responde a la necesidad de recuperar la importancia del aprendizaje de la geometría desde las aulas de educación primaria (Alsina, 2019), ya que se trata de un aprendizaje que “estimula las habilidades cognitivas básicas, permite el desarrollo de formas específicas de pensamiento matemático y contribuye en gran medida a la comprensión del mundo en el que vivimos (Bauersfeld, 1992; Franke & Reinhold, 2016)” (Kuzle, 2022, p. 1).

Esta escasa atención didáctica a la geometría, puede estar relacionada con los bajos niveles de comprensión que muestra el alumnado sobre conceptos geométricos básicos en España (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2019) y con unas ideas previas, en ocasiones no científicas, que es preciso identificar. Para Ausubel (1978), este conocimiento es el factor clave sobre el que diseñar las acciones didácticas para que el aprendizaje generado sea significativo. Por ello, como fase inicial y previa al diseño de la propuesta didáctica, se han recuperado de la literatura algunas de las ideas previas, no científicas, más comunes. Una vez que comience la implementación, dichas ideas deben ser completadas y ajustadas con aquellas del grupo destinatario de la propuesta. Entre ellas, destaca la dificultad del alumnado para:

- Identificar y clasificar las figuras planas cuando se muestran en una posición no prototípica (Bernabeu y Llinares, 2017) (figura 3); así como cuando presentan un parecido holístico (Guncaga *et al.*, 2017) (figura 4).
- Comprender la relación entre el perímetro y el área de un polígono, ya que en ocasiones se asume que ambos conceptos están directamente correlacionados y que uno determina al otro (Rangel y Murcia, 2017).

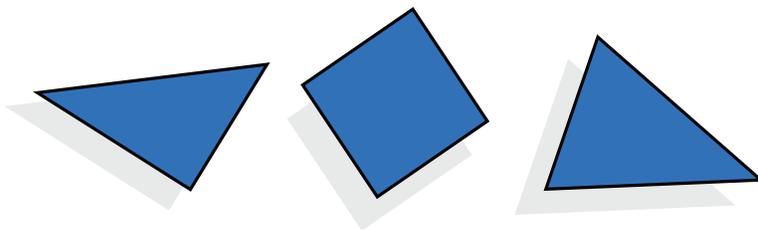


Figura 3. Ejemplo de figuras en posiciones no prototípicas.

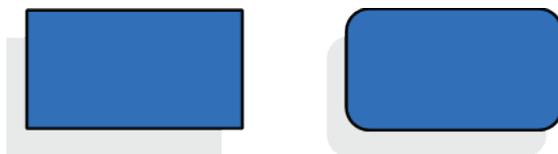


Figura 4. Ejemplo de figuras con parecido holístico.

De la tradición de una enseñanza de la geometría centrada en la identificación y clasificación mediante la observación pasiva y la memorización (Sinclair y Bruce, 2015), las figuras planas poligonales tienden a ser presentadas de forma prototípica, aislada y en una única posición en el espacio, con el objetivo de simplificar al alumnado su identificación por medio de alguna de sus características definitorias (Bernabeu, 2022). Por ejemplo, el cuadrado se presenta sobre una de sus bases, lo que facilita observar los ángulos rectos que lo componen; el triángulo isósceles sobre el lado desigual que lo caracteriza, y el triángulo rectángulo con su ángulo recto en la parte inferior.

Sin embargo, esta limitada oferta de posibilidades en las que percibir el objeto de aprendizaje supone un obstáculo didáctico que dificulta al alumnado encontrar conexiones entre distintas representaciones de una misma figura y tomar conciencia de las características que las definen (Dindyal, 2015). A este respecto, la Teoría de la Variación defiende la necesidad de ofrecer al alumnado variedad de experiencias en las que percibir el objeto de aprendizaje, con el propósito de contrastar de forma simultánea aquellos aspectos críticos que lo definen, de aquellos que varían.

Algo similar ocurre en el proceso de enseñanza de los conceptos de perímetro y área. Su abordaje suele presentarse de forma consecutiva e independiente, asociada al uso de fórmulas (Liñán-García *et al.*, 2021), lo que impide comprender la relación que existe entre ambos.

Por estas razones, en los últimos años, los esfuerzos docentes y de la investigación se concentran en la reorientación didáctica de la geometría por medio de la manipulación, la simulación, la comparación física y mental de las figuras, el trazado y la orientación que fomenten el razonamiento y faciliten una posterior comprensión y resolución de problemas geométricos (Alsina, 2019; Soto-Varela y de Vicente-Guijarro, 2023).

