

Recopilado: 08-05-2025

|

Aceptado: 03-10-2025

|

Publicado: 20-12-2025

DESARROLLO DEL CONOCIMIENTO TPACK MEDIANTE APLICATIVOS MÓVILES DE ROBÓTICA EDUCATIVA: PERCEPCIONES DOCENTES E IMPACTO EN LA ACTITUD HACIA LAS MATEMÁTICAS

DEVELOPING TPACK KNOWLEDGE THROUGH EDUCATIONAL ROBOTICS MOBILE APPS: TEACHER PERCEPTIONS AND IMPACT ON ATTITUDE TOWARDS MATHEMATICS

CÉSAR HERNÁNDEZ SUÁREZ

Universidad Francisco de Paula Santander
Cúcuta, Colombia

cesaraugusto@ufps.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7974-5560>

ESTUDIO

JANZ JARAMILLO BENÍTEZ

Universidad Francisco de Paula Santander
Cúcuta, Colombia

janzeliasjb@ufps.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5988-2699>

JOSÉ ARGUELLO ALBA

Universidad Francisco de Paula Santander
Cúcuta, Colombia

josealexanderaa@ufps.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3940-6297>

Resumen

Frente a los desafíos persistentes en la motivación para el aprendizaje de las matemáticas, la robótica educativa emerge como una herramienta de alto impacto. Sin embargo, su éxito depende tanto de la receptividad estudiantil como de la

apropiación docente. Por ello, esta investigación adopta un enfoque mixto para evaluar de manera integral la implementación de una aplicación de robótica en un estudio de caso con estudiantes y docentes en una muestra de instituciones de educación básica primaria de Cúcuta (Colombia), examinando dos ejes principales: 1) el cambio en la actitud de los estudiantes y 2) las percepciones y estrategias de los docentes. Mediante un diseño cuantitativo pretest-posttest, se encontró una mejora estadísticamente significativa en la actitud de los estudiantes hacia la disciplina. De forma paralela, a través de un análisis cualitativo de entrevistas a docentes, se identificaron sus percepciones sobre los beneficios y barreras de la tecnología, así como estrategias didácticas. Se concluye que la implementación de la aplicación de robótica es un método pertinente para catalizar un aprendizaje matemático significativo, potenciando el interés estudiantil y las competencias transversales desde la perspectiva docente.

Palabras claves: Robótica educativa, enseñanza de la matemática, actitud hacia la matemática, pensamiento computacional.

Abstract

Faced with persistent challenges in motivating mathematics learning, educational robotics emerges as a high-impact tool. However, its success depends on both student receptiveness and teacher appropriation. Therefore, this study employs a mixed-methods approach to comprehensively evaluate the implementation of a robotics application through a case study involving students and teachers from a sample of primary schools in Cúcuta, Colombia. The study examines two main axes: 1) the change in student attitudes and 2) the perceptions and strategies of teachers. Through a quantitative pretest-posttest design, a statistically significant improvement in students' attitudes toward the discipline was found. Concurrently, a qualitative analysis of teacher interviews identified their perceptions of the technology's benefits and barriers, as well as a repertoire of effective teaching strategies. It is concluded that the implementation of robotics applications is a pertinent strategy to catalyze significant mathematical learning, enhancing student interest and transversal competencies from the teachers' perspective.

Keywords: Educational robotics, mathematics teaching, attitude towards mathematics, computational thinking.

1. Introducción

La enseñanza de las matemáticas en la educación básica enfrenta desafíos persistentes a nivel global, pero adquiere matices particulares en contextos como el de Cúcuta (Colombia), donde factores como la brecha digital y la necesidad de fomentar vocaciones en áreas STEM son especialmente apremiantes (Fundación Empresarios por la Educación, 2024). A pesar del consenso sobre la importancia del pensamiento lógico-matemático, diversos estudios confirman que los métodos tradicionales a menudo no logran conectar con los estudiantes, generando bajos niveles de motivación y una percepción negativa de la disciplina (Higgins *et al.*, 2017).

En este escenario, la robótica educativa se ha posicionado como un recurso didáctico de alto impacto. Al articular componentes de *hardware*, programación visual y simulaciones interactivas, las aplicaciones robóticas móviles permiten traducir conceptos abstractos como la proporcionalidad o la geometría en experiencias manipulativas que activan el aprendizaje experiencial (González-Fernández *et al.*, 2021; Angel-Fernández y Vincze, 2018; Arguello y Hernández, 2016). La convergencia entre lo práctico y lo lúdico favorece el mejoramiento del pensamiento matemático y se integra en los marcos competenciales del siglo XXI, que exigen alfabetización digital y pensamiento computacional desde edades tempranas (Arévalo Duarte *et al.*, 2019; Fadel *et al.*, 2015). Asimismo, investigaciones recientes han demostrado que la programación por bloques incrementa la motivación intrínseca y genera actitudes más favorables hacia las ciencias exactas (Ouyang y Xu, 2023; Hsieh *et al.*, 2020).

No obstante, el éxito de toda innovación tecnológica depende, en gran medida, de la apropiación docente. Estudios sobre adopción de tecnologías resaltan que los maestros requieren formación específica y acompañamiento para rediseñar sus planeaciones de aula al introducir estos recursos (Ferguson *et al.*, 2019). Por ello, un análisis integral no puede obviar la perspectiva del profesorado.

A pesar de los beneficios documentados a nivel internacional, existe un vacío significativo en la literatura sobre la implementación y efectos de la robótica en entornos escolares colombianos con características específicas. No se comprende a fondo cómo los docentes de la región perciben e integran estas herramientas, ni cuál es el impacto medible en la actitud de los estudiantes locales. Este estudio busca atender dicho vacío, planteando como problema central la necesidad de evaluar la pertinencia y efectividad de una intervención con robótica en Cúcuta. Por ello, la investigación se enfoca en responder: ¿cómo influye una intervención con una

aplicación de robótica en la actitud de los estudiantes hacia las matemáticas y en las percepciones de los docentes de educación básica primaria en Cúcuta, Colombia?

2. Marco conceptual

Esta investigación se fundamenta en la intersección de tres marcos teóricos que justifican el uso de la robótica como herramienta pedagógica y orientan la interpretación de los resultados.

