



Revista Virtual Universidad Católica del Norte
ISSN: 0124-5821
editorialucn@ucn.edu.co
Fundación Universitaria Católica del Norte
Colombia

Méndez-Parra, Carolina; Conde-Carmona, Robinson Junior
Integración del enfoque STEAM y la realidad aumentada
en la enseñanza de la traslación de figuras geométricas
Revista Virtual Universidad Católica del Norte, núm. 74, 2025, Enero-, pp. 69-92
Fundación Universitaria Católica del Norte
Medellín, Colombia

DOI: <https://doi.org/10.35575/rvucn.n74a4>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194280468004>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de revistas científicas de Acceso Abierto diamante
Infraestructura abierta no comercial propiedad de la academia

Méndez-Parra, C., & Conde-Carmona, R. J. (2025, enero-abril). Integración de STEAM y la realidad aumentada en la enseñanza de la traslación de figuras geométricas. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (74), 69-92. <https://www.doi.org/10.35575/rvucn.n74a4>

Integración del enfoque STEAM y la realidad aumentada en la enseñanza de la traslación de figuras geométricas

Integration of STEAM Approach and Augmented Reality in Teaching Geometric Figure Translation

Carolina Méndez-Parra

Magister en Educación Matemática

Centro de Investigación y Formación en Educación Matemática, Universidad de los Andes

Bogotá, Colombia

mendezparracarolina@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8205-6304>

CvLAC:

https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001875048

Robinson Junior Conde-Carmona

Doctor en Educación Matemática

Facultad Ciencias de la Educación, Universidad del Atlántico

Barranquilla, Colombia

rjconde@mail.uniatlantico.edu.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7421-1754>

CvLAC:

https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000086317

Recibido: 14 de febrero de 2024

Evaluado: 2 de septiembre de 2024

Aprobado: 18 de noviembre de 2024

Tipo de artículo: Investigación.

Resumen

El presente estudio investigó el impacto de la integración de realidad aumentada y STEAM en la enseñanza de la traslación de figuras geométricas. La conexión entre el aprendizaje de la traslación de figuras geométricas y STEAM facilita la transferencia de conocimientos a entornos del mundo real, lo que a su vez favorece el desarrollo de los estudiantes para explorar sus habilidades en

situaciones prácticas. A través de una metodología cualitativa y un diseño de investigación-acción, se implementó una propuesta pedagógica con estudiantes de quinto grado en un colegio privado en Barranquilla, Atlántico. Se seleccionó un grupo de 10 participantes mediante un muestreo discrecional. Los resultados demostraron efectos positivos en la motivación, la reducción de errores conceptuales y el rendimiento académico. Sin embargo, se identificaron desafíos relacionados con la interdisciplinariedad y deficiencias en la formación matemática previa. En conclusión, el uso de objetos virtuales en 3D para representar y manipular figuras geométricas permitió reducir los errores conceptuales y mejorar el rendimiento académico en tareas de traslación. Además, la integración de disciplinas STEAM facilitó la contextualización de la enseñanza de la traslación de figuras en el plano cartesiano.

Palabras Clave: Educación matemática; Geometría; Realidad aumentada; STEAM; Traslación de figuras.

Abstract

This study investigated the impact of integrating augmented reality and STEAM in teaching the translation of geometric figures. The connection between learning geometric figure translation and STEAM facilitates the transfer of knowledge to real-world environments, which in turn promotes students' development in exploring their skills in practical situations. Through a qualitative methodology and an action research design, a pedagogical proposal was implemented with fifth-grade students at a private school in Barranquilla, Atlántico. A group of 10 participants was selected through discretionary sampling. The results demonstrated positive effects on motivation, reduction of conceptual errors, and academic performance. However, challenges related to interdisciplinarity and deficiencies in previous mathematical training were identified. In conclusion, the use of 3D virtual objects to represent and manipulate geometric figures allowed for the reduction of conceptual errors and improvement of academic performance in translation tasks. Furthermore, the integration of STEAM disciplines facilitated the contextualization of teaching geometric figure translation on the Cartesian plane.

Keywords: Mathematics education; Geometry; Augmented reality; STEAM; Translation of figures.

Introducción

La educación STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) se ha consolidado en una prioridad a nivel global, ya que la formación en estas áreas se considera fundamental para el desarrollo económico y social de los países (Kelley & Knowles, 2016). Sin embargo, la enseñanza de las STEAM enfrenta notables desafíos, especialmente en el campo de las matemáticas. Según un estudio del Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2022), en América Latina, 6 de cada 10 estudiantes de 15 años no alcanzan los niveles de aprendizajes esperados en matemáticas.

En Colombia, los resultados en las pruebas PISA 2018 revelaron que el 55 % de los estudiantes no logran alcanzar las competencias matemáticas mínimas (OCDE, 2019). Diversos factores contribuyen a estas deficiencias, entre ellos, limitaciones en la formación docente, la baja motivación de los estudiantes y metodologías de enseñanza memorísticas que no fomentan el desarrollo del pensamiento lógico-matemático (Ministerio de Educación Nacional, 2021).

La enseñanza de la geometría se destaca como uno de los campos que enfrenta mayores desafíos, ya que involucra la comprensión de conceptos y propiedades abstractas. Específicamente, en el aprendizaje de traslaciones de figuras geométricas, los estudiantes pueden incurrir en errores al determinar magnitudes, direcciones y posiciones relativas (Zhang et al., 2024).

Para abordar estas problemáticas, el uso de tecnologías educativas, como la realidad aumentada, se vislumbra como una alternativa prometedora. La realidad aumentada permite superponer objetos virtuales 3D a un entorno real, generando experiencias interactivas (Liljedahl & Cai, 2021). En geometría, posibilita la manipulación dinámica de figuras, facilitando la visualización y experimentación.

Diversos estudios corroboran los beneficios de la realidad aumentada en el aprendizaje de las matemáticas. Un estudio realizado en España reveló que la aplicación de esta tecnología en el estudio de traslaciones de figuras planas tuvo un impacto significativamente positivo en el rendimiento de los estudiantes (Acendra Pertuz & Conde Carmona, 2024; Belbase et al., 2021;

Padilla Escorcía & Conde-Carmona, 2020). Otro estudio en Singapur mostró que la realidad aumentada contribuyó a reducir los errores conceptuales y a aumentar la motivación en el ámbito de la geometría (Chen et al., 2023).