Una vez comprendida la naturaleza de muchas de las ideas no científicas sostenidas por parte del alumnado, se definen los objetivos matemáticos de

aprendizaje que justifican el diseño de las actividades y de las estrategias didácticas empleadas. Aunque su reformulación debe hacerse efectiva si estas no contribuyen a su transformación o si surgen nuevas:

- Identificar y clasificar figuras planas por medio del análisis de sus propiedades.
- Medir el perímetro de una figura y su área a través del uso de la cuadrícula y la regla.
- Comprender que, al aumentar el perímetro de las figuras el área no aumenta en la misma proporción.
- Descomponer las figuras en otras más sencillas para hallar su área.

El abordaje de estos objetivos se plantea con el uso del Diseño de Ingeniería como metodología que vertebra y cohesiona todas las disciplinas integradas en la propuesta, las cuales se tratan a través de actividades flexibles y variadas (Marton y Booth, 1997), susceptibles de ser ajustadas a las características del alumnado y del contexto (CAST, 2011). En su fase de investigación se profundiza en conceptos/ideas centrales abordados en la propuesta para, posteriormente, aplicarlos a la resolución de problemas, con el objetivo de favorecer su aprendizaje, tal y como plantea, a nivel epistemológico, el modelo de Laudan. Por su parte, el Aprendizaje Cooperativo (Johnson y Johnson, 1999) se emplea como medio para estimular el diálogo y la interacción interpersonal positiva que contribuya al desarrollo cognitivo y social del alumnado (Vygotski, 1978).

CONCRECIÓN DE LA PROPUESTA

Las actividades que se presentan a continuación (figura 5) han sido diseñadas con el objetivo de contribuir a la promoción de espacios de aprendizaje en los que un grupo diverso de discentes tenga la oportunidad de acceder al conocimiento, expresarse, interactuar a nivel social y con el entorno, así como de comprometerse con el proceso de aprendizaje personal y grupal. Junto a la descripción de las actividades o integradas en ella, se incluyen breves reflexiones sobre hipotéticas posibilidades de modificación para dar respuesta a diversas situaciones con las que nos podemos encontrar en el aula.



Figura 5. Propuesta de actividades.

DESCUBRIENDO LAS FIGURAS PLANAS

Actividad 1.1. Arte y geometría. Kandinsky

En esta primera actividad, saberes propios de la matemática y de las artes se integran a través de un conocido pintor ruso: V. V. Kandinsky (1866-1944), quien utilizó el color y las formas geométricas como forma de expresión. Más allá del reconocimiento de las figuras que integran la obra, esta actividad permite adentrarse en el mundo de la pintura y reconocerla como medio para desarrollar la expresión verbal y emocional.

Las obras seleccionadas para esta tarea se describen y analizan con base en las dos fases propuestas por Roser Gómez, especialista en educación visual y plástica (Edo, 2005). En la primera fase, se describen de manera objetiva los elementos reconocibles: colores, figuras, manchas, líneas, etc. y se encomienda al alumnado comparar y agrupar dichos elementos en función de alguna de sus características, por ejemplo: figuras cerradas y abiertas; figuras cóncavas y convexas; líneas curvas y rectas; líneas paralelas y secantes. Este proceso brinda una buena oportunidad para conocer y comprender qué aspectos críticos definen a las figuras planas y cuáles no. En la segunda fase (evocación creativa de posibles significados de la obra) se realiza un análisis subjetivo en el que se anima al alumnado a expresar aquello que siente o rememora al percibir cada cuadro.

Tras el proceso de análisis, cada discente elige un título justificado para la obra y se especula sobre las causas que llevaron al autor a escoger el suyo. Para finalizar la actividad, se invita al alumnado a crear un cuadro inspirado en las obras trabajadas (figura 6).

Opciones didácticas. El análisis didáctico de obras de arte tiene un marcado carácter visual, lo que presumiblemente va a ocasionar una barrera para la participación activa y el aprendizaje del alumnado ciego y con baja visión. Por ello, es necesario ofrecer alternativas como imprimir con relieves o con incisiones las obras con las que se va a trabajar, de tal forma que el alumnado pueda diferenciar las diferentes partes que la componen.

Por su parte, la creación de nuevas obras también es susceptible de ajustarse a cada discente al posibilitar el uso de diferentes técnicas (dibujo, collage o grabado) y materiales (compases, reglas, escuadras y cartabones, piezas, sellos o pegatinas con diferentes texturas, formas y colores, etc.).



Figura 6. Obras creadas por un aula de 5º de educación primaria tras poner en práctica esta actividad.

Actividad 1.2. La geometría de la calle

El entorno cercano es una fuente de conocimiento que ofrece muchas posibilidades didácticas y motivacionales. Si nos fijamos, las fachadas, el mobiliario urbano o las puertas de los edificios esconden una maravillosa combinación de figuras que, en muchas ocasiones, pasan desapercibidas a nuestros sentidos. La segunda actividad propone al alumnado un paseo consciente de camino a casa o una experiencia detectivesca en el mercado del barrio para descubrir y fotografiar las figuras planas camufladas en estos espacios. Las imágenes se comparten digitalmente y deben ir acompañadas de una pequeña descripción de la figura y del lugar donde fue descubierta.