2.1 Constructivismo y aprendizaje activo

Se parte del principio de que el conocimiento no se recibe pasivamente, sino que se construye activamente a través de la experiencia (Piaget, 1970). La robótica educativa es una manifestación directa de esta teoría, ya que los estudiantes “aprenden haciendo”: diseñan, programan y depuran soluciones a problemas concretos, construyendo su comprensión de conceptos matemáticos de manera tangible y significativa.

2.2 Modelo TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge)

Para analizar la perspectiva docente se adopta el marco TPACK (Mishra y Koehler, 2006), el cual ofrece una lente teórica robusta para comprender la compleja naturaleza del conocimiento que un profesor debe movilizar para integrar la tecnología de forma eficaz. Este modelo postula que la enseñanza efectiva con tecnología no es simplemente la suma de tres conocimientos base aislados, sino su intrincada interrelación:

- a. Conocimiento del contenido (CK): se refiere al dominio del profesor sobre la materia que enseña; en este caso, los conceptos matemáticos fundamentales (geometría, coordenadas, proporcionalidad) abordados en la intervención.
- b. Conocimiento pedagógico (PK): compete a las estrategias y métodos de enseñanza y aprendizaje, como la gestión del aula, la evaluación y el diseño de actividades, independientemente del contenido.
- c. Conocimiento tecnológico (TK): es el conocimiento sobre cómo operar tecnologías específicas, como la aplicación de robótica ScratchJr utilizada en este estudio.

La fortaleza del modelo TPACK reside en las intersecciones que describen la verdadera integración:

- a. Conocimiento pedagógico del contenido (PCK): la habilidad de enseñar un contenido específico de forma efectiva, usando analogías o estrategias adaptadas a las dificultades de los estudiantes.
- b. Conocimiento tecnológico del contenido (TCK): la comprensión de cómo la tecnología y el contenido se influyen mutuamente. Por ejemplo, entender cómo la programación de un robot puede representar visualmente un concepto matemático abstracto.
- c. Conocimiento técnico pedagógico (TPK): el entendimiento de cómo la enseñanza puede cambiar al usar una tecnología particular. Por ejemplo, saber que la robótica facilita estrategias como el aprendizaje basado en retos o la gamificación.

Este estudio utiliza el marco TPACK no solo como un referente teórico, sino como una herramienta analítica para interpretar las percepciones docentes. Específicamente, se empleará para categorizar las narrativas de los profesores e identificar si sus percepciones, desafíos y estrategias se centran predominantemente en aspectos puramente tecnológicos (TK), si logran una integración pedagógica (TPK) o si alcanzan una síntesis avanzada que articula tecnología, pedagogía y contenido matemático (TPACK).

2.3 Teoría de la Autodeterminación (TAD)

Para comprender el cambio en la actitud y motivación de los estudiantes, se recurre a la TAD (Ryan y Deci, 2000). Esta teoría sostiene que la motivación intrínseca se fomenta al satisfacer tres necesidades psicológicas básicas: autonomía (sentir que tienen control sobre sus acciones), competencia (sentirse eficaces y capaces) y relación (sentirse conectados con otros). La robótica en el aula, a través de la resolución de retos y el trabajo colaborativo, tiene el potencial de satisfacer estas tres necesidades, explicando así el aumento del interés y el compromiso observado.

3. Objetivos

Para dar respuesta a la pregunta de investigación y abordar el vacío en la literatura, este estudio persigue un triple objetivo, enfocado tanto en la perspectiva docente como en la estudiantil:

- a. Describir las concepciones de los profesores sobre el uso de aplicaciones de robótica en la enseñanza de la matemática.
- b. Evaluar el cambio en la actitud hacia la matemática de los estudiantes de básica primaria tras la intervención con una *app* de robótica.
- c. Identificar estrategias didácticas efectivas para la enseñanza de las matemáticas con aplicaciones de robótica, derivadas de la experiencia docente.

4. Metodología

La presente investigación adoptó un diseño de métodos mixtos de tipo convergente (Creswell, 2014), enmarcado dentro de un enfoque de estudio de caso que analiza el fenómeno de la robótica educativa en el contexto particular de Cúcuta (Yin, 2018). En este diseño, los datos cuantitativos y cualitativos se recogieron de forma paralela y se integraron en la fase interpretativa. Esta estrategia se seleccionó con el fin de dar respuesta a los tres objetivos del estudio: perfilar las concepciones docentes, evaluar el cambio en la actitud estudiantil e identificar estrategias didácticas efectivas, generando así una comprensión holística del fenómeno. Esta aproximación posibilitó contrastar resultados numéricos con evidencias narrativas, incrementando la credibilidad y la solidez inferencial del estudio.

4.1 Descripción de la intervención pedagógica y tecnológica

La intervención se desarrolló de manera presencial a lo largo de doce semanas y fue implementada por los propios docentes de básica primaria en sus clases regulares de matemáticas. Los sujetos participantes fueron dos grupos principales:

- a. Estudiantes: la muestra estuvo conformada por 45 estudiantes cursando de tercero a quinto grado de primaria.

- b. Docentes: profesores titulares de las asignaturas, quienes recibieron la orientación para aplicar las actividades y cuyas percepciones fueron recopiladas mediante encuestas y entrevistas.

La implementación se llevó a cabo en las aulas de clase habituales, utilizando los dispositivos móviles (celulares y tabletas) disponibles.

4.1.1 Herramienta tecnológica

Se utilizó la aplicación ScratchJr, una plataforma de codificación introductoria desarrollada por el MIT Media Lab y la Tufts University, diseñada específicamente para niños en edad de básica primaria (Tufts University y MIT Media Lab, 2014). Los estudiantes programan personajes virtuales (denominados *sprites*) en la pantalla, utilizando un lenguaje de programación visual por bloques para controlar sus movimientos, apariencia e interacciones en un plano cartesiano (x, y) (Flannery *et al.*, 2013).