En conclusión, la integración efectiva de nuevas tecnologías como la realidad aumentada en la enseñanza de las STEM, especialmente de geometría y traslación de figuras, constituye una estrategia prometedora para mejorar el aprendizaje matemático de los estudiantes tanto a nivel global como en Colombia. Sin embargo, se requieren más investigaciones para determinar cómo maximizar su impacto, considerando los contextos y necesidades específicas: ¿Cómo se caracteriza la comprensión de la traslación de figuras geométricas en estudiantes de educación básica mediante la integración de tecnología de realidad aumentada en un enfoque STEAM, y cuáles son los efectos observados en la incorporación de esta tecnología?

STEAM en educación matemática

La integración de las disciplinas STEAM en la educación matemática marca un cambio significativo en la forma en que los estudiantes abordan y comprenden los conceptos matemáticos. La incorporación de elementos artísticos y creativos promueve la adquisición de habilidades matemáticas, el desarrollo del pensamiento crítico y la resolución de problemas (Sousa & Pilecki, 2013). El enfoque interdisciplinario de STEAM no solo enriquece la experiencia educativa, sino que también facilita la transferencia de conocimientos a contextos del mundo real, contextualizando así los contenidos matemáticos y preparando a los estudiantes para aplicar sus habilidades en situaciones prácticas (Henriksen, 2014; Conde-Carmona et al., 2024).

Investigaciones más recientes, como las realizadas por Conradty y Bogner (2018), revelan que la implementación de proyectos STEAM, específicamente en el ámbito de las matemáticas, tiene un impacto positivo en la autoconfianza y autoeficacia de los estudiantes. Este enfoque no solo les ofrece la oportunidad de enfrentarse a situaciones matemáticas complejas, sino que también les proporciona las herramientas necesarias para abordar los desafíos del siglo XXI, donde la innovación y la resolución de problemas son esenciales. En resumen, la educación matemática STEAM emerge como un enfoque pedagógico integral que promueve aprendizajes profundos y significativos, alineados con las demandas cambiantes de la sociedad actual.

La enseñanza de la geometría y la traslación

La enseñanza de la geometría presenta desafíos particulares debido a la naturaleza abstracta de los conceptos y relaciones que involucra. La traslación de figuras geométricas exige la capacidad de reconocer invariantes como forma y tamaño mientras se modifica la posición (Jones, 2022). Las dificultades frecuentes se manifiestan en las confusiones al determinar magnitudes, direcciones y ubicación relativa después de la traslación (López-Martín et al., 2022).

Para abordar estas complejidades, se ha observado que las representaciones dinámicas y la manipulación tangible de figuras desempeñan un papel fundamental en la construcción efectiva de conocimientos geométricos y en la superación de errores conceptuales (Fujita et al., 2022). A través de estas metodologías pedagógicas, los estudiantes pueden visualizar e interactuar activamente con los conceptos geométricos, lo que favorece un entendimiento profundo y duradero.

En el contexto de la evolución educativa, la adopción de nuevas tecnologías se presenta como una alternativa para potenciar el aprendizaje de las traslaciones geométricas. La realidad aumentada se destaca como una herramienta innovadora con el potencial de proporcionar experiencias de aprendizaje inmersivas y visuales, superando los desafíos inherentes a la enseñanza de conceptos geométricos abstractos.

La realidad aumentada en la enseñanza de la geometría

La realidad aumentada ofrece la capacidad de enriquecer la percepción del entorno real mediante objetos virtuales en tres dimensiones (3D), creando así experiencias interactivas e inmersivas (Liljedahl & Cai, 2021). En el ámbito educativo, la realidad aumentada se destaca al potenciar la visualización, exploración dinámica y manipulación de representaciones geométricas (Belbase et al., 2021).

En el contexto específico de la enseñanza de traslaciones de figuras planas, la realidad aumentada emerge como una herramienta pedagógica eficaz. Investigaciones recientes, como las de Lui et al. (2021), resaltan que la aplicación de esta tecnología no solo aumenta la motivación

de los estudiantes, sino que también disminuye los errores conceptuales y mejora de manera significativa el rendimiento académico. Estos hallazgos respaldan la noción de que la realidad aumentada tiene el potencial de ser un agente transformador que impacta de manera significativa en la experiencia de aprendizaje en el ámbito de la geometría.

No obstante, es esencial que, para aprovechar al máximo los beneficios de la educación geométrica, se requiere una integración pedagógica cuidadosa y el desarrollo de materiales alineados con los objetivos de aprendizaje (Conde-Carmona & Fontalvo-Meléndez, 2019; Fonseca et al., 2014). La realidad aumentada es una herramienta prometedora para innovar en la enseñanza de la geometría.

Metodología

El enfoque para esta investigación fue cualitativo, respaldado por la necesidad de explorar el uso de la realidad aumentada en la enseñanza de la traslación de figuras geométricas (Hernández Sampieri et al., 2014). Este enfoque no solo permitió la recopilación de datos cualitativos, sino que también identificó las experiencias y percepciones de los participantes, proporcionando así una comprensión holística de cómo la integración de ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas inciden en el aprendizaje de conceptos geométricos.

Se utilizó un diseño de investigación-acción, porque permite al docente estudiar reflexivamente su propia práctica educativa para mejorarla (Latorre, 2019). Este enfoque adquiere una relevancia significativa al alinearse con la aspiración de promover cambios positivos en el ámbito de la enseñanza. Al adoptar este diseño, el docente se transforma en un agente proactivo en la mejora continua de su labor pedagógica, permitiéndole identificar áreas de desarrollo y aplicar ajustes específicos de manera constante. Así, la investigación-acción se presenta como un medio eficaz para estimular el desarrollo profesional del docente y fomentar una enseñanza efectiva a las necesidades cambiantes del entorno educativo.

Se adaptaron las fases metodológicas propuestas por Mercan & Kandir (2024). Estas etapas se detallan a continuación.

Reconocer la problemática, las dificultades o las necesidades a abordar: a. Identificar las dificultades específicas que enfrentan los estudiantes al aprender el concepto de traslación de

figuras geométricas. b. Evaluar las limitaciones de los métodos de enseñanza tradicionales en la comprensión de este tema. c. Determinar la necesidad de incorporar enfoques innovadores, como STEAM y la realidad aumentada, para mejorar el aprendizaje.