Opciones didácticas. El contexto familiar del alumnado puede dificultar que esta actividad sea desarrollada fuera del horario lectivo. Como alternativa, esta actividad puede ser realizada con el grupo clase en el centro escolar y/o en sus inmediaciones.

DISEÑO DE INGENIERÍA. PRIMEROS PASOS

Presentación

En esta primera aproximación a la metodología del Diseño de Ingeniería, se crea un espacio de diálogo en el que el alumnado pueda compartir sus ideas, experiencias y conocimientos sobre el papel de la ingeniería en la sociedad. Para asegurar que las aportaciones de todo el alumnado son escuchadas, cada discente, de manera individual, completa las siguientes frases:

- *Los ingenieros e ingenieras son personas que...*
- *La ingeniería mejora la vida de la gente porque...*
- *La ingeniería contribuye al cuidado del medioambiente porque...*

Una vez recogidas las ideas personales, estas se comparten con el resto de integrantes del pequeño grupo y se crea una lista única con las diferentes aportaciones recopiladas. Posteriormente, cada grupo comparte dicha lista con la clase en un intercambio de ideas que sirve de contexto al docente para introducir las fases que guían el proceso del Diseño de Ingeniería.

Objetivos, saberes y habilidades

El Diseño de Ingeniería planteado se basa en la construcción de la maqueta de una feria compuesta por diferentes atracciones, elementos decorativos y mobiliario con diseños geométricos, móviles y/o sonoros. Para alcanzar este objetivo es preciso movilizar diferentes saberes y habilidades que requieren ser identificados. Con la técnica cooperativa 1, 2, 4, (extraída de Pujolás, 2008), el alumnado de manera individual anota sus ideas y, posteriormente, se ponen en común por parejas. La lista conjunta resultante de este intercambio de opiniones es debatida dentro del grupo cooperativo para, finalmente, crear una única lista común a toda la clase. Con ayuda docente, los saberes y habilidades identificados se completan, ajustan y agrupan por disciplinas.

DISEÑO DE INGENIERÍA. PROCESO DE INVESTIGACIÓN

A continuación, se presenta la fase de investigación, en la que se abordan aquellos saberes y habilidades que se precisan de manera previa al diseño y construcción de la maqueta. Para ello, se plantean las siguientes actividades:

Figuras planas. En esta actividad se recuperan las fotografías de la *actividad 1.2*. Con ellas, el alumnado, de forma justificada, agrupa en dos categorías diferentes las figuras planas y los contraejemplos *¿Qué características definen a todas las figuras de la primera categoría en comparación con la segunda?*

A continuación, las figuras planas se subdividen en función del tipo de líneas, rectas o curvas que las componen. *¿Qué tienen en común todas las figuras, llamadas polígonos, que se encuentran en el primer grupo?* (lados, vértices, ángulos interiores y diagonales) *¿Qué las diferencia del segundo grupo, las denominadas figuras curvas?* Finalmente, se anima al alumnado a crear un modelo que represente y categorice a todos los polígonos encontrados según su número de lados.

Opciones didácticas. Las alternativas para realizar estos modelos pueden variar. Por ejemplo, algún discente puede conseguir el modelo tras seleccionar el adecuado entre una variedad de figuras o construirlo con fichas digitales o de madera. También se puede contemplar la posibilidad de su representación sobre un geoplano, virtual o físico o a través del dibujo, ya sea sobre una plantilla, una cuadrícula o un lienzo en blanco con herramientas de dibujo como reglas o compases.

El triángulo. La clave de esta actividad, basada en la propuesta de González (2017), es el uso de segmentos de diferentes medidas (2, 4, 8 y 10 cm) que permitan al alumnado una fácil construcción y manipulación de los triángulos. Tras unos minutos de pruebas, se lanzan algunas preguntas: *¿Habéis encontrado alguna dificultad para crear los triángulos? ¿Qué pasa cuando utilizamos los segmentos de 2, 4 y 10 cm? ¿Qué otras opciones tampoco permiten construir un triángulo?* Guiados por el docente, el alumnado reflexiona y argumenta sobre la relación que debe darse entre sus lados para asegurar la construcción de un triángulo.

A continuación, el alumnado crea nuevos triángulos bajo diferentes premisas:

- Triángulos con todos los lados iguales.
- Triángulos con dos lados iguales.
- Triángulos con todos los lados desiguales.