4.1.2 Actividades implementadas

Las actividades se diseñaron bajo los principios de Aprendizaje Basado en Retos y Gamificación, adaptando los conceptos de robótica a un entorno virtual. Dos de las actividades centrales fueron:

- a. Misión geometría: los estudiantes debían programar un *sprite* para que se moviera por el lienzo de la aplicación, dejando un rastro para dibujar diferentes polígonos regulares. Para lograrlo, necesitaban aplicar correctamente conceptos de ángulos, longitudes de segmentos (medidos en “pasos” del personaje) y perímetros, recibiendo retroalimentación visual e inmediata en la pantalla.
- b. El laberinto de coordenadas: se diseñaba un fondo con un laberinto y los estudiantes, trabajando en grupos, debían programar a su personaje para navegarlo. Esto requería el uso de coordenadas del plano (x, y) y conceptos de proporcionalidad y medida para que el personaje avanzara las distancias correctas y realizara los giros precisos en el entorno virtual.

Estas actividades fomentaron la colaboración y la discusión de estrategias para resolver los retos de programación directamente en el dispositivo.

4.2 Fase cuantitativa

Para caracterizar las concepciones pedagógicas y actitudes docentes respecto al uso de la robótica educativa, se diseñó un cuestionario *ad hoc*. Si bien este instrumento se estructuró siguiendo las pautas y dimensiones recomendadas en investigaciones previas sobre integración tecnológica (Khanlari, 2014; Kopcha *et al.*, 2017), no fue una adopción directa, por lo que se sometió a un riguroso proceso para asegurar su validez y confiabilidad en nuestro contexto específico.

El proceso de validación incluyó varias etapas clave:

- a. Validez de contenido mediante juicio de expertos: inicialmente, el borrador del instrumento fue revisado por un panel de 3 expertos en didáctica de la matemática y tecnología educativa. Su evaluación se centró en la pertinencia, claridad y coherencia de cada uno de los 32 ítems, siguiendo los lineamientos de Pedrosa *et al.* (2013).
- b. Adaptación lingüística y cultural: dado que las pautas originales provenían de contextos angloparlantes, se realizó un proceso de traducción inversa para garantizar la equivalencia semántica de los ítems. Posteriormente, se efectuó una adaptación cultural para asegurar que la terminología y las situaciones planteadas fueran plenamente comprensibles y relevantes para el profesorado de Cúcuta, Colombia.
- c. Prueba piloto y análisis de fiabilidad: finalmente, se administró una prueba piloto a una muestra de 15 docentes con características similares a la población objetivo. Esta fase permitió identificar ítems ambiguos y, fundamentalmente, calcular la consistencia interna del instrumento.

El análisis arrojó un alfa de Cronbach de 0.85, lo cual indica un nivel de fiabilidad bueno/aceptable para su uso en la recolección definitiva de datos. La población objetivo (*N*) estuvo conformada por la totalidad de docentes de educación básica primaria de Cúcuta, Colombia, registrada en la Secretaría de Educación Municipal para el año 2024, ascendiendo a un total de 6,108 docentes (Fundación Empresarios por la Educación, 2024). Para garantizar la representatividad de subgrupos clave, se implementó un muestreo aleatorio estratificado. La estratificación se realizó con base en dos variables categóricas: tipo de institución (Oficial/No Oficial) y ubicación geográfica (Urbana/Rural), lo que resultó en la conformación de cuatro estratos mutuamente excluyentes. Esta estructura permitió la posterior comparación de resultados entre grupos mediante un análisis de varianza (ANOVA).

El tamaño total de la muestra (n) se calculó para una población finita de 6,108, buscando un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, lo que arrojó una muestra necesaria de 363 docentes. Posteriormente, se utilizó una afijación proporcional para distribuir la muestra total entre los cuatro estratos, asegurando que el peso de cada estrato en la muestra fuera idéntico a su peso en la población. El cálculo para cada estrato (n_i) se realizó mediante la fórmula $n_i = (N_i/N) \times n$. La distribución final de la población y la muestra se detalla en la tabla 1.

Tabla 1. Distribución de la población (N) y muestra (n) de docentes por estrato.

Estrato	Población estimada (N_i)	Porcentaje (%)	Muestra requerida (n_i)
Oficial - Urbana	4.853	79.45%	288
Oficial - Rural	211	3.45%	13
No Oficial - Urbana	1.001	16.39%	60
No Oficial - Rural	43	0.70%	2
Total	6.108	100%	363

Una vez determinada la muestra por estrato, se procedió a seleccionar a los participantes de forma aleatoria simple dentro de cada subgrupo. Las encuestas se administraron en línea y de manera presencial, garantizando la participación voluntaria y anónima; con el fin de asegurar la validez y confiabilidad del instrumento, se efectuó una traducción inversa, adaptación cultural y prueba piloto local antes de la recolección definitiva de datos.

De forma paralela, para valorar la actitud de los estudiantes, se utilizó un diseño pre-test-posttest. El instrumento fue una adaptación de la escala validada de actitudes hacia la matemática y la tecnología educativa de Hsieh *et al.* (2020), cuyo proceso de validación para el contexto local se detalla en los párrafos subsecuentes. La muestra estudiantil estuvo conformada por estudiantes de tercero a quinto grado.

El tamaño de la muestra se determinó mediante un análisis de potencia estadística *a priori* para detectar cambios significativos entre el pretest y el posttest mediante una prueba t para muestras relacionadas. Se establecieron los siguientes parámetros: un nivel de significancia (α) de 0.05, una potencia estadística ($1-\beta$) de 0.80 y un tamaño del efecto medio esperado (d de Cohen = 0.50), considerado un estándar en la investigación educativa. El cálculo indicó una muestra mínima requerida de 34 estudiantes para satisfacer estos criterios. La muestra final del estudio, seleccionada mediante muestreo aleatorio simple, fue de 45 estudiantes, superando el mínimo

requerido. Los cuestionarios fueron aplicados en las aulas de clase bajo la supervisión de los docentes, previa obtención del consentimiento informado de las familias y la garantía de confidencialidad de los registros.

Para garantizar la rigurosidad del cuestionario pretest-posttest aplicado a los estudiantes, se contemplaron varias fases de desarrollo y validación. En primer término, 3 expertos en didáctica de la matemática y tecnología educativa revisaron cada ítem conforme a los lineamientos de Pedrosa *et al.* (2013) y Newton y Shaw (2014), con el objetivo de optimizar la pertinencia y claridad de las preguntas para la muestra seleccionada. Asimismo, el sustento teórico de los instrumentos utilizados se respaldó en investigaciones concluidas, las cuales evidenciaron un impacto positivo en la mejora de la apropiación de tecnologías, incremento en la motivación personal y mejoramiento del rendimiento académico (Chen, 2019; Higgins *et al.*, 2017).

