UNIÓN
REVISTA IBEROAMERICANA DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA
firma invitada

Agosto de 2023, Número 68
ISSN: 1815-0640

Rodríguez Taboada, Julio

Breve Reseña

Nació en 1966 en Lalín, villa de la provincia de Pontevedra, España. Cursó la licenciatura de Matemáticas en la universidad de Santiago de Compostela, terminando sus estudios en 1989. Desde ese mismo año ejerce la docencia como profesor de enseñanza secundaria en distintos centros públicos de Galicia, siendo su destino actual el IES As Barxas, de Moaña.

Es socio de AGAPEMA (Asociación Galega do Profesorado de Educación Matemática) desde su fundación en el año 2000, ocupando la presidencia de esta sociedad desde 2012. Desde julio de 2022 ocupa además la presidencia de la Federación Española de Sociedades de Profesores de Matemáticas (FESPM). Colabora como docente y miembro del comité organizador del proyecto Estalmat Galicia, coordinado desde la Facultad de matemáticas de la USC.

Ha participado como ponente y conferenciante en congresos y jornadas sobre educación matemática nacionales e internacionales, formando parte del comité organizador y del comité científico en alguno de ellos.

Desde sus inicios en la docencia hasta la actualidad ha compatibilizado su trabajo con colaboraciones en programas de formación del profesorado, principalmente de educación secundaria. Es coautor de numerosas publicaciones sobre educación matemática, explorando principalmente las posibilidades de las rutas matemáticas y las conexiones entre las matemáticas y el arte o el patrimonio cultural.

ISSN: 1815-0640
Número 68. Agosto 2023
Páginas 1-10

UNIÓN
REVISTA IBEROAMERICANA DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA
firma invitada

Por calles y plazas: Matemáticas en tu entorno

Através de ruas e praças: Matemática no seu ambiente

Julio Rodríguez Taboada

Resumen	En este artículo pretendemos mostrar ejemplos del potencial del entorno de nuestro alumnado como recurso para la educación matemática. El empleo de este recurso permite la integración de la realidad del alumnado con su aprendizaje matemático, mejorando su actitud hacia la materia y la motivación para afrontar nuevos retos. **Palabras clave**: Modelización, sentido socioafectivo, rutas matemáticas, conexiones
Abstract	In this article, we show some examples of the potential of our students' environment as a resource for their mathematics education. The use of this resource allows the integration of the students' reality with their mathematic learnings, improving their attitude toward the subject and their motivation to face new challenges. **Keywords**: Modeling, socio-affective sense, mathematical trails, connections.
Resumo	Neste artigo, pretendemos mostrar exemplos do potencial do ambiente dos nossos alunos como um recurso para o ensino da matemática. A utilização deste recurso permite a integração da realidade dos alunos na sua aprendizagem matemática, melhorando a sua atitude em relação à disciplina e a sua motivação para enfrentar novos desafios. **Palavras-chave**: Modelagem, sentido socioafetivo, rotas matemáticas, conexões.

1. Introducción

En marzo de 1990 la educación matemática en España vivía los años anteriores al cambio de paradigma promovido por la LOGSE, en el que se empezaba a hablar de la importancia de la comprensión, de la resolución de problemas, de las habilidades y procesos que hoy englobamos en la competencia matemática. Dentro de las múltiples acciones formativas encaminadas a acompañar al profesorado en este cambio, la Federación Española de Sociedades de Profesores de Matemáticas organizó un seminario sobre recursos y materiales para el aula de matemáticas cuyas conclusiones contenían la siguiente recomendación:

> El primer material a utilizar es el propio entorno: aulas, pasillos, calles, pueblos… y todas aquellas partes del entorno cultural y social susceptibles de provocar experiencias matemáticas. Este material tan obvio y tan gratuito debe ser un primer escenario de actuación y una primera fuente de datos y exigirá en contrapartida un diseño local de actividades adecuadas a cada nivel.

Este párrafo señala la relevancia del entorno próximo y de la realidad de nuestro alumnado a la hora de diseñar tareas, situaciones y secuencias de aprendizaje que les ayuden a dar sentido a los conocimientos matemáticos que vayan adquiriendo. No quiere decir esto que la educación matemática que va a recibir nuestro alumnado varíe en esencia de un lugar a otro de la geografía, pues veremos que muchas de las situaciones y actividades propuestas son fácilmente transferibles con escasas modificaciones. Lo que defiende este texto es, ni más ni menos, la necesidad de acercar las matemáticas al alumnado a la vez que, con ello, conseguiremos acercar al alumnado a las matemáticas.