- Una vez clasificados los ejemplos, cada grupo de triángulos se cataloga con su nombre científico y se analizan los ángulos que los componen, *¿recordáis cómo se llaman los diferentes tipos de ángulos? ¿Cuáles de estos triángulos tienen un ángulo recto? ¿A qué grupo pertenecen?* A continuación, se busca que el alumnado construya mentalmente representaciones de diferentes triángulos: *¿se puede construir un triángulo con dos ángulos rectos?, ¿y obtusos? ¿Hay algún grupo que no tenga ningún triángulo con ángulos rectos?* Las hipótesis establecidas se comprueban *a posteriori* con la manipulación física de los triángulos.

Para finalizar, se trabaja con la relación entre las dos clasificaciones: la longitud de los lados y el tipo de ángulos, a través de la construcción de nuevos triángulos, del diálogo y de la argumentación.

Los cuadriláteros. Esta actividad se plantea sobre la base de la propuesta de Blanco-Nieto *et al.* (2015) en la que se plantean cuatro fases (tabla 1):

Tabla 1. Actividades propuestas para abordar el aprendizaje de los cuadriláteros.

FASE 1. Construcción de figuras con triángulos

- > Descomposición de un cuadrado en 4 triángulos.
- > Creación de figuras con 2, 3 y 4 de los triángulos extraídos del cuadrado.
- > Dibujo de las siluetas creadas.

FASE 2. Identificación y creación de figuras de 4 lados

- > Selección y análisis de las figuras creadas con 4 lados.
- > Creación de nuevas figuras y dibujo de sus siluetas.

FASE 3. Análisis de figuras con 4 lados. Paralelogramos

- > Guiados por las preguntas planteadas por el docente, el alumnado agrupa las figuras y las nombra: Rombos, cuadrados, rectángulos y romboides.
- > ¿Qué tienen en común todas estas figuras? ¿Podrías dibujar otros paralelogramos diferentes?

FASE 4. Creación y análisis de figuras con 4 lados. Trapecios y trapezoides

- > Guiados por las preguntas planteadas por el docente, el alumnado agrupa las figuras y las nombra: Trapecios y trapezoides.
- > ¿Podrías dibujar otros trapecios y trapezoides?
- > ¿Cómo son sus lados y sus ángulos? ¿Hay algún patrón?

Representaciones geométricas (figura 7). Con el uso de un geoplano virtual, el alumnado representa con figuras geométricas elementos que pueden encontrarse en una feria. Las opciones son múltiples. Por ejemplo, pueden apoyarse en una imagen real o en un dibujo esquemático o transferir una imagen al geoplano utilizando coordenadas. Una vez creadas las representaciones explican al resto de compañeros qué figuras han utilizado y sus características, así como el porqué de la selección escogida y las posibles alternativas.

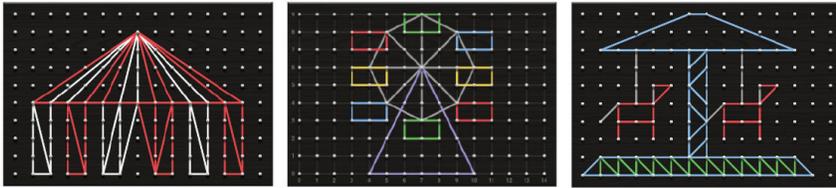
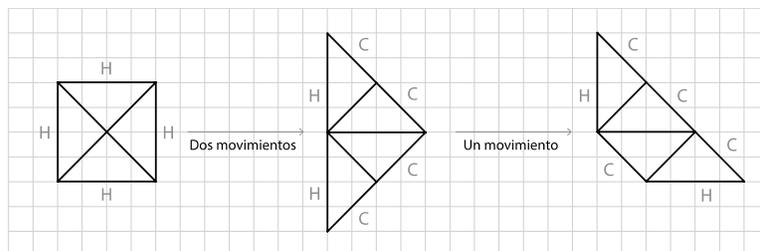


Figura 7. Figuras de creación propia con un geoplano virtual y de libre acceso (The Math Learning Center, 2020).

El perímetro y el área. Para trabajar la relación que existe entre ambos conceptos se emplea la propuesta presentada por Badillo y Edo (2008) basada en la composición y descomposición de figuras. A partir de un cuadrado dividido en cuatro triángulos rectángulos isósceles, se produce una secuencia progresiva de movimientos que dan como resultado un magnífico escenario para comprender cómo se relacionan el perímetro, la superficie y la forma de una figura (figura 8). A continuación, el docente guía al alumnado para deducir a partir de estos ejemplos la fórmula para calcular el área de los paralelogramos y, posteriormente, el de los triángulos.



> **Cuadrado**

> Perímetro=
 $H+H+H+H=4H$

> **Triángulo rectángulo isósceles**

> Perímetro=
 $H+H+C+C+C=2H+4C$
 > La forma y el perímetro han
 cambiado, sin embargo, la
 superficie permanece constante.

> **Trapezio**

> Perímetro=
 $H+C+H+C+C+C=2H+4C$
 > La forma ha cambiado, sin embar-
 go, el perímetro y la superficie
 permanecen constantes.