Tras la validación de instrumento, la fase consecutiva consistió en la aplicación de la prueba piloto, la cual se centró en detectar posibles errores de redacción que pudieran afectar la fiabilidad de la intervención (Muresherwa y Jita, 2022). Luego de aplicada la prueba piloto, los resultados arrojaron un alfa de Cronbach de 0.78; este valor dentro de la escala medible es considerado aceptable en estudios exploratorios o en las primeras etapas de la investigación de actitudes (Kline, 2014). No obstante, la validación de criterios expuso una correlación relativamente baja con medidas externas, obligando a los investigadores a revisar algunas de las preguntas del instrumento para garantizar la medición de los constructos teóricos propuestos (Sireci y Benítez, 2023). Estas modificaciones, sumadas a la adaptación contextual y a la administración dual (en línea y presencial), constituyeron una base sólida para el perfeccionamiento continuado del instrumento, el cual puede ser utilizado para futuras aplicaciones a mayor escala.

4.3 Fase cualitativa

En la fase cualitativa se emplearon entrevistas semiestructuradas para indagar de forma densa cómo percibe el profesorado la integración de las aplicaciones de robótica en el aula y de qué modo valora su influencia en el aprendizaje y en las actitudes del estudiantado (Márquez y Ruiz, 2014; González-Fernández *et al.*, 2021). Los participantes fueron docentes de educación básica primaria que ya han utilizado la *app* de robótica ScratchJr, los cuales se seleccionaron mediante un muestreo intencional, atendiendo a su experiencia directa con la herramienta. Las entrevistas se celebraron al término del periodo de implementación y giraron en torno a la efectividad didáctica de la aplicación, las dificultades encontradas du-

rante su uso y las percepciones sobre el impacto logrado en los estudiantes. Cada docente firmó un consentimiento informado y se garantizó la confidencialidad de los datos recopilados.

Para asegurar el rigor metodológico y la confiabilidad de los datos cualitativos, se implementaron varias estrategias clave siguiendo el marco de confiabilidad y credibilidad propuesto por Lincoln y Guba (1985):

- a. Credibilidad (validez interna): para garantizar que los hallazgos reflejaran fielmente las perspectivas de los participantes, se utilizó la triangulación de datos, una estrategia recomendada para corroborar la información desde múltiples fuentes (Creswell y Poth, 2018; Flick, 2018). Las percepciones emergentes de las entrevistas docentes se contrastaron sistemáticamente con los resultados cuantitativos obtenidos de sus propias encuestas y con los datos de actitud de los estudiantes. Adicionalmente, se realizó un proceso de verificación con los participantes, considerado por Lincoln y Guba (1985) como la técnica más crucial para establecer la credibilidad, donde se compartió un resumen de las interpretaciones con una submuestra de los docentes entrevistados para confirmar la exactitud de sus testimonios.
- b. Dependencia (confiabilidad): para asegurar la consistencia del proceso, se creó una pista de auditoría. Se mantuvo un registro detallado de todas las fases del proceso cualitativo, incluyendo el protocolo de la entrevista, las transcripciones textuales, las notas de campo y el proceso de codificación y categorización temática (Creswell, 2014). Esto permite que el proceso de análisis sea transparente y replicable.
- c. Confirmabilidad (objetividad): con el fin de minimizar el sesgo del investigador, se empleó la reflexividad (Patton, 2015). Los investigadores mantuvieron un diario de campo donde documentaban sus preconcepciones y decisiones analíticas, asegurando que las conclusiones se derivaran directamente de los datos proporcionados por los docentes y no de las opiniones del equipo de investigación (Lincoln y Guba, 1985).

4.4 Análisis de datos

El procesamiento de los datos cuantitativos se realizó con el *software* estadístico SPSS (Versión 28). El análisis se ejecutó en dos etapas:

- a. Análisis descriptivo: inicialmente, se realizó un análisis descriptivo con el fin de caracterizar las muestras y resumir el comportamiento de las variables principales. Se calcularon frecuencias y porcentajes para las variables sociodemográficas (de docentes y estudiantes) y medidas de tendencia central (media) y dispersión (desviación estándar) para las puntuaciones de las escalas de percepción y actitud.
- b. Análisis inferencial: para contrastar las hipótesis, se aplicaron las siguientes pruebas con el objetivo de evaluar el cambio en la actitud de los estudiantes, se utilizó una prueba *t* para muestras relacionadas, comparando las puntuaciones del pretest y el posttest. Previamente, se verificó el supuesto de normalidad de las diferencias entre ambas mediciones mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Al no rechazarse la hipótesis nula de normalidad ($p > .05$), se procedió con la prueba paramétrica. Para determinar si existían diferencias significativas en las percepciones sobre la robótica educativa entre los docentes, se empleó un análisis de varianza (ANOVA) de un factor. Esta prueba comparó las puntuaciones medias obtenidas en el cuestionario de percepciones entre los cuatro estratos muestrales: Oficial-Urbano, Oficial-Rural, No Oficial-Urbano y No Oficial-Rural. Para el ANOVA, y conforme a las recomendaciones de Field (2013), se verificaron los supuestos de normalidad (prueba de Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianzas (prueba de Levene). En los casos donde algún supuesto no se cumplió, se recurrió a la prueba no paramétrica equivalente de Kruskal-Wallis. En lo concerniente a la fase cualitativa, se utilizó NVivo para organizar y examinar las transcripciones; el procedimiento incluyó una codificación temática que permitió extraer patrones y categorías emergentes de las entrevistas (Creswell y Poth, 2018). Dicho proceso de codificación se guió por las dimensiones del modelo TPACK (Mishra y Koehler, 2006), buscando identificar evidencias del Conocimiento Tecnológico (TK), Pedagógico (PK), del Contenido (CK) y sus interrelaciones (PCK, TCK, TPK, TPACK) en los testimonios de los docentes sobre su experiencia con la robótica.