Todas las personas que contamos con una cierta formación matemática somos conscientes de la importancia de esta ciencia, de su presencia en casi cualquier construcción o creación humana o social. En un mundo altamente tecnológico como el nuestro, las matemáticas son omnipresentes; pero los docentes no debemos cometer el error de restringir su importancia a entornos científicos o tecnológicos, sino también hacerlas visibles en el arte, la arquitectura, el diseño, el urbanismo o la naturaleza.

El empleo de estos recursos en la educación matemática contribuirá a desarrollar en el alumnado actitudes más favorables hacia su aprendizaje, hacia la importancia de la materia y, en resumen, mejorará su relación socioafectiva con la misma. Las nuevas orientaciones curriculares, tanto en España como en otros países, destacan la relevancia del sentido socioafectivo en el aprendizaje de las matemáticas, reforzando la necesidad de atender al mismo en la planificación e implementación de las secuencias formativas. Consideramos que el empleo de recursos y contextos extraídos del entorno más próximo del alumnado contribuye a reducir el desapego que esta muestra hacia esta materia, principalmente desde los últimos niveles de la Educación Primaria.

A pesar de haber transcurrido ya más de treinta años desde la publicación de estas recomendaciones, sigue siendo poco habitual el uso de estos recursos, tan obvios, accesibles y gratuitos. Al mismo tiempo, gran parte de los docentes seguimos siendo reacios a sacar las matemáticas del aula, a llevarlas a las calles, plazas y pueblos. En este artículo presentaremos algunas ideas y propuestas para aprovechar el entorno como elemento sobre el que construir experiencias matemáticas ricas y relevantes.

2. Mirar, ver y comprender con las matemáticas

La idea está clara: conseguir diseñar e implementar propuestas relevantes desde el punto de vista de la educación matemática, que permitan a nuestro alumnado trabajar procesos como la resolución de problemas, la argumentación o las conexiones intra y extramatemáticas. A pesar de que la variedad de posibilidades didácticas del entorno es muy grande, nos centraremos en algunas que intentan responder a dos preguntas: ¿qué matemáticas hay a nuestro alrededor? y ¿cómo usamos las matemáticas para mejorar nuestro entorno?

2.1. Mirar con ojos matemáticos

Una actividad ideal para tomar contacto con las matemáticas presentes a nuestro alrededor es la realización de una ruta matemática. Pero, ¿qué es una ruta matemática? ¿Cómo se diseña? ¿Podemos realizar rutas matemáticas en cualquier entorno?

Una ruta matemática no es más que un recorrido por un entorno concreto (pueblo, ciudad, parque, museo, centro educativo) en la que se identifican y estudian distintos elementos matemáticos, sobre los que en ocasiones se plantean diferentes actividades. Si salimos a la calle, encontraremos fácilmente numerosos ejemplos de objetos o diseños que pueden formar parte de esta ruta: patrones en embaldosados o enrejados (figura 1), formas geométricas en edificios o mobiliario urbano, columpios en parques infantiles, pistas deportivas, señales con información numérica, etc. Cada uno de ellos puede servir de punto de partida para la actividad matemática del alumnado.

Figura 1

Es necesario tener en cuenta que la identificación y reconocimiento de formas, patrones o relaciones entre figuras no debería ser el único objetivo de la ruta, al menos si trabajamos con alumnado de cursos de secundaria o incluso de los últimos niveles de la primaria. En este punto es preciso indicar que los recursos a los que nos referimos deben proporcionar al alumnado la oportunidad de realizar actividades matemáticas relevantes para su formación, las cuales en muchos casos van más allá de una simple identificación. En este sentido distinguiremos entre dos tipos de actividades: aquellas en las que todo el trabajo se realiza in situ, es decir, en el lugar en el que se halla el elemento concreto, y aquellas en las que la resolución de la tarea se lleva a cabo en el aula, sin prejuicio de que haya que realizar alguna medida o toma de imágenes previa.