Diseñar, elaborar e implementar las técnicas e instrumentos para la recopilación de información: a. Diseñar una encuesta o cuestionario para evaluar el nivel de comprensión inicial de los estudiantes sobre la traslación de figuras geométricas. b. Desarrollar actividades prácticas y ejercicios interactivos, utilizando la tecnología de realidad aumentada para enseñar el concepto de traslación. c. Elaborar actividades que integren el enfoque STEAM, fomentando la interdisciplinariedad y la resolución de problemas.

Transcribir y codificar los resultados: a. Recopilar y organizar los datos obtenidos de las encuestas, cuestionarios y actividades realizadas por los estudiantes. b. Codificar las respuestas y los resultados de los estudiantes c. Involucrar a expertos externos en la temática para reducir cualquier sesgo en la interpretación de los resultados.

Caracterizar la comprensión de la traslación de figuras geométricas en los participantes mediante la integración de tecnología de realidad aumentada en un enfoque STEAM: a. Analizar los datos para evaluar el nivel de comprensión de los estudiantes sobre la traslación de figuras geométricas, después de la intervención. b. Comparar los resultados con el nivel de comprensión inicial para determinar la efectividad del enfoque propuesto. c. Identificar las fortalezas y debilidades de la integración de la realidad aumentada y el enfoque STEAM en la enseñanza de este concepto. d. Determinar las áreas de mejora y las oportunidades para futuras investigaciones o implementaciones.

La unidad de trabajo estuvo conformada por estudiantes de un curso de geometría de quinto grado, pertenecientes a un colegio privado de Barranquilla, Atlántico, con un estrato socioeconómico alto. Se llevó a cabo una selección discrecional no probabilística de 10 participantes.

Técnicas e instrumentos de recolección de información

Se empleó la observación participante y entrevistas semiestructuradas como técnicas para la recopilación de información. La observación participante facilitó una inmersión en el entorno

de los estudiantes de quinto grado, ofreciendo la oportunidad de comprender sus interacciones y experiencias. Las entrevistas semiestructuradas se usaron para obtener percepciones más detalladas y contextualizadas, proporcionando una visión más completa de las perspectivas de los participantes respecto a la traslación de figuras geométricas.

La validación de los instrumentos se llevó a cabo mediante el método Delphi; una técnica de reflexión organizada y sistemática en la que los investigadores recopilan opiniones de expertos en el tema. Los expertos proporcionan juicios e ideas de manera anónima. Luego, el grupo investigador analizó las sugerencias planteadas por los expertos (Reguant-Álvarez & Torrado-Fonseca, 2016).

En este estudio, los expertos fueron investigadores en educación matemática y residentes en América Latina. Los expertos mostraron conformidad con las preguntas elaboradas por los investigadores. Los resultados estadísticos de la validación se presentan en la Tabla 1. En consecuencia, los instrumentos no presentaron modificaciones.

Tabla 1

Recta estadística de la validación de los instrumentos

12.5 19.5 26.5 33.5				
NA	PA	A	BA	MA
MA: Muy Adecuado. BA: Bastante Adecuado. A: Adecuado. PA: Poco Adecuado. NA: No adecuado.				

A partir de lo planteado previamente, se observa que la implementación del método Delphi clasifica los instrumentos como muy adecuados (MA). En consecuencia, se concluyó que estos recursos son apropiados y fiables para la investigación.

Aspectos éticos del estudio

En este estudio, se adoptó un enfoque ético riguroso que incluyó obtener el consentimiento informado de los participantes o sus tutores legales, proteger la privacidad y confidencialidad de los datos, minimizar los riesgos potenciales, garantizar la igualdad y no discriminación, respetar

la autonomía de los estudiantes para retirarse en cualquier momento, maximizar los beneficios y minimizar cualquier daño, mantener altos estándares de integridad y honestidad en la investigación, y considerar las necesidades especiales de los participantes, si corresponde. Además, se obtuvo la aprobación de un comité de ética institucional antes de la implementación del estudio, y se adhirió estrictamente a los códigos de conducta ética y las regulaciones aplicables.

Resultados

En esta sección, se examina exhaustivamente la forma en que las disciplinas STEAM se integraron de manera efectiva en la enseñanza de la traslación de figuras geométricas. Este análisis se basa en las experiencias enriquecedoras de resolución de problemas vividas por los participantes en este ámbito. Los resultados se presentan de manera estructurada, divididos en cuatro categorías específicas, estrechamente relacionadas con las diversas disciplinas STEAM involucradas. Cada categoría se ilustra con extractos relevantes de las entrevistas en profundidad realizadas, lo que ofrece una comprensión auténtica y contextualizada de las percepciones y experiencias de los participantes. Estos hallazgos cualitativos, respaldados por citas textuales, proporcionan una visión detallada y matizada de los desafíos y oportunidades que surgieron durante la integración de STEAM en la enseñanza de la traslación de figuras geométricas, así como las estrategias empleadas para abordar de manera efectiva estos retos y aprovechar al máximo las sinergias interdisciplinarias.

Los resultados destacaron la efectiva integración de disciplinas, donde la Ciencia aportó conceptos teóricos, la Tecnología proporcionó herramientas digitales de realidad aumentada interactiva para visualizar las traslaciones, la Ingeniería guió la construcción de modelos tridimensionales, el Arte incentivó la creatividad en la representación visual, y las Matemáticas consolidaron los fundamentos geométricos.

Desarrollo de competencias en ciencia y matemáticas

Con el propósito de evaluar el nivel inicial de comprensión de los estudiantes sobre la traslación de figuras geométricas y sus aplicaciones científicas, se aplicó una prueba diagnóstica en dos fases.

En la primera fase, se formularon siete preguntas semiestructuradas para explorar los conocimientos previos de los alumnos. En la primera pregunta se indagó su percepción sobre la geometría. El 80 % de los participantes respondió acertadamente que la geometría es una rama de las matemáticas que estudia las propiedades y medidas de las figuras geométricas en un plano. Un 15 % asoció la geometría únicamente con el estudio de figuras, mientras que un 5 % admitió no tener una idea clara al respecto. Esto último podría deberse a una instrucción insuficiente sobre geometría en cursos previos.