Finalmente, para fortalecer la validez de los resultados y generar una interpretación comprehensiva, se realizó una triangulación de datos convergente (Flick, 2018; Creswell, 2014). El procedimiento consistió en un análisis comparativo explícito entre los hallazgos cuantitativos y cualitativos. Específicamente: a) los resultados de la prueba *t*, que mostraron un cambio estadísticamente significativo en la actitud de los estudiantes, se contrastaron con las categorías emergentes de las entrevistas a docentes, tales como “aumento de la motivación” y “participación en clase”; y b) los hallazgos del ANOVA, que exploraron las diferencias en las percepciones docentes entre distintos grupos, se triangularon con las narrativas detalladas de los profesores sobre las “barreras de implementación” y las “estrategias didácticas

efectivas”. Esta integración permitió no solo corroborar los hallazgos, sino también utilizar las percepciones cualitativas para explicar y dar profundidad a los patrones numéricos observados, favoreciendo así una interpretación más rica y coherente del fenómeno estudiado.

4.5 Consideraciones éticas

El presente estudio se ajustó plenamente a la normativa ética vigente. Según Israel (2015), se diligenciaron los consentimientos informados de todas las personas implicadas, con estricto respeto a su autonomía y dignidad, tanto del profesorado como los padres y representantes legales de los estudiantes, recibiendo la información detallada sobre los objetivos y procedimientos de la investigación, y manteniendo en todo momento la posibilidad de desistir de su participación sin repercusiones.

En consonancia a las consideraciones éticas, también se instauraron protocolos para el archivo de los documentos recopilados, garantizando la protección de datos personales; esto se realizó de acuerdo con las instrucciones de Wiles *et al.* (2012) para el manejo de información privada en las investigaciones. Con ello se dio la debida protección de la información de la muestra, alineando el proyecto con los estándares éticos exigidos en la investigación educativa.

Las investigaciones que sustentan este artículo fueron aprobadas por el Comité de Ética Científico de la Universidad Francisco de Paula Santander a través de los Contratos de Cofinanciación N.º 029-2023 y N.º 044-2025.

5. Resultados

A continuación, se presentan los resultados organizados en función de los tres objetivos de la investigación.

5.1 Percepciones docentes sobre la robótica educativa

Para abordar el primer objetivo, se analizaron tanto los datos cuantitativos de las encuestas como los cualitativos de las entrevistas a docentes.

5.1.1 Análisis cuantitativo de las percepciones

El análisis descriptivo del cuestionario a docentes ($n = 363$) reveló una percepción mayoritariamente positiva sobre la utilidad de la robótica, con una puntuación media de 4.2 en una escala de 5 puntos ($DE = 0.8$). El análisis de varianza (ANOVA) se realizó para comparar estas percepciones entre los cuatro estratos de docentes. Los resultados indicaron que no existían diferencias estadísticamente significativas en las percepciones generales entre los grupos ($F(3,329) = 1.75, p = 0.15$), sugiriendo una aceptación similar de la tecnología en los distintos contextos escolares estudiados.

5.1.2 Análisis cualitativo de las percepciones

El análisis temático de las entrevistas semiestructuradas permitió identificar tres categorías centrales que profundizan la visión de los docentes:

- a. Categoría 1: *La robótica como catalizador de la motivación*. La mayoría de los docentes perciben que el mayor beneficio es el aumento del interés estudiantil. Como mencionó un participante: “El cambio es del cielo a la tierra. Con el robot, hasta el niño más distraído está preguntando, quiere participar, quiere ver cómo se mueve. La matemática dejó de ser el cuco del salón” (docente 3, escuela rural).
- b. Categoría 2: *Barreras de integración curricular*. A pesar del optimismo, emergió una preocupación recurrente sobre el tiempo y la rigidez del currículo. “La idea es fantástica, pero la realidad es que tenemos que cumplir con un plan de estudios muy estricto. A veces es difícil encontrar el espacio para dedicarle una o dos horas a armar y programar, aunque sepamos que vale la pena” (docente 8, escuela urbana privada).
- c. Categoría 3: *Desarrollo de competencias transversales*. Más allá de la mejora actitudinal hacia las matemáticas, los docentes observaron de forma consistente que la robótica fomentaba habilidades clave como el pensamiento computacional, la resolución de problemas y el trabajo colaborativo. Los estudiantes no solo aplicaban conceptos matemáticos, sino que aprendían a pensar de forma lógica y estructurada para programar al robot. Un profesor lo describió así: “Lo más revelador no fue solo verlos aplicar la geometría para un giro. Fue observar cómo colaboraban. Si el robot no seguía la línea, se juntaban, discutían el código, probaban una y otra vez. Estaban desarrollando un pensamiento lógico y una resiliencia frente al error que la clase tradicional no siempre fomenta” (docente 5, escuela urbana oficial).

5.2 Evaluación de la actitud de los estudiantes hacia las matemáticas

Para responder al segundo objetivo, se realizó una comparación de las puntuaciones de la escala de actitud antes (pretest) y después (postest) de la intervención con la app de robótica ScratchJr en la muestra de estudiantes ($n = 45$), las puntuaciones se midieron en una escala de 1 a 5. Los resultados descriptivos mostraron un incremento en la puntuación media de la actitud, pasando de [$M = 3.1, DE = 0.9$] en el pretest a [$M = 4.3, DE = 0.7$] en el postest. Este cambio (Post-Pre = +1.20) fue estadísticamente significativo, $t(44) = 8.52, p < .001$, IC95% del cambio [0.92, 1.48], con un tamaño del efecto para diseños pareados de Cohen $d(z) = 1.27$. Estos datos proporcionan evidencia empírica directa de una mejora en la disposición afectiva de los estudiantes hacia las matemáticas tras la intervención (ver tabla 2).

Tabla 2. Resultados de la prueba t para el cambio de actitud estudiantil.

	Estadísticos descriptivos	
Medición	Media	Desv. estándar
Pretest	3.1	0.9
Postest	4.3	0.7

Nota: los resultados de la prueba t para muestras relacionadas indicaron una diferencia estadísticamente significativa entre las mediciones, $t(44) = 8.52, p < .001$, IC 95% [0.92, 1.48], Cohen $d_z = 1.27$.