Dentro de las actividades de campo que se pueden plantear en casi cualquier entorno están aquellas relacionadas con medidas directas o indirectas. Nuestro alumnado está acostumbrado a resolver tareas de medida de alturas inaccesibles en el aula de manera rutinaria, aplicando en muchos casos técnicas o fórmulas conocidas; pero el significado que adquieren para ellos estos procedimientos se enriquece notablemente si tienen la experiencia de llevarlo a la práctica en su entorno, medir la altura del instituto, de algún edificio o monumento señalado de su localidad con ayuda de un espejo. Esta situación, típica en los libros de texto, adquiere una nueva dimensión cuando el alumnado se enfrenta a nuevas dificultades, variables y obstáculos que no se contemplaban en el enunciado inicial. En varias experiencias midiendo la altura de la torre de la Berenguela de la catedral de Santiago de Compostela, tanto con el alumnado de Estalmat Galicia (fig. 2) como con alumnado de mi centro, el CPI Dos Dices (Rois), hemos podido comprobar cómo la posibilidad de vivir este problema en la realidad aumenta la motivación a pesar de que las dificultades sean mayores que las que plantean los ejercicios de aula. ¿Cómo sabemos si la línea es perpendicular a la base de la torre? ¿Cómo podemos medir hasta la vertical de la bola que la corona? ¿Cómo influye la altura de la persona elegida en el error?

Figura 2

A la hora de realizar rutas matemáticas resulta de enorme ayuda contar con un recurso como MathCityMap (mathcitymap.eu/es/), aplicación desarrollada dentro de un proyecto Erasmus+ coordinado desde la Goethe University de Frankfurt y en el que colaboraron activamente numerosos profesores y profesoras de la FESPM. Esta aplicación, de descarga y uso gratuitos, permite a docentes y alumnos diseñar fácilmente sus propias rutas dentro de su localidad, o bien realizar las actividades de las ya existentes. Todas las actividades indican previamente el nivel del alumnado al que están dirigidas, los recursos necesarios y han de resolverse en el lugar de la tarea. En la actualidad existen unas 500 rutas entre España y Portugal (figura 3), lo que supone un total de más de cuatro mil tareas. Muchas de estas tareas son fácilmente transferibles a cualquier localidad, característica que revaloriza este recurso.

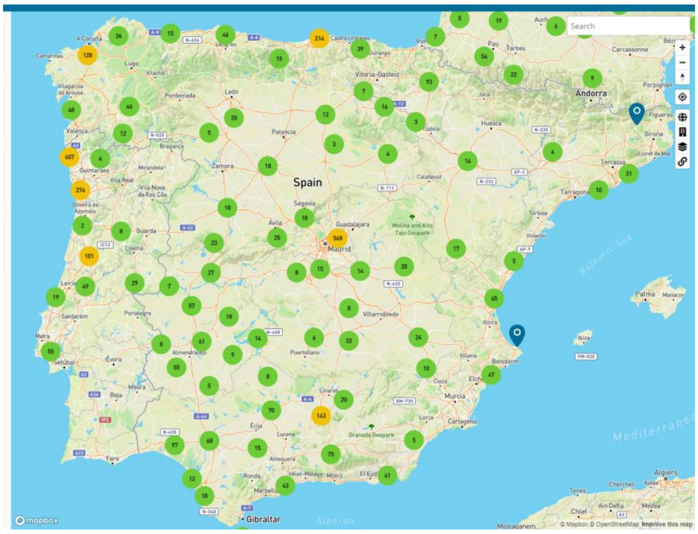

Figura 3

El desarrollo de la mirada matemática en el alumnado abre la puerta a infinidad de proyectos interesantes. Otro ejemplo lo encontramos en el presentado por la profesora Mª Pilar Menoyo (2022) en las XX JAEM, celebradas en Valencia. En su comunicación, bajo el título “Educar la mirada matemática, enseñar a mirar”, muestra como a partir de una fotografía matemática es posible desarrollar actividades interdisciplinares como microrrelatos o modelización. Es fundamental que el alumnado aprenda no sólo a identificar figuras más o menos conocidas, sino a desarrollar esa mirada matemática que les permitirá ir más allá, integrando los saberes adquiridos con su realidad.

Este trabajo no ha de verse limitado a las tareas realizadas fuera del aula, sino que es conveniente buscar situaciones y elementos que nos permitan realizar actividades de profundización en la clase, llevando la actividad matemática a un nuevo nivel. Existen elementos arquitectónicos como arcos, celosías, enrejados, que son fácilmente reproducibles con software de geometría dinámica, fomentando la exploración de conceptos y propiedades matemáticas, como transformaciones en el plano y el espacio, posiciones relativas, relaciones métricas etc.