Figura 8. Ejemplo de actividad para abordar los conceptos de perímetro y área.
 (Badillo y Edo, 2008).

Los circuitos eléctricos. Para finalizar la fase de investigación, se plantea una experiencia indagatoria sobre los principios y elementos que definen a un circuito eléctrico. La propuesta didáctica busca que el alumnado verifique a través de la experimentación, las hipótesis que han generado sobre el funcionamiento de una bombilla, un motor o un zumbador. *¿Qué elementos necesitamos para crear un circuito eléctrico? ¿De todos los materiales que tenemos (conductores y no conductores) cuáles podríamos utilizar? ¿Por qué en tu circuito una bombilla luce más que la otra?*

Este proceso requiere de momentos destinados al debate, a la argumentación y a la comunicación de ideas, resultados y conclusiones en los que el docente emplea analogías, apoya al alumnado para relacionar conceptos, integra ejemplos cotidianos y parafrasea las explicaciones del alumnado con la terminología científica apropiada al grupo.

Opciones didácticas. La metodología de la Indagación Científica debe ponerse en práctica sin perder de vista al alumnado y sus experiencias previas de aprendizaje. Un proceso didáctico muy estructurado y guiado es más apropiado que uno abierto si nuestro alumnado es inexperto en el aprendizaje por indagación (Martin-Hansen, 2002). El uso de listas de verificación, estructuras gramaticales para comunicar conclusiones, cuadernos de campo, secuencias de

acción o mapas conceptuales son algunos ejemplos de posibles apoyos a integrar en el proceso.

Para la construcción de un circuito eléctrico las alternativas multinivel varían, desde el uso de un número mínimo de elementos hasta la integración de una placa microcontroladora para activar o desactivar la corriente eléctrica.

DISEÑO DE INGENIERÍA. REFLEXIÓN Y PLANIFICACIÓN

El conocimiento generado durante las sesiones previas se vuelca en la planificación del diseño de un parque de atracciones, el cual estará compuesto por los prototipos creados por cada uno de los grupos (norias y tióvilos en los que se integran motores para que tengan movimiento, farolas que iluminen el espacio, puestos de venta con luces en los rótulos, etc.), asignados tras un proceso conjunto de selección. Las propuestas generadas durante el desarrollo de una asamblea son sometidas a una criba en la que se analiza su viabilidad en cuanto a los recursos materiales y temporales disponibles, así como a las competencias propias del alumnado.

Una vez que cada grupo tiene asignado el prototipo que va a construir, para facilitar la comprensión del proceso de planificación, se puede hacer uso de hojas de instrucciones para el montaje de muebles que ayuden a identificar los pasos a seguir. Con estos ejemplos, se crea una plantilla similar para guiar al alumnado en la definición de su propio prototipo: *¿Qué vais a construir? ¿Cuál es su función? ¿Qué piezas incluye? ¿Cómo se integran las figuras planas en el diseño? ¿Qué dimensiones tienen? ¿Qué materiales necesitáis? ¿Cómo es el circuito eléctrico?*

Esta es una fase para tomar decisiones y cerrar acuerdos, lo que puede suponer un gran reto para el alumnado. Por ello, es importante crear de manera conjunta una lista de normas para favorecer la escucha y respetar las aportaciones y tiempos de palabra. En los espacios de trabajo dentro del grupo cooperativo, la función del docente es supervisar el proceso e intervenir en aquellas ocasiones en las que sea necesario prestar una ayuda y ofrecer estrategias para resolver conflictos interpersonales y cuestiones propias de la tarea (Johnson y Johnson, 1999).

DISEÑO DE INGENIERÍA. CREACIÓN Y MEJORA DEL PROTOTIPO

Una vez finalizado el proceso de planificación, cada grupo procede a la construcción del primer prototipo el cual una vez finalizado, es evaluado por el resto de grupos, quienes identifican los puntos fuertes y aquellas opciones de mejora que podrían introducirse. Toda la clase de forma conjunta valora la idoneidad de dichas mejoras y el grupo correspondiente aplica aquellas seleccionadas.

En esta fase, la función del docente se centra en guiar al alumnado para utilizar los materiales, las herramientas y las técnicas más apropiadas que les permita obtener un primer prototipo y para garantizar la participación de todo el alumnado en el proceso.

DISEÑO DE INGENIERÍA. COMUNICACIÓN DEL PROCESO Y RESULTADOS

Para finalizar, cada grupo presenta su prototipo y el proceso seguido para su construcción desde una perspectiva objetiva y subjetiva (tabla 2).

Tabla 2. Ejemplo de actividad para trabajar la comunicación.