5.3 Identificación de estrategias didácticas efectivas

A partir del análisis de las entrevistas a docentes, y triangulado con los resultados positivos de la actitud estudiantil, se identificaron dos estrategias didácticas como particularmente efectivas:

- Aprendizaje basado en retos (ABR): los docentes destacaron que plantear problemas matemáticos como “retos de programación” para el robot generaba un alto nivel de compromiso y fomentaba la resolución de problemas de forma práctica.
- Gamificación y aprendizaje lúdico: los docentes informaron que enmarcar las actividades matemáticas como juegos, misiones o competencias aumentaba drásticamente la participación. En lugar de resolver problemas en un papel, los estudiantes participaban en “carreras de robots” o “búsquedas del tesoro” que requerían la aplicación de conceptos matemáticos para tener éxito. Como lo expresó un maestro: “Descubrimos que convertir los ejercicios en ‘misiones’ era increíblemente efectivo. En lugar de una hoja de trabajo sobre ángulos, creamos un

circuito donde los robots debían girar 90 grados a la derecha o 45 a la izquierda para no chocar. De repente, todos querían que su ángulo fuera perfecto. La gamificación transformó una lección abstracta en un evento lúdico y competitivo” (docente 2, escuela urbana).

6. Discusión

Los hallazgos de esta investigación ofrecen una base empírica sólida para afirmar que la inclusión de aplicaciones de robótica transforma positivamente el aprendizaje de las matemáticas. Esta sección interpreta los resultados presentados, los contrasta con la literatura existente y explora sus implicaciones prácticas.

6.1 La mejora en la actitud estudiantil

El resultado central de este estudio es la mejora estadísticamente significativa en la actitud de los estudiantes (resultado de la prueba t , $p < .001$). Este dato cuantitativo no solo confirma una hipótesis central, sino que da sustento empírico a la afirmación de que la robótica educativa es una herramienta potente para incentivar y mejorar la motivación. La percepción docente sobre el aumento de la motivación estudiantil evidencia un desarrollo del Conocimiento Técnico Pedagógico (TPK). Los profesores reconocen que la robótica no es solo una herramienta (TK), sino un artefacto que transforma la práctica pedagógica, permitiendo implementar estrategias como la gamificación que impactan directamente en el compromiso del estudiante (Mishra y Koehler, 2006). Este resultado se alinea con los de Arís y Orcos (2019) y el metaanálisis de Ouyang y Xu (2023), quienes demostraron que estas herramientas fomentan un alto nivel de interés, esencial para el éxito a largo plazo. La clave de este cambio parece residir en la capacidad de la robótica para convertir conceptos abstractos en experiencias lúdicas y tangibles, promoviendo un aprendizaje interactivo, como ya habían señalado Márquez y Ruiz (2014) y González-Fernández *et al.* (2021).

Además, las entrevistas docentes revelaron que este cambio actitudinal se acompañó del desarrollo de competencias transversales. Este hallazgo es particularmente revelador, pues muestra que los docentes no solo perciben el desarrollo del CK (matemáticas), sino que identifican cómo la tecnología fomenta habilidades de orden superior. Esto sugiere que la intervención promovió un conocimiento TPACK emergente, donde los profesores comprenden que la robótica, usada con una pedagogía

activa, es un vehículo para enseñar simultáneamente matemáticas, pensamiento computacional y colaboración (Mishra y Koehler, 2006). Esta observación coincide plenamente con los hallazgos de Hsieh *et al.* (2020), quienes identificaron estas habilidades como productos directos de la interacción con tecnologías educativas bien implementadas.

6.2 Percepciones docentes

El análisis de las percepciones docentes reveló una visión mayoritariamente positiva, validando la robótica como una herramienta pedagógica valiosa. Las categorías cualitativas sobre el “aumento de la motivación” y el “desarrollo de competencias” se corresponden con los beneficios identificados por Khanlari (2014). Sin embargo, la emergencia de la categoría “barreras de integración curricular” es un llamado a la cautela. Las barreras curriculares reportadas por los docentes señalan una tensión entre el Conocimiento del Contenido (CK), dictado por un plan de estudios estricto, y el tiempo que requiere desarrollar un conocimiento integrado (TPACK). Aunque los docentes valoran los beneficios de la robótica, perciben que las exigencias del currículo limitan las oportunidades para una integración profunda, quedándose a veces en un uso puramente instrumental (TK) (Mishra y Koehler, 2006). Este hallazgo subraya que la percepción positiva debe ser apoyada por condiciones institucionales y curriculares favorables.

El entendimiento de estas percepciones fue, tal como lo sugiere Kopcha *et al.* (2017), crucial para el diseño de la intervención. Demuestra que para una inserción tecnológica exitosa no basta con la herramienta; se requiere un diseño instruccional que considere las fortalezas y aborde las preocupaciones del profesorado. Los resultados de nuestro estudio, por tanto, no solo validan el uso de la robótica, sino que ofrecen una base sólida para diseñar futuras intervenciones que sean pedagógicamente coherentes y contextualmente relevantes.

En conjunto, los resultados de esta investigación, debidamente triangulados, confirman que la implementación de aplicaciones de robótica es una estrategia pertinente y eficaz para mejorar la disposición afectiva y las competencias matemáticas en la educación básica primaria. Se demuestra que, más allá de la digitalización de contenidos, el éxito radica en la transformación de la práctica pedagógica hacia enfoques activos como el aprendizaje basado en retos y la gamificación.

La retroalimentación y la experiencia de los docentes fueron, en efecto, el factor clave para superar los desafíos y adaptar la estrategia. Esto confirma que el desarrollo profesional continuo y la creación de guías y recursos contextualizados, como los derivados de este estudio, son indispensables para facilitar la adopción sostenible de este tipo de tecnologías en el aula.