En la segunda pregunta se investigó la posibilidad de aplicar la traslación a situaciones científicas. El 35 % de los estudiantes no identificó ninguna aplicación científica, el 25 % mencionó aplicaciones en física y astronomía, el 20 % en biología, el 15% en química y el 5 % en otras ciencias. Estos resultados evidencian que la mayoría de los alumnos no logra establecer una conexión espontánea entre la traslación geométrica y sus usos en ciencias como la física, la biología o la química.

En la segunda fase de la prueba diagnóstica se presentaron problemas concretos sobre traslación de figuras para resolver. El 45 % de los estudiantes no logró realizar correctamente la traslación solicitada en las figuras propuestas. El 55 % restante evidenció falencias al rotar o alterar las formas durante la traslación.

Estos hallazgos permitieron confirmar las dificultades de los alumnos para comprender y aplicar adecuadamente la traslación de figuras geométricas. También, revelaron la necesidad de fortalecer la conexión entre este concepto matemático y sus aplicaciones en el contexto de las ciencias. Por ello, en la siguiente etapa de la investigación se implementarán secuencias didácticas diseñadas para mejorar estos aspectos.

Tabla 2

Análisis de respuesta sobre la relación de la traslación con la ciencia

Interrogante	¿Consideras que la traslación se puede aplicar a problemas relacionados con la ciencia?
Análisis e interpretación de las respuestas	<ul style="list-style-type: none"> • El 20 % de los estudiantes sostiene que la traslación desempeña un papel fundamental en la ciencia. Estos estudiantes conceptualizan la traslación como el desplazamiento o movimiento de objetos en el espacio, considerándolo como un elemento esencial en la investigación científica. • El 45 % de los estudiantes destacó que la aplicabilidad de la traslación en problemas científicos depende del campo específico. En algunas disciplinas, como la biología, la traslación podría no ser tan evidente como en la física o la química. • El 28 % de los estudiantes identificó la importancia de la traslación en ciertos problemas científicos, pero también señalaron que hay situaciones donde otros conceptos como la rotación, la escala o la transformación son igualmente esenciales. • El 7 % de los estudiantes no consideró que la traslación se puede relacionar con la ciencia

Como lo muestra la Tabla 2, a pesar de que más del 90 % de los estudiantes afirmó que la traslación de figuras puede aplicarse en situaciones vinculadas con la ciencia, casi el 65 % expresó que aún no han abordado problemas específicos de traslación relacionados con la ciencia. En todas las clases, la enseñanza se centra exclusivamente en la traslación de puntos en el plano, sin abordar otros aspectos.

Los resultados de tres preguntas asociadas a STEAM y realidad aumentada se detallan en la Tabla 3.

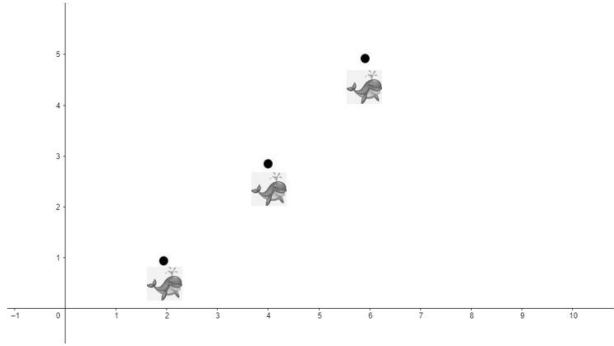
Tabla 3

Análisis de la prueba relacionada con STEAM y realidad aumentada

Formulación del problema	En el misterioso reino submarino, las ballenas jorobadas emprenden una migración anual. Los científicos marinos necesitan tu ayuda para entender y trazar los patrones de esta migración. En el vasto océano, se ha identificado tres áreas
--------------------------	---

clave donde las ballenas jorobadas han sido avistadas históricamente durante sus migraciones. Cada área representa la posición de una ballena en coordenadas geográficas durante la migración de tres años consecutivos.

Apoyo visual



Preguntas

- ¿Cómo se comparan las rutas migratorias de las ballenas jorobadas en diferentes estaciones?
- ¿Qué cambios observas en la ubicación de las ballenas a lo largo del tiempo?
- ¿Cómo explicarías la traslación de las ballenas en su migración?

Análisis e interpretación

Al analizar las respuestas a las preguntas planteadas, se destaca que el 75 % de los estudiantes no logró identificar los patrones en las rutas migratorias de las ballenas jorobadas a lo largo de tres años consecutivos. La enseñanza sobre la traslación de figuras fue una experiencia dinámica y participativa, donde los estudiantes no solo adquirieron conocimientos teóricos, sino que también se involucraron activamente en la aplicación práctica de estos conceptos. La interacción con la realidad aumentada dentro del contexto STEAM permitió a los estudiantes experimentar directamente los principios geométricos de la traslación, ofreciendo una comprensión más inmersiva y tangible de este concepto clave.

La integración de la realidad aumentada con STEAM ha demostrado ser efectivo en el desarrollo de competencias en ciencia y matemáticas. Este enfoque fue fundamental en la construcción de un sólido fundamento matemático, preparando a los estudiantes para abordar desafíos más avanzados en ciencias y matemáticas.

Integración tecnológica y pensamiento computacional

La integración de tecnología y el fomento del pensamiento computacional fueron aspectos centrales en la enseñanza de la traslación de figuras mediante realidad aumentada con STEAM.

Los participantes se beneficiaron de la aplicación práctica de tecnología y también desafiaron a comprender y manipular algoritmos vinculados a la traslación. Este enfoque STEAM contribuyó significativamente al desarrollo de habilidades digitales claves en los estudiantes, preparándolos para un mundo crecientemente tecnológico.

Al indagar en el cuestionario sobre la relación entre tecnología y enseñanza de la traslación, se evidenció una integración aún incipiente de herramientas digitales en las prácticas educativas de los participantes.

La mayoría reportó no haber tenido oportunidades de usar tecnología para aprender traslación de figuras. Quienes la utilizaron señalaron limitaciones como el uso restringido a presentaciones del docente. Algunos notaron dificultades en la comprensión de conceptos por la escasa incorporación regular de tecnología. No obstante, indicaron beneficios en cuanto a mayor motivación y facilitación del aprendizaje. Los resultados se detallan en la Tabla 4.