Un ejemplo de este tipo de trabajo se puede plantear a partir del estudio de los enrejados siguientes, fotografiados en una calle de la ciudad de A Coruña (figura 4). En un acercamiento inicial a la imagen podemos distinguir formas como arcos de circunferencia, circunferencias tangentes a dos rectángulos, espirales, líneas paralelas, etc. Pero en un curso de secundaria no debíamos conformarnos con que el alumnado identifique figuras, por lo que es necesario plantear problemas más complejos como cuál sería el motivo mínimo que nos permitiría dibujar el enrejado central aplicando simetrías, traslaciones y giros. El alumnado puede insertar una imagen del balcón en la vista gráfica de GeoGebra y trabajar a partir de la misma, reproduciendo lo más rigurosamente posible la colocación de las formas. Este trabajo implica la búsqueda de los centros de los arcos, argumentar sobre la relación entre los mismos, a la vez que nos permite visualizar qué pasa cuando componemos simetrías de ejes paralelos, viendo cómo afecta el hecho de que el número de transformaciones sea par o impar.

Figura 4

Otro elemento arquitectónico que da mucho juego como recurso para el estudio de algunas propiedades geométricas son los arcos. A pesar de que el arco más común en arquitectura es el de medio punto, que matemáticamente se corresponde a una semicircunferencia, existen muchos tipos de arcos diferentes que es posible encontrar en diferentes edificaciones: ojival, lobulado, carpanel, rampante, cronopial, etc. Todos ellos tienen características que permiten un trabajo relevante desde el punto de vista de los procesos matemáticos, especialmente las conexiones, la representación, la comunicación y el razonamiento matemático.

Tomemos, por ejemplo, el arco carpanel de la escalinata de la Alameda de Santiago de Compostela (figura 5).

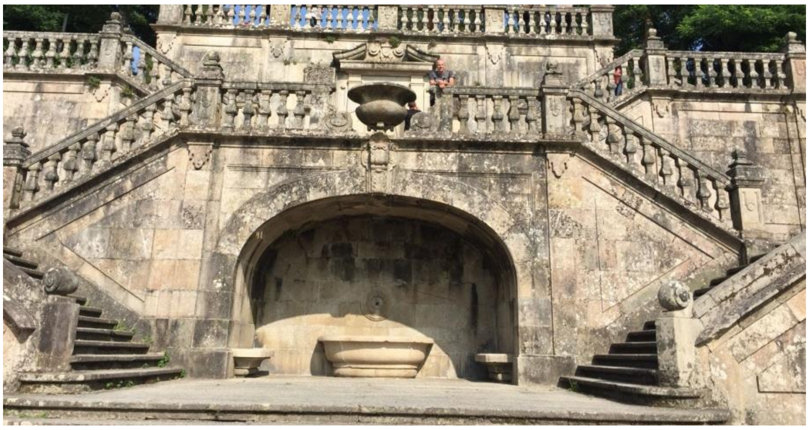

Figura 5

Cuando los alumnos contemplan este arco observan sin dificultad que no se trata de un arco de circunferencia, llegando a ser capaces de verbalizar con sus palabras el hecho de que la curvatura del arco en los extremos es mayor que en la parte central. En todas las veces que he realizado esta actividad con el alumnado, han llegado a conjeturar que el arco estaba formado por tres arcos de circunferencia consecutivos. La pregunta consiguiente es cómo se consigue que esos tres arcos se unan “sin que se note” y qué relación ha de haber entre los centros de los tres arcos para que esto pase. Con ayuda de GeoGebra podrán comprobar sus conjeturas, revisarlas y extenderlas incluso a otros casos de arcos de cinco o siete centros.

2.2. Matemáticas para entender nuestro mundo

El uso del entorno y de la realidad de nuestro alumnado no debe limitarse al reconocimiento y estudio de los elementos matemáticos que lo rodean, sino que también puede emplearse para ayudarles a comprender mejor el mundo en el que viven. Hay múltiples ejemplos de objetos cotidianos que precisan de la matemática para optimizar su funcionamiento, circunstancia que no suele ser conocida por nuestros alumnos y alumnas. Uno de los principales objetivos de la educación ha de ser la formación de personas críticas, curiosas, fomentando su gusto e interés por conocer el funcionamiento del mundo en el que viven.

Tal y como decíamos al principio de este artículo, las matemáticas están detrás de decisiones como el número de entradas que se pueden vender para un concierto en las fiestas de un pueblo, la cantidad de árboles que se necesitan en un parque y su colocación dentro del mismo, la forma y la disposición de las papeleras o los bancos a lo largo de un paseo, la iluminación de las calles, el recorrido de los camiones que recogen la basura, etc.