6.3 Limitaciones

Toda investigación posee limitaciones que acotan el alcance de sus conclusiones. En el presente estudio identificamos dos principales:

- a. Sesgo de respuesta por deseabilidad social: la primera limitación se relaciona con el posible sesgo en las respuestas de los docentes. Al tratarse de una innovación educativa, existe la posibilidad de que algunos participantes, tanto en las encuestas como en las entrevistas, ofrecieran respuestas que consideraban socialmente deseables (p. ej., mostrando un optimismo exagerado hacia la robótica) en lugar de reflejar sus verdaderas aprensiones o dificultades. Para mitigar este efecto, se garantizó el anonimato y la confidencialidad de todos los datos. Adicionalmente, la triangulación de los resultados cuantitativos de las encuestas con los datos cualitativos de las entrevistas permitió obtener una visión más matizada que ayudó a identificar y contextualizar posibles inconsistencias.
- b. Generalización de los resultados (tamaño y contexto de la muestra): la segunda limitación atañe a la generalización de los hallazgos. Aunque el tamaño de las muestras se calculó con rigor estadístico, el estudio se circunscribió a instituciones educativas de Cúcuta (Colombia). Por lo tanto, los resultados sobre la percepción docente y el cambio de actitud estudiantil están contextualizados en esta región específica y no pueden ser extrapolados directamente a otros contextos nacionales o internacionales con diferentes políticas educativas, recursos tecnológicos o perfiles socioculturales. Para contrarrestar esta limitación, en la sección de Discusión se han contrastado nuestros hallazgos con los de la literatura científica de otras regiones, permitiendo situar nuestras conclusiones en un panorama más amplio.

Pese a estas limitaciones, las estrategias de mitigación implementadas y el riguroso análisis de los datos proporcionan resultados fiables y de gran valor para el contexto investigado (Cohen *et al.*, 2017).

7. Conclusiones

Esta investigación aporta evidencia empírica sobre los efectos de integrar aplicaciones de robótica en la enseñanza de las matemáticas en educación básica primaria. Las principales conclusiones, derivadas de un análisis mixto de datos, son las siguientes:

- a. Se concluye que la intervención con robótica mejora la actitud estudiantil, un resultado que se explica a través del desarrollo del Conocimiento Técnico Pedagógico (TPK) de los docentes. Fueron ellos quienes, al transformar la práctica pedagógica con estrategias como la gamificación, lograron catalizar un mayor compromiso y motivación en el aula. Esta es la conclusión principal del estudio, sustentada cuantitativamente por el resultado de la prueba t ($p < .001$), que mostró un cambio positivo y estadísticamente significativo entre el pretest y el postest. El entusiasmo, la curiosidad y la participación, identificados cualitativamente a través de las entrevistas con los docentes, emergen como las manifestaciones observables que explican este cambio actitudinal.
- b. Este estudio concluye que la robótica es percibida como un catalizador para el desarrollo de competencias transversales. Este hallazgo sugiere que una implementación pedagógicamente sólida de la tecnología promueve un conocimiento TPACK emergente en el profesorado, quienes logran ver más allá del contenido matemático (CK) y reconocen el potencial de la herramienta para enseñar simultáneamente pensamiento computacional y colaboración. La conclusión de que la experiencia favoreció habilidades como la resolución de problemas, la creatividad y el trabajo colaborativo se deriva directamente del análisis temático de las entrevistas a los profesores. Fueron ellos quienes, a través de sus testimonios, reportaron consistentemente que los estudiantes demostraban estas competencias al enfrentarse a los retos de programación.
- c. La capacidad de la robótica para conectar conceptos abstractos con la práctica se confirma como una de sus mayores ventajas pedagógicas. Esto evidencia el desarrollo del Conocimiento Tecnológico del Contenido (TCK), pues los docentes aprendieron a usar una tecnología específica (ScratchJr) para representar y hacer tangibles los conceptos matemáticos, logrando así un aprendizaje más significativo para los estudiantes. La afirmación de que se logró una “comprensión más profunda” y un “aprendizaje más significativo” se fundamenta en las percepciones cualitativas del profesorado. Los docentes concluyeron en sus entrevistas que la principal ventaja pedagógica de la herramienta era su capacidad para materializar

ideas matemáticas, permitiendo a los estudiantes vincular la teoría con experiencias concretas y manipulativas.

- d. A pesar de estos beneficios, el estudio también concluye que la implementación exitosa de estas tecnologías no es automática. Los desafíos logísticos y curriculares reportados por los docentes en las entrevistas apuntan a la necesidad ineludible de una planificación cuidadosa, que incluya formación docente continua y ajustes curriculares flexibles.
- e. Esta investigación concluye que la estrategia tecnológica implementada es efectiva para fomentar una actitud más positiva hacia las matemáticas, y es percibida por los educadores como un catalizador para el desarrollo de habilidades del siglo XXI.
- f. La contribución principal de este estudio radica en la aportación de evidencia empírica mixta, cuantitativa y cualitativa, en un contexto específico, demostrando no solo que la robótica mejora la actitud hacia las matemáticas, sino también cómo y por qué, a través de las percepciones y estrategias reportadas por los docentes.
- g. A partir de los hallazgos y limitaciones de este trabajo, se abren futuras líneas de investigación. Sería de gran valor realizar un estudio longitudinal para determinar si la mejora en la actitud se sostiene en el tiempo y si se traduce en un incremento medible del rendimiento académico. Asimismo, sería pertinente llevar a cabo estudios comparativos entre diferentes tipos de aplicaciones de robótica para identificar qué características de *software* o *hardware* son más efectivas. Finalmente, investigar el impacto de programas de formación docente específicos en la superación de las barreras curriculares identificadas sería un siguiente paso lógico y necesario.

8. Reconocimiento

El presente artículo es parte de la investigación “Integración de robots pedagógicos en la enseñanza matemática de primer grado: un enfoque innovador para la formación tecnológica y computacional”, el cual es financiado por la Universidad Francisco de Paula Santander, según contrato de Cofinanciación N.º 029-2023, y del proyecto de semillero “Implementación de aplicaciones móviles como recurso de aprendizaje en matemáticas en los estudiantes de básica”, según contrato de Cofinanciación N.º 044-2025.