ANÁLISIS OBJETIVO

- › Pasos realizados durante el proceso.
- › Figuras planas integradas en el prototipo: características y relación entre ellas.
- › Dimensiones de las figuras planas poligonales: perímetro y área.
- › Circuitos eléctricos: elementos y funcionamiento.

ANÁLISIS SUBJETIVO

- › Dificultades encontradas y soluciones aplicadas.
- › Conflictos dentro del grupo de trabajo y estrategias utilizadas para solventarlos.
- › Sentimientos negativos identificados en uno mismo y en el resto de integrantes: razón y estrategias para mitigarlos.
- › Sentimientos positivos identificados en uno mismo y en el resto de integrantes: razón y formas de expresarlos.

CONCLUSIONES

Una educación de calidad para todo el alumnado está supeditada a la coordinación y coherencia de las decisiones y acciones tomadas desde todos los niveles del sistema educativo. Sin embargo, tal y como apunta Ainscow *et al.* (1998/2001), las políticas educativas y los resultados de la investigación defendidos como garantes del avance en la democratización de la educación deben conectar ‘con la comprensión de la realidad docente’ (p. 22).

La presentación de propuestas didácticas en las que se integra la normativa y se aplican las bases teóricas de diferentes modelos educativos y las estrategias didácticas identificadas como eficaces desde la investigación pueden contribuir a reducir la distancia entre la teoría y la realidad práctica de las aulas. Estas propuestas deben entenderse como ejemplos abiertos y flexibles, en los que la experiencia y el conocimiento teórico, organizativo y de gestión de los docentes sirva para ajustar el proceso de enseñanza a un grupo y contexto específicos.

La propuesta didáctica que se presenta en este trabajo trata de dibujar un posible escenario en el que todos los niños y niñas de un aula puedan acceder, participar y progresar juntos. Este objetivo se justifica con un diseño basado en la integración de saberes y en el consecuente uso de metodologías activas (Elizondo, 2021). Todo ello, sin perder de vista la diversidad del aula y la necesaria incorporación de estrategias, experiencias y oportunidades de aprendizaje variadas que posibiliten un aprendizaje competencial y personalizado (Coll *et al.*, 2020).

Sin embargo, a pesar de la necesidad de contar con propuestas didácticas de estas características, es preciso también el desarrollo de estudios que evalúen la viabilidad de su puesta en práctica en contextos reales, así como el impacto que tienen en el desarrollo competencial del alumnado en espacios educativos inclusivos, con el objetivo de pulir y reforzar el modelo propuesto. Para ello, es necesario colaborar con docentes en procesos de reflexión activa, tal y como proponen Marton *et al.* (2004) en tres fases: (1) antes de la puesta en marcha de la propuesta; (2) durante el proceso de implementación, y (3) una vez que el proceso ha finalizado, con los objetivos de adaptar y ajustar la propuesta al contexto y al alumnado, monitorizar el proceso de enseñanza-aprendizaje y reajustar las metas, las estrategias didácticas y/o actividades en caso de que fuese necesario para alcanzar un aprendizaje significativo y, por último, valorar la coherencia entre el proceso de enseñanza y de aprendizaje.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se basa en la idea de un proyecto desarrollado por la primera autora de este artículo como parte de su trabajo fin de grado y su desarrollo se enmarca en un proyecto de tesis doctoral financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades de España. Ref. FPU19/04717.

REFERENCIAS

- Ainscow, M. (1999). *Understanding the development of inclusive schools*. Falmer Press.
- Ainscow, M. (2005). Understanding the development of inclusive education system. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 3(7), 5-20.
- Ainscow, M. (2020). Inclusion and equity in education: making sense of global challenges. *Prospects*, 49, 123-134. <https://doi.org/10.1007/s11125-020-09506-w>
- Ainscow, M., Beresford, A., Harris, A., Hopkins, D. y West, M. (1998/2001). *Crear condiciones para la mejora del trabajo en el aula: Manual para la formación del profesorado*. Narcea.
- Alsina, Á. (2019). *Itinerarios didácticos para la enseñanza de las matemáticas de 6 a 12 años*. Graó.
- Ausubel, D. P. (1978). In defense of advance organizers: A reply to the critics. *Review of Educational Research*, 48(2), 251-257.
- Badillo, E. y Edo, M. (2008). Orientaciones didácticas para el taller del Arte y Geometría III: líneas, polígonos y otras figuras planas. *Educación primaria. Orientación y recursos. Desarrollo curricular. Experiencias*, 1-58.
- Bernabeu, M. (2022). "Tips" para la enseñanza-aprendizaje de las figuras geométricas. *Números: Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 110, 113-128.
- Bernabeu, M. y Llinares, S. (2017). Comprensión de las figuras geométricas en niños de 6-9 años. *Educación Matemática*, 29(2), 9-35. <https://doi.org/10.24844/EM2902.01>
- Blanco-Nieto, L., Caballero-Carrasco, A., Cárdenas-Lizarazo, J. y Gómez del Amo, R. (2015). *Aprender a enseñar Geometría en primaria. Una experiencia en formación inicial de maestros*. Universidad de Extremadura.
- CAST (2011). *Universal design for learning guidelines version 2.0*. Wakefield, MA: Author.
- Coll, C., Esteban-Guitart, M. y Iglesias-Vidal, E. (2020). *Aprendizaje con sentido y valor personal, experiencias, recursos y estrategias de personalización educativa*. Graó.