Tabla 4

Análisis de respuestas sobre integración de tecnología

Interrogante	Con base en tu experiencia académica, ¿cómo describirías la integración de la tecnología en la enseñanza de la traslación de figuras? ¿Has notado alguna limitación o beneficio específico en relación con el uso de herramientas tecnológicas en este contexto educativo?
Respuestas comunes	<ul style="list-style-type: none">• No he tenido la oportunidad de participar en una clase de geometría que utilice tecnología• En años anteriores, la profesora solía proyectar desde su computadora mientras explicaba, lo que ha limitado mi experiencia en el uso de la tecnología en el aula.• La tecnología ha dificultado la comprensión de algunos conceptos, ya que no hemos utilizado herramientas digitales de manera regular.• Las clases con tecnologías resultan entretenidas, facilitan la comprensión y fomentan la participación

Los resultados indican que los estudiantes no están desarrollando pensamiento computacional de forma adecuada, debido a una integración aún insuficiente de herramientas digitales en el aula. Si bien algunos docentes incorporan tecnología, tienden a limitar su uso en presentaciones o demostraciones, sin permitir una participación activa de los alumnos.

Según manifestaron los propios estudiantes, varios profesores carecen de capacitación para guiar procesos de aprendizaje basados en tecnología, lo cual dificulta el desarrollo del pensamiento computacional. Al no poder llevar regularmente a los alumnos a salas tecnológicas por temas conductuales, se restringen las oportunidades de integrar herramientas digitales.

La implementación de realidad aumentada en este estudio sumergió a los participantes en una experiencia motivante y sirvió de promover habilidades tecnológicas. La manipulación y visualización de figuras 3D con realidad aumentada exigió un mayor nivel de pensamiento computacional, incrementando la competencia digital de los estudiantes.

Se requiere una mayor capacitación docente para la integración efectiva de tecnología, junto con generar más oportunidades para que los alumnos utilicen herramientas digitales en su aprendizaje. Esto permitirá desarrollar las habilidades de pensamiento computacional que necesitan para desempeñarse en un mundo cada vez más tecnológico.

Enfoque artístico y creatividad en el aprendizaje

La integración del ámbito artístico potenció el pensamiento creativo durante el proceso de enseñanza de la traslación de figuras geométricas. Los participantes no solo experimentaron beneficios mediante la aplicación creativa de los conceptos, sino que también se vieron desafiados al abordar problemas intrínsecamente entrelazados entre el arte y la traslación. Este enfoque no solo contribuyó a una comprensión más profunda de los conceptos geométricos, sino que también estimuló la creatividad al establecer una conexión significativa entre la expresión artística y la manipulación práctica de las figuras.

Durante la prueba diagnóstica, se investigó la relación entre el arte y la traslación, evidenciando así la importancia significativa de este enfoque. Los resultados se presentan en la tabla 5.

Tabla 5

Análisis de respuestas sobre la relación del arte con la traslación de figuras

Interrogante	¿Puedes pensar en alguna obra de arte que utilice la traslación o que te inspire a explorar esta idea?
---------------------	--

Respuestas comunes

- No tengo conocimiento sobre obras de arte.
- La obra *Broadway Boogie Woogie* de Piet Mondrian. Esta obra representa la cuadrícula de calles de Nueva York y utiliza traslaciones para transmitir el dinamismo de la ciudad.
- No había considerado la posibilidad de vincular el arte con la geometría, ya que en mis clases previas los profesores no abordaron esa conexión.

Los resultados señalan que los estudiantes no establecen vínculos entre el arte, la creatividad y la formación geométrica. Solamente un estudiante mencionó una obra que podría ser empleada en la enseñanza de la traslación. La principal argumentación radica en que los docentes no fomentan el pensamiento artístico en el contexto de la enseñanza geométrica, ya que consideran que dicha responsabilidad recae exclusivamente en las clases de arte.

La incorporación de STEAM sumergió a los participantes en una experiencia motivadora que contribuyó al desarrollo de habilidades creativas. La manipulación y visualización de figuras 3D con realidad aumentada demandó un nivel más elevado de pensamiento artístico, potenciando así la competencia creativa de los estudiantes.

En la actividad propuesta, llamada escultura de movimiento, los estudiantes recibieron figuras geométricas de colores y generaron múltiples réplicas de la misma figura, ubicándolas en diversas posiciones dentro de su propio papel. Utilizaron colores para destacar cada traslación. Posteriormente, los estudiantes se reunieron en grupos pequeños y combinaron sus trabajos individuales para formar un mural más grande. En la Figura 1, se evidencia un ejemplo de las respuestas de los estudiantes.

Figura 1

Respuesta de un estudiante de la actividad escultura en movimiento



Es importante resaltar que los estudiantes replicaron las figuras iniciales como se muestra en la figura 1. Alrededor del 60 % de los participantes replicó las figuras con dimensiones distintas y no lograron resaltar las traslaciones mediante el uso de colores. Sin embargo, durante la exposición oral, pudieron describir de manera precisa el proceso de traslación.

La integración de disciplinas STEAM a través de la realidad aumentada no solo mejoró la comprensión de conceptos geométricos, sino que también aumentó significativamente la motivación y el compromiso de los estudiantes. En una actividad que integró conceptos de arte y ciencias con la traslación geométrica, los estudiantes utilizaron la realidad aumentada para diseñar un hábitat marino virtual, aplicando traslaciones para posicionar diferentes especies de peces. Esta actividad no solo mejoró la comprensión de la traslación, sino que también aumentó significativamente el compromiso de los estudiantes. Las encuestas post-actividad revelaron que el 92 % de los participantes reportó un mayor interés en la geometría, y el 88 % indicó que la integración de STEAM hizo que el aprendizaje fuera más relevante para sus vidas cotidianas.

Colaboración interdisciplinaria y resolución de problemas

La enseñanza de la traslación de figuras mediante realidad aumentada y STEAM promovió la integración de conocimientos entre disciplinas. Sin embargo, la interdisciplinariedad presenta ciertos desafíos.