9. Referencias bibliográficas

- Angel-Fernández, J. M. y Vincze, M. (2018). Towards a formal definition of educational robotics. *Innsbruck University Press*, 37-42. <https://doi.org/10.15203/3187-22-1-08>
- Arévalo Duarte, M. A., García García, M. Á. y Hernández Suárez, C. A. (2019). Competencias TIC de los docentes de matemáticas en el marco del modelo TPACK: Valoración desde la perspectiva de los estudiantes. *Civilizar Ciencias Sociales y Humanas*, 19(36), 115-132. <https://doi.org/10.22518/usergioa/jour/ccsh/2019.1/a07>
- Arguello, J. A. y Hernández, C. A. (2016). Implementación de aplicativos móviles como alternativa de evaluación para mejorar el aprendizaje de las matemáticas. En *Encuentro Internacional en Educación Matemática, Primera Versión* (pp. 83-87). <https://funes.uniandes.edu.co/funes-documentos/implementacion-de-aplicativos-moviles-como-alternativa-de-evaluacion-para-mejorar-el-aprendizaje-de-las-matematicas/>
- Arís, N. y Orcos, L. (2019). Educational robotics in the stage of secondary education: Empirical study on motivation and STEM skills. *Education Sciences*, 9(2), 73. <https://doi.org/10.3390/educsci9020073>
- Chen, Y. (2019). Effect of mobile augmented reality on learning performance, motivation, and math anxiety in a math course. *Journal of Educational Computing Research*, 57(7), 1695-1722. <https://doi.org/10.1177/0735633119854036>
- Cohen, L., Manion, L. y Morrison, K. (2017). *Research Methods in Education* (8th ed.). Routledge.
- Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (4th ed.). Sage Publications.
- Creswell, J. W. y Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (4th ed.). SAGE Publication.
- Fadel, C., Bialik, M. y Trilling, B. (2015). *Four-dimensional education: The competencies learners need to succeed*. Center for Curriculum Redesign. <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Four-Dimensional-Education.pdf>
- Ferguson, R., Coughlan, T., Egelanddsal, K., Gaved, M., Herodotou, C., Hillaire, G., Jones, D., Jowers, I., Kukulska-Hulme, A., McAndrew, P., Misiejuk, K., Ness, I. J., Rienties, B., Scanlon, E., Sharples, M., Wasson, B., Weller, M. y Whitelock, D. (2019). *Innovating pedagogy 2019: Open University innovation report 7*. The Open University. <https://iet.open.ac.uk/file/innovating-pedagogy-2019.pdf>
- Field, A. (2013). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*. Sage Publications.
- Flannery, L. P., Kazakoff, E. R., Bontá, P., Silverman, B., Bers, M. U. y Resnick, M. (2013). Designing ScratchJr: A coding language for young children. *Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children*, 1-10. <https://doi.org/10.1145/2485760.2485785>
- Flick, U. (2018). *An Introduction to Qualitative Research*. Sage Publications.

- Fundación Empresarios por la Educación. (2024). *Una mirada a las secretarías de educación en preescolar, básica y media: Capítulo Norte de Santander*. ExE. <https://www.fundacionexe.org.co/wp-content/uploads/2024/03/Una-mirada-a-las-secretarias-de-educacion-en-preescolar-basica-y-media.-Capitulo-Norte-de-Santander.pdf>
- González-Fernández, M. O., González-Flores, Y. A. y Muñoz-López, C. (2021). Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje STEAM. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(2), 230101-230123. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i2.2301
- Higgins, K., Huscroft-D'Angelo, J. y Crawford, L. (2017). Effects of technology in mathematics on achievement, motivation, and attitude: A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 57(2), 283-319. <https://doi.org/10.1177/0735633117748416>
- Hsieh, Y. Z., Lin, S. S., Luo, Y. C., Jeng, Y. L., Tan, S. W., Chen, C. R. y Chiang, P. Y. (2020). ARCS-Assisted teaching robots based on anticipatory computing and emotional big data for improving sustainable learning efficiency and motivation. *Sustainability*, 12(14), 5605. <https://doi.org/10.3390/su12145605>
- Israel, M. (2015). *Research Ethics and Integrity for Social Scientists: Beyond Regulatory Compliance*. Sage Publications.
- Khanlari, A. (2014). *Teachers' perceptions of using robotics in primary/elementary schools in Newfoundland and Labrador* [Masters thesis, University of Newfoundland]. <http://research.library.mun.ca/id/eprint/8068>
- Kline, T. (2014). *Psychological testing: A practical approach to design and evaluation*. Sage Publications.
- Kopcha, T. J., McGregor, J., Shin, S., Qian, Y., Choi, J., Hill, R., Mativo, J. y Choi, I. (2017). Developing an integrative STEM curriculum for robotics education through educational design research. *Journal of Formative Design in Learning*, 1, 31-44. <https://doi.org/10.1007/s41686-017-0005-1>
- Lincoln, Y. S. y Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Sage Publications.
- Márquez, J. E. y Ruiz, J. H. (2014). Robótica educativa aplicada a la enseñanza básica secundaria. *Didáctica, Innovación y Multimedia*, (30), 1-12. <https://raco.cat/index.php/DIM/article/view/291518>
- Mishra, P. y Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Muresherwa, E. y Jita, L. C. (2022). The value of a pilot study in educational research learning: In search of a good theory-method fit. *Journal of Educational and Social Research*, 12(2), 220. <https://doi.org/10.36941/jesr-2022-0047>
- Newton, P. E. y Shaw, S. D. (2014). *Validity in educational & psychological assessment*. SAGE Publications. <https://doi.org/10.4135/9781446288856>

- Ouyang, F. y Xu, W. (2023). The effects of educational robotics in STEM education: a multilevel meta-analysis. *International Journal of STEM Education*, 11(7), 1-18. <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00469-4>
- Patton, M. Q. (2015). *Qualitative research & evaluation methods* (4th ed.). Sage Publications.
- Pedrosa, I., Suárez-Álvarez, J. y García-Cueto, E. (2013). Evidencias sobre la validez de contenido: avances teóricos y métodos para su estimación. *Acción Psicológica*, 10(2), 3-18. <https://doi.org/10.5944/ap.10.2.11820>
- Piaget, J. (1970). *Science of education and the psychology of the child*. Orion Press.
- Ryan, R. M. y Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68-78. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>
- Sireci, S. y Benítez, I. (2023). Evidence for test validation: A guide for practitioners. *Psicothema*, 35(3), 217-226. <https://doi.org/10.7334/psicothema2022.477>
- Tufts University y MIT Media Lab. (2014). *ScratchJr* [Software de aplicación móvil]. <https://www.scratchjr.org/>
- Wiles, R., Coffey, A., Robinson, J. y Heath, S. (2012). Anonymisation and visual images: Issues of respect, 'voice' and protection. *International Journal of Social Research Methodology*, 15(1), 41-53. <https://doi.org/10.1080/13645579.2011.564423>
- Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). Sage Publications.



Esta obra está bajo una Licencia de Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.