En este segundo capítulo mostraremos algún ejemplo de situaciones susceptibles de ser modelizadas matemáticamente por el alumnado, con el objetivo final de que conozcan y comprendan las matemáticas que se esconden detrás del funcionamiento de algunos objetos cercanos. Esto les ayudará a desarrollar capacidades propias del pensamiento matemático, como la argumentación, la comprobación de conjeturas, la representación, la comunicación y las conexiones de esta ciencia con diferentes aspectos de su realidad.

La primera de las actividades está relacionada con el funcionamiento de un semáforo. El problema que se plantea es cómo se regulan los cambios de color en un semáforo que regula el tráfico de un cruce concreto. La resolución de esta tarea comienza con el planteamiento de diversas preguntas como: ¿Cada cuánto tiempo se pone el semáforo en verde para los peatones? ¿Cuánto tiempo permanece así antes de volver a cambiar? ¿La alternancia es igual a cualquier hora del día? ¿Qué variables creemos que pueden influir en la elección de estos valores?

Figura 6

Para contestar a las primeras preguntas es necesario realizar una labor de toma de datos, a diferentes horas del día e incluso en distintos días de la semana, pues es posible que el programa del semáforo varíe los fines de semana. Una vez conocidos estos datos, el alumnado deberá formular hipótesis que intenten justificar estos valores. El primer paso hacia la consecución de este objetivo será el de concretar qué variables influyen en la necesidad de que el período de paso de los vehículos sea mayor o menor.

Esta investigación implica la movilización de múltiples capacidades y conocimientos asociados a la competencia matemática. Desde el diseño del procedimiento para conseguir una estimación del flujo de tráfico en diferentes horas y días de la semana para cada una de las vías que confluyen en el cruce, la elección de la unidad de medida para dicho flujo (coches por minuto), la decisión sobre la distribución de los períodos de tiempo en que cada vía ha de estar abierta o cerrada, qué variable hemos de tener en cuenta para ello, cómo estimamos las colas que se pueden formar en cada una de las vías.

Hemos de subrayar que el objetivo final de esta situación no es sólo el de obtener un resultado óptimo, pues es posible que haya variables que se nos escapen a la hora de plantearlo (por ejemplo, si en una de las vías existen empresas que requieran un flujo de tráfico especial a unas horas determinadas del día), sino que el alumnado emplee las matemáticas para resolver problemas reales con contextos cercanos a su realidad. Una vez obtenidas las soluciones, es importante dedicar un tiempo a analizarlas e incluso compararlas con la programación real del semáforo, contemplando la posibilidad de completar la actividad con una visita al centro de algún responsable de seguridad vial de la localidad. Este aprendizaje contribuirá a dotar de significado a algunos conocimientos matemáticos adquiridos por el alumnado, ayudando además a mejorar su actitud hacia esta materia.

Un caso particular del problema anterior es el de los semáforos que regulan exclusivamente pasos de peatones, en los que el usuario ha de pulsar un botón para que la señal cambie. Nuestros alumnos y alumnas saben, por su experiencia personal, que a veces ese cambio se produce inmediatamente después de la pulsación, mientras que en otras ocasiones hemos de esperar un tiempo. ¿Por qué pasa esto? ¿Cómo está diseñado el funcionamiento de este tipo de semáforos? ¿Cómo podríamos elaborar una secuencia de órdenes que reproduzcan este funcionamiento?

Esta tarea puede plantearse de dos formas distintas: la primera partiría de una toma previa de datos que nos permita conocer la secuencia que sigue el semáforo e intentar explicar el porqué del mismo, y una segunda que consistiría en proponer el problema partiendo de cero, es decir, como si el propio alumnado fuese el que diseñase la programación a partir de las variables que considere relevantes. En ambos casos la riqueza matemática de la situación es enorme, posibilitando la movilización de los procesos matemáticos y la puesta en juego de saberes relacionados con el pensamiento computacional, el sentido algebraico o el sentido estocástico. El diseño de la secuencia final implica el manejo de sentencias lógicas, importantes para conocer cómo trabajan las matemáticas, atendiendo a todos los casos posibles, optimizando los recursos en función de las características del contexto concreto.