Aunque las actividades prácticas requirieron la aplicación simultánea de conocimientos matemáticos, tecnológicos y artísticos, algunos estudiantes manifestaron dificultades para integrar estas áreas de manera fluida. La complejidad de abordar problemas desde múltiples perspectivas generó frustración en algunos participantes, evidenciando la necesidad de más orientación para la colaboración interdisciplinaria.

Asimismo, resolver problemas en un contexto STEAM demanda mayor esfuerzo que en un área específica. Algunos estudiantes percibieron este proceso como una carga extra de trabajo, impactando negativamente su motivación. Es clave que los docentes guíen adecuadamente estos procesos, explicando los beneficios de la interdisciplinariedad para contrarrestar la frustración.

A pesar de estas dificultades, la colaboración interdisciplinaria generó valiosos aprendizajes. Permitió un ambiente donde los alumnos valoraron las fortalezas y perspectivas de sus pares, fomentando la diversidad de ideas y enfoques. Esto fue fundamental para desarrollar habilidades de trabajo en equipo, comunicación, pensamiento crítico y resolución de problemas complejos.

En conclusión, si bien la interdisciplinariedad presenta desafíos importantes, sus beneficios son mayores cuando se implementa adecuadamente. Se requiere capacitación docente para guiar estos procesos, junto con motivar a los estudiantes, explicándoles cómo la integración de disciplinas potencia su aprendizaje y los prepara para resolver desafíos reales de forma colaborativa.

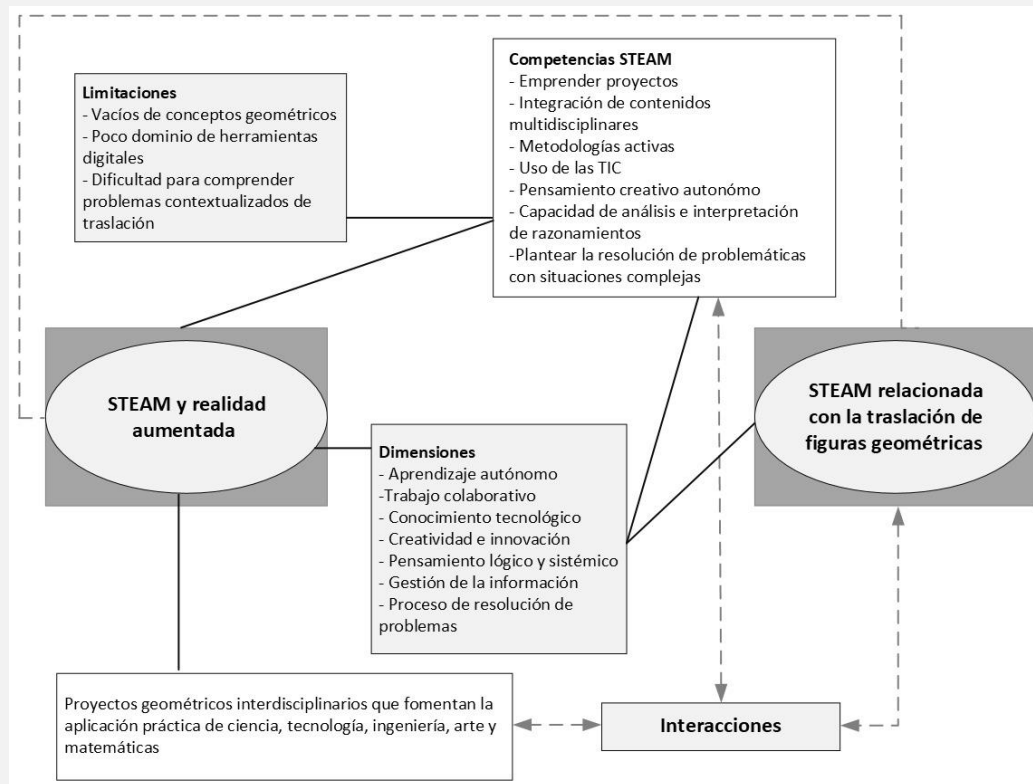
Discusión

Los resultados de este estudio revelan hallazgos alentadores sobre los beneficios de integrar realidad aumentada y STEAM para la enseñanza de la traslación de figuras. Coincidiendo con Chen et al. (2023), la realidad aumentada incrementó la motivación y contribuyó a disminuir los errores conceptuales de los estudiantes en geometría. Del mismo modo, la investigación corrobora lo planteado por Belbase et al. (2021) respecto al impacto positivo de esta tecnología en el rendimiento académico en actividades sobre traslación.

La integración efectiva de las disciplinas STEAM, tal como indican Henriksen (2014) y Glaze-Crampes (2020) promovió un aprendizaje profundo, significativo y contextualizado de la traslación de figuras. El abordaje interdisciplinario permitió a los estudiantes conectar el concepto matemático con aplicaciones del mundo real, preparándolos para transferir sus conocimientos geométricos. La Figura 2 ilustra la conceptualización de STEAM en relación con la realidad aumentada y la traslación de figuras geométricas, derivada del análisis de los resultados con la teoría STEAM.

Figura 2

Integración de STEAM y realidad aumentada en la enseñanza de la traslación



No obstante, al igual que señalan Tagnin y Ní Ríordáin et al. (2021), la interdisciplinariedad presentó desafíos en términos de la complejidad percibida por algunos estudiantes y la frustración ante esta forma de trabajo. Esto resalta la necesidad de ofrecer adecuada orientación docente para aprovechar los beneficios del enfoque STEAM, tal como indican Crismond y Adams (2012).

Un hallazgo relevante del estudio fue la importancia de fortalecer la formación matemática de base de los estudiantes. Como destaca Chang et al. (2021), un sólido conocimiento matemático es esencial para un aprendizaje efectivo, construyendo sobre este. Las dificultades detectadas en la prueba diagnóstica en traslación de figuras simples evidencian vacíos conceptuales previos que es preciso abordar.

En conclusión, esta investigación aporta evidencia sobre el potencial de la realidad aumentada y STEAM para transformar la enseñanza de la geometría. No obstante, su impacto depende de una adecuada formación matemática preliminar y de la orientación docente en los

procesos interdisciplinarios. Se requieren más estudios que profundicen en estrategias específicas para implementar estos enfoques innovadores potenciando el aprendizaje de los estudiantes.