- Connor, A. M., Karmokar, S. y Whittington, C. (2015). From STEM to STEAM: Strategies for enhancing Engineering & Technology education. *International Journal of Engineering Pedagogies*, 5(2), 37-47. <https://doi.org/10.3991/ijep.v5i2.4458>
- Covarrubias-Pizarro, P. (2019). Barreras para el aprendizaje y la participación: Una propuesta para su clasificación. En J. Trujillo-Holguín, A. Ríos-Castillo, y J. García-Leos (coords.), *Desarrollo profesional docente: reflexiones de maestros en servicio en el escenario de la Nueva Escuela Mexicana* (pp. 135-157). Escuela Normal Superior Prof. José E. Medrano.
- Decreto 26/2016, de 21 de julio, por el que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la Educación Primaria en la Comunidad de Castilla y León. *Boletín Oficial de Castilla y León*. Valladolid, 25 de junio de 2016, núm. 142, pp. 34184-34746.
- Dindyal, J. (2015). Geometry in the early years: A commentary. *ZDM Mathematics Education*, 47, 519-529. <https://doi.org/10.1007/s11858-015-0700-9>
- Edo, M. (2005). Matemática y Arte en la Educación Infantil, a partir del cuadro "Bailando por miedo" de Paul Klee. En D. Couso, E. Badillo, A. Adúriz-Bravo, y G. Perafán (eds.), *Unidades didácticas en Ciencias y Matemáticas* (pp. 93-126). Cooperativo Editorial Magisterio.
- Elizondo, C. (2020). *Ámbitos para el aprendizaje: una propuesta interdisciplinar*. Ediciones Octaedro.
- Elizondo, C. (2021). Educación inclusiva y justicia social. *Fórum Aragón – Revista digital de FEAE-Aragón sobre organización y gestión educativa*, (32), 31-34.
- English, L. D., King, D. y Smeed, J. (2017). Advancing integrated STEM learning through engineering design: Sixth-grade students' design and construction of earthquake resistant buildings. *Journal of Educational Research*, 110(3), 255-271. <https://doi.org/10.1080/00220671.2016.1264053>
- Feito-Alonso, R. (2010). De las competencias básicas al currículum integrado. *Revista Currículum*, 23, 55-79.
- García-Terceño, E. M. y Greca, I. (2022). Diseño de un modelo teórico-metodológico para una educación inclusiva de la ciencia. En K. Gajardo-Espinoza, y J. Cáceres-Iglesias (eds.), *Soñar grande es soñar juntas. En busca de una educación crítica e inclusiva* (pp. 311-327). Octaedro.
- González, A. (2017). *Yo tengo tres lados, ¿y vos?: Las figuras geométricas en la escuela primaria*. Homo Sapiens Ediciones.
- Greca, I. y Ortega-Sánchez, D. (2022). Metodologías didácticas STEM para la ciudadanía. En D. Ortega-Sánchez, I. Greca, y M. P. Alonso-Abad (coords.), *La ciencia en el arte* (pp. 57-76). Octaedro.