Otro ejemplo interesante para plantear como trabajo de investigación centrado en el entorno próximo del alumnado sería el de la colocación y distribución del alumbrado público en una calle, parque o paseo. Intuitivamente vemos que cuanto más alta sea una farola, más superficie alumbrará, a la vez que esa iluminación será menos intensa pues la distancia del suelo a la fuente de luz es mayor. Sin embargo, si las farolas son bajas, la superficie afectada por su luz es menor, por lo que tendríamos que aumentar el número de elementos, lo cual encarecería el coste. Una investigación de esta situación implicaría identificar las variables que intervienen, buscar las fórmulas que nos permiten medir la iluminación en los diferentes puntos a partir de las mismas, analizar los diferentes tipos de luminarias, calcular los costes finales de los distintos modelos, tomar decisiones desde el punto de vista de ahorro y sostenibilidad. Un trabajo completo que nos ayuda a entender nuestro mundo, a la vez que podemos ayudar a mejorarlo, convirtiendo la educación matemática en un elemento activo que permite dar servicios a nuestra comunidad.

Este tipo de proyectos de aprendizaje-servicio acostumbra a ser muy motivador, tanto para para el alumnado como para el profesorado. Por ello es importante conocer el entorno en el que se desarrolla nuestra labor docente, sus características, sus necesidades, las inquietudes del alumnado en relación con el mismo y sus demandas a la comunidad. Elaborar un mapa metro-minuto de nuestra localidad, diseñar un skate park, optimizar los espacios de un parque o zona de ocio, son ejemplos de proyectos interdisciplinares a partir de los que el alumnado avanzaría en su educación matemática a la vez que se desarrolla a nivel personal, social y cultural.

3. Conclusiones

A modo de reflexión final me gustaría incidir en que el contenido y las propuestas de este artículo están realizadas desde la perspectiva de la experiencia como profesor de matemáticas, y no son fruto de una investigación, sino tan solo del afán por conseguir mejorar la educación matemática de nuestros alumnos y alumnas.

Aunque este documento comience con una cita de 1990, consideramos que mantiene plena vigencia en la actualidad, pues nos habla de la relevancia de un recurso gratuito, accesible e inacabable. Una herramienta que nos permite conectar con nuestros alumnos y alumnas, integrar las matemáticas en su educación y en su desarrollo personal. Las últimas propuestas curriculares insisten en la necesidad de prestar atención a la dimensión socioafectiva del aprendizaje, asumiendo la influencia de las creencias y actitudes sobre la aparición de obstáculos y dificultades. Plantear retos y propuestas partiendo de contextos y elementos cercanos al alumnado contribuye a acercar las matemáticas al alumnado, contribuyendo a mejorar su disposición para enfrentarse a la resolución de las tareas.

Somos conscientes de la complejidad que implica el diseño y la puesta en práctica de proyectos como los que aquí se muestran. Tanto las programaciones educativas como la organización de los centros acostumbran a ser demasiado rígidas y cuesta encajar este tipo de actividades en el día a día de las clases. Sin embargo, no debemos obviar que las recomendaciones curriculares ponen el foco en el desarrollo de los procesos matemáticos, en ir más allá de los contenidos. Los proyectos de modelización descritos en este artículo se corresponden con la definición de situación de aprendizaje que se recoge en la normativa, por lo que su inclusión en las programaciones de aula no debería plantear muchas dificultades.

Animamos a todos y todas las docentes a explorar y explotar el potencial didáctico de su entorno, a mostrar a su alumnado tanto las matemáticas visibles en sus pueblos como las que se esconden a lo largo de los mismos. A la vez que conseguimos una mejor implicación en la resolución de las situaciones planteadas, estaremos contribuyendo a la formación de personas que entienden mejor el mundo que los rodea.

Referencias bibliográficas

Arce, M., Arnal, M., Conejo, L., García, I., y Méndez, M. (2022). Matemáticas transversales. En L., Blanco, N., Climent, M.T., González-Astudillo, A. Moreno, G. Sánchez-Matamoros, C. de Castro, y C. Jiménez-Gestal. (eds.). *Aportaciones al desarrollo del currículo desde la investigación en educación matemática*. Editorial Universidad de Granada.

Blanco, L. J. (2012). Influencias del dominio afectivo en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. En N. Planas (Ed.), *Teoría, crítica y práctica de la educación matemática* (pp. 171-185). Graó.

CEMAT (2021). *Bases para la elaboración de un currículo de Matemáticas en Educación no Universitaria*. Comité Español de Matemáticas.

García Agra, P., y Rodríguez Taboada, J. A. (2020) *Las Matemáticas del Arte. Más allá del número de oro*. Editorial Catarata.

Menoyo Díaz, Mª Pilar (2022). Educar la mirada matemática, enseñar a mirar: La potencialidad didáctica de los microrrelatos a partir de fotografías. En *Actas de las XX JAEM.* FESPM