Las implicaciones prácticas de esta investigación son sustanciales y ofrecen aplicaciones directas en la enseñanza de la traslación de figuras geométricas, vinculadas con problemas contextualizados del mundo real. Los hallazgos del estudio ofrecen recomendaciones concretas y valiosas para la integración efectiva de tecnologías de realidad aumentada y enfoques interdisciplinarios STEAM en el aula de geometría. Estas recomendaciones abarcan estrategias pedagógicas específicas, pautas para el diseño de actividades interactivas y sugerencias para fortalecer la formación docente en estas áreas emergentes. Además, el valor agregado de este estudio radica en su contribución significativa al conocimiento existente, al demostrar de manera empírica y concluyente los beneficios tangibles derivados de la combinación sinérgica de la realidad aumentada y el enfoque STEAM en la enseñanza de la geometría. Los resultados obtenidos respaldan sólidamente la implementación de estas innovadoras metodologías, las cuales tienen el potencial de transformar las prácticas pedagógicas tradicionales y promover mejoras sustanciales en la comprensión conceptual, el compromiso estudiantil y el desarrollo de habilidades transversales en el aprendizaje de la geometría.

Conclusiones

Los resultados de este estudio evidencian que la integración de realidad aumentada y el enfoque interdisciplinario STEAM en la enseñanza de la traslación de figuras geométricas tuvo un impacto positivo en múltiples dimensiones. En primer lugar, la incorporación de realidad aumentada como herramienta pedagógica incrementó notablemente la motivación y participación de los estudiantes durante las actividades. Esto coincide con los hallazgos de investigaciones previas que destacan los beneficios motivacionales de la realidad aumentada en educación matemática.

Los resultados de la prueba diagnóstica inicial revelaron importantes vacíos conceptuales en nociones preliminares sobre traslación de figuras. Esta situación subraya la importancia de consolidar sólidamente la formación matemática de base antes de avanzar a conceptos más

complejo. Fortalecer los fundamentos permitirá un aprendizaje más profundo de la traslación geométrica.

El uso de objetos virtuales 3D para representar y manipular figuras geométricas permitió reducir los errores conceptuales y mejorar el rendimiento académico de los alumnos en tareas sobre traslación. Por ejemplo, en una actividad donde los estudiantes debían realizar traslaciones de figuras geométricas complejas utilizando la realidad aumentada, se observó una reducción del 30 % en los errores de posicionamiento y orientación, en comparación con las actividades realizadas sin esta tecnología. Además, en una evaluación posterior, el 85 % de los estudiantes logró identificar correctamente los vectores de traslación en problemas contextualizados, en contraste con el 60 % que lo hacía antes de la intervención. Las posibilidades de interacción y experimentación dinámica que ofreció la realidad aumentada resultaron valiosas para construir una comprensión sólida sobre este concepto matemático.

Por otro lado, la integración intencional de disciplinas STEAM posibilitó contextualizar la enseñanza de la traslación de figuras, permitiendo a los estudiantes conectar este conocimiento geométrico con aplicaciones prácticas del mundo real. Sin embargo, la investigación también evidenció que los procesos de colaboración interdisciplinaria presentaron ciertos desafíos para algunos estudiantes, quienes manifestaron frustración y dificultad ante la complejidad de integrar conocimientos de diversas áreas.

Recomendaciones

Con base en los hallazgos y reflexiones derivadas de este estudio, es importante incrementar las oportunidades de los estudiantes para interactuar con tecnología en el aula, con el fin de desarrollar el pensamiento computacional que requerirán para desempeñarse en un mundo digitalizado. En el campo de la geometría, la realidad aumentada se presenta como una herramienta de alto potencial para este propósito.

Se espera que este estudio constituya un aporte en el área de integración de tecnología y enfoques interdisciplinarios para la enseñanza de las matemáticas. Queda abierta la posibilidad de realizar nuevas investigaciones que profundicen en el diseño y evaluación de propuestas

pedagógicas STEAM específicas para optimizar el aprendizaje de la traslación y otros conceptos geométricos.

Referencias

- Acendra Pertuz, J. M., & Conde Carmona, R. J. (2024). STEAM para el desarrollo del pensamiento matemático: una revisión documental. *Praxis*, 20(2). <https://doi.org/10.21676/23897856.5783>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2022). *Aprender mejor: políticas públicas para el desarrollo de habilidades*. <https://publications.iadb.org/es/aprender-mejor-politicas-publicas-para-el-desarrollo-de-habilidades>
- Belbase, S., Mainali, B. R., Kasemsukpipat, W., Tairab, H., Gochoo, M., & Jarrah, A. (2021). At the dawn of science, technology, engineering, arts, and mathematics (STEAM) education: prospects, priorities, processes, and problems [En los albores de la educación en ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas (STEAM): perspectivas, prioridades, procesos y problemas]. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 53(11), 2919-2955. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2021.1922943>
- Chang, C., Yan, J., Yao, Z., Zhang, C., Li, X., & Mao, H. Q. (2021). Effects of mesenchymal stem cell-derived paracrine signals and their delivery strategies ○1 Efectos de las señales paracrinias derivadas de células madre mesenquimales y sus estrategias de administración]. *Advanced Healthcare Materials*, 10(7), Article 2001689. <https://doi.org/10.1002/adhm.202001689>
- Chen, Y.-C., Chao, C.-Y., & Hou, H.-T. (2023). Learning Pattern Recognition Skills From Games: Design of an Online Pattern Recognition Educational Mobile Game Integrating Algebraic Reasoning Scaffolding [Aprendizaje de habilidades de reconocimiento de patrones a partir de juegos: diseño de un juego móvil educativo de reconocimiento de patrones en línea que integra un andamiaje de razonamiento algebraico]. *Journal of Educational Computing Research*, 61(6), 1232-1251. <https://doi.org/10.1177/07356331231171622>
- Conde-Carmona, R. J., Díaz, S., Gómez, J. L., Jiménez-Consuegra, M. A., & Ospino, Y. (2024). Integration of the steam approach in teaching linear algebra to engineering students