- Guðjónsdóttir, H. y Óskarsdóttir, E. (2016). Inclusive education, pedagogy and practice. En S. Markic, y S. Abels (eds.), *Science education towards inclusion* (pp. 7-22). Nova.
- Guncaga, J., Tkacik, Š. y Žilková, K. (2017). Understanding of selected geometric concepts by pupils of pre-primary and primary level education. *European Journal of Contemporary Education*, 6(3), 497-515. <https://doi.org/10.13187/ejced.2017.3.497>
- Johnson, D. W. y Johnson, R. T. (1999). What makes cooperative learning work. En D. Kluge, S. McGuire, D. Johnson, y R. Johnson (eds.), *Cooperative Learning. JALT Applied Materials* (pp. 23-36). Japan Association for Language Teaching.
- Kuzle, A. (2022). The teaching of geometry in primary education: Is Geometry still neglected in school mathematics? *Twelfth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME12)*. Bolzano: HAL science ouverte.
- Laudan, L. (1977). *Progress and its problems*. University of California Press.
- Laudan, L. (1984). *Science and values: The aims of science and their role in scientific debate*. University of California Press.
- Lenoir, Y. (2013). Interdisciplinarietà en educación: Una síntesis de sus especificidades y actualización. *Interdisciplina*, 1(1), 51-86. <https://doi.org/10.22201/ce-ich.24485705e.2013.1.46514>
- Lenoir, Y. y Hasni, A. (2016). Interdisciplinarity in primary and secondary school: Issues and perspectives. *Creative Education*, 7(16), 2433-2458. <https://doi.org/10.4236/ce.2016.716233>
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial de España*. Madrid, 30 de diciembre de 2020, núm. 340, pp. 122868-122953.
- Li, Y. y Schoenfeld, A. H. (2019). Problematizing teaching and learning mathematics as "given" in STEM education. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 1-13. <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0197-9>
- Liñán-García, M., Muñoz-Catalán, M., Contreras, L. y Barrera-Castarnado, V. (2021). Specialised knowledge for teaching Geometry in a primary education class: Analysis from the knowledge mobilized by a teacher and the knowledge evoked in the researcher. *Mathematics*, 9(21), 1-18. <https://doi.org/10.3390/math9212805>
- Martin-Hansen, L. (2002). Defining inquiry. *The science teacher*, 69(2), 34-37.
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J. y Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799-822. <https://doi.org/10.1002/sce.21522>
- Marton, F. y Booth, S. (1997). *Learning and awareness*. Lawrence Erlbaum.
- Marton, F., Runesson, U. y Tsui, A. B. M. (2004). The space of learning. En F. Marton y A. B. M. Tsui (eds.), *Classroom discourse and the space of learning* (pp. 3-40). Routledge

- Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2019). *TIMSS 2019. Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias. Informe Español*. <https://www.educacionyfp.gob.es/inee/evaluaciones-internacionales/timss/timss-2019.html>
- Morales, B. y Muñoz, C. (2021). *Handbook of interdisciplinarity*. (ANID/FONDAP/15110009). Center for Climate and Resilience Research (CR)2. <https://www.cr2.cl/manual-de-interdisciplina-cr2>
- Muntaner-Guas, J. J., Mut-Amengual, B. y Pinya-Medina, C. (2022). Las metodologías activas para la implementación de la educación inclusiva. *Revista Electrónica Educare*, 26(2), 85-105. <https://doi.org/10.15359/ree.26-2.5>
- Ortega-Sánchez, D. (2022). *Controversial Issues and Social Problems for an Integrated Disciplinary Teaching*. Springer.
- Ortiz-Revilla, J., Greca, I. y Arriasecq, I. (2021). A theoretical framework for integrated STEM education. *Science and Education*, 31(2), 383-404. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00242-x>
- Perera-Cumerma, F. (2009). Proceso de enseñanza-aprendizaje. Interdisciplinariedad o integración. *Varona*, (48-49), 43-49.
- Pujolàs, P. (2008). *Nueve ideas clave. El aprendizaje Cooperativo*. Graó.
- Rangel, M. y Murcia, S. (2017). Concepciones de estudiantes de educación básica sobre perímetro y área. *Eco Matemático*, 8(1), 71-80. <https://doi.org/10.22463/17948231.1478>
- Sinclair, N. y Bruce, C. (2015). New opportunities in Geometry education at the primary school. *ZDM. Mathematics Education*, 47, 319-329. <https://doi.org/10.1007/s11858-015-0693-4>
- Soto-Varela, R. y de Vicente-Guijarro, J. (2023). La Geometría en mundos inmersivos: Una experiencia educativa. En Hinojo-Cirre, L., Roy-Sadradin, D., y Berral-Ortiz, B. (eds.), *Investigación educativa e innovación docente desde una perspectiva internacional* (pp. 129-138). Dykinson
- The Math Learning Center. (10 de Abril de 2020). *Geoplano virtual*. <https://www3.gobierno-decanarias.org/medusa/ecoescuela/recursosdigitales/2020/04/10/geoplano-virtual/>
- Toma, R. B. y Greca, I. (2018). The effect of integrative STEM instruction on elementary students' attitudes toward science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(4), 1383-1395. <https://doi.org/10.29333/ejmste/83676>
- UNESCO (1990). *World declaration on education for all: meeting basic learning needs*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000086291>
- UNESCO (1994). *The Salamanca statement and framework for action on special needs education*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000098427>

- UNESCO. (2016). Education 2030: Incheon declaration and framework for action for the implementation of Sustainable Development Goal 4. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245656>
- Vygotski, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge University Press.
- Zeidler, D. (2016). STEM education: A deficit framework for the twenty first century? A sociocultural socioscientific response. *Cultural Studies of Science Education*, 11(1), 11-26. <https://doi.org/10.1007/s11422-014-9578-z>

Autora de correspondencia:

EVA M. GARCÍA TERCEÑO

Dirección: Departamento de Didácticas Específicas, Facultad de Educación,
Universidad de Burgos, C/Villadiego, 1, 09001 Burgos, España
emgterceno@ubu.es