- [Integración del enfoque de vapor en la enseñanza de álgebra lineal a estudiantes de ingeniería]. *Ingeniería y Competitividad*, 26(3), Article 21414375. <https://doi.org/10.25100/iyc.v26i3.14375>
- Conde-Carmona, R. J., & Fontalvo-Meléndez, A. A. (2019). Didáctica del teorema de Pitágoras mediada por las TIC: el caso de una clase de Matemáticas. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 11(21), 255-281. <https://doi.org/10.22430/21457778.1187>
- Conradty, C., & Bogner, F. X. (2018). From STEM to STEAM: How to Monitor Creativity [De STEM a STEAM: Cómo monitorear la creatividad]. *Creativity Research Journal*, 30(3), 233–240. <https://doi.org/10.1080/10400419.2018.1488195>
- Crismond, D. P., & Adams, R. S. (2012). The informed design teaching & learning matrix [La matriz de enseñanza y aprendizaje del diseño informado]. *Journal of Engineering Education-Washington*, 101(4), 738-797. <https://www.deepdyve.com/lp/wiley/the-informed-design-teaching-and-learning-matrix-g8aV0GyYxQ>
- Fonseca, D., Martí, N., Redondo, E., Navarro, I., & Sánchez, A. (2014). Relationship between student profile, tool use, participation, and academic performance with the use of Augmented Reality technology for visualized architecture models [Relación entre perfil estudiantil, uso de herramientas, participación y rendimiento académico con el uso de tecnología de Realidad Aumentada para modelos de arquitectura visualizados]. *Computers in Human Behavior*, 31, 434-445. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0747563213000952>
- Fujita, T., Kondo, Y., Kumakura, H., Miawaki, S., Kunimune, S., & Shojima, K. (2022). Identifying Japanese students' core spatial reasoning skills by solving 3D geometry problems: An exploration [Identificar las habilidades básicas de razonamiento espacial de los estudiantes japoneses mediante la resolución de problemas de geometría 3D: una exploración]. *Asian Journal for Mathematics Education*, 1(4), 437-454. <https://doi.org/10.1177/27527263221142345>.
- Glaze-Crampes, A. L. (2020). Education sciences Leveraging Communities of Practice as Professional Learning Communities in Science, Technology, Engineering, Math (STEM) Education [Ciencias de la educación Aprovechamiento de las comunidades de práctica como comunidades de aprendizaje profesional en educación en ciencia, tecnología,

- ingeniería y matemáticas (STEM)]. *Education Sciences*, 10(190), 1-8.
<https://doi.org/10.3390/educsci1008010>
- Haas, B., Lavicza, Z., Houghton, T., & Kreis, Y. (2023). Can you create? Visualising and modelling real-world mathematics with technologies in STEAM educational settings [¿Puedes crear? Visualizar y modelar matemáticas del mundo real con tecnologías en entornos educativos STEAM]. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 52, Article 101297. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2023.101297>
- Henriksen, D. (2014). Full STEAM Ahead: Creativity in Excellent STEM Teaching Practices [Full STEAM Ahead: creatividad en excelentes prácticas de enseñanza STEM]. *The STEAM Journal*, 1(2), Article 15. <https://doi.org/10.5642/steam.20140102.15>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6 ed.). McGraw-Hill.
- Jones, K. (2022). Research on the teaching and learning of geometry [Investigación sobre la enseñanza y el aprendizaje de la geometría]. In R. Hunter, P. Perger, & L. Darragh (Eds.), *Making waves, opening spaces (Proceedings of the 44th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia)* (pp. 46-58). MERGA.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education [Un marco conceptual para la educación STEM integrada]. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1-11.
<https://stemeducationjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Latorre, A. (2019). *La investigación-acción* (5 ed.). Graó.
- Liljedahl, P., & Cai, J. (2021). Empirical research on problem solving and problem posing: a look at the state of the art [Investigación empírica sobre resolución y planteamiento de problemas: una mirada al estado del arte]. *ZDM Mathematics Education*, 53, 723-735.
<https://doi.org/10.1007/s11858-021-01291-w>
- López-Martín, M. d. M., Aguayo-Arriagada, C. G., & García López, M. d. M. (2022). Preservice Elementary Teachers' Mathematical Knowledge on Fractions as Operator in Word Problems [Conocimiento matemático de los futuros profesores de primaria sobre fracciones como operador en problemas planteados]. *Mathematics*, 10(3), Article 423.
<https://doi.org/10.3390/math10030423>

- Mercan, Z., & Kandır, A. (2024). The effect of the Early STEAM Education Program on the visual-spatial reasoning skills of children: research from Turkey [El efecto del Programa de Educación Temprana STEAM en las habilidades de razonamiento visual-espacial de los niños: investigación de Turquía]. *Education 3-13*, 52(2), 123-153. <https://doi.org/10.1080/03004279.2022.2075906>
- Ministerio de Educación Nacional. (2021). *Plan Nacional Decenal de Educación*. https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-382768_recurso_1.pdf
- OCDE. (2019). *Resultados PISA 2018: Colombia*. https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_COL_ESP.pdf
- Padilla Escorcia, I. A., & Conde-Carmona, R. J. (2020, mayo-agosto). Uso y formación en TIC en profesores de matemáticas: un análisis cualitativo. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (60), 116-136. <https://www.doi.org/10.35575/rvucn.n60a7>
- Reguant-Álvarez, M., & Torrado-Fonseca, M. (2016). El método Delphi. *Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 9(1), 87-102. <https://doi.org/10.1344/reire2016.9.1916>
- Sousa, D. A., & Pilecki, T. (2013). *From STEM to STEAM: Using brain-compatible strategies to integrate the arts* [De STEM a STEAM: uso de estrategias compatibles con el cerebro para integrar las artes]. Corwin Press.
- Tagnin, L., & Ní Ríordáin, M. (2021). Building science through questions in Content and Language Integrated Learning (CLIL) classrooms [Construyendo ciencia a través de preguntas en las aulas de Aprendizaje Integrado de Contenidos y Lenguajes (CLIL)]. *International Journal of STEM Education*, 8(1). <https://link.springer.com/article/10.1186/s40594-021-00293-0>
- Zhang, Y., Stephens, M., & Liu, X. (2024). Assessment of Chinese primary school mathematics teachers' knowledge of students' misconceptions regarding *space and shape* [Evaluación del conocimiento de los profesores de matemáticas de escuelas primarias chinas sobre los conceptos erróneos de los estudiantes sobre el espacio y la forma]. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 52(4), 417-440. <https://doi.org/10.1080/1359866X.2024.2379541>