

**LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias  
Sociales y Humanidades, Asunción, Paraguay.**

ISSN en línea: 2789-3855, 2025, Volumen VI

## **Evaluación de un modelo didáctico basado en robótica educativa para fortalecer pensamiento computacional en secundaria rural de Santa Marta, Colombia**

Evaluation of a didactic model based on educational robotics to  
strengthen computational thinking in rural secondary schools in Santa  
Marta, Colombia

**Heber Manuel Barrera Ariza**

heber.barrera@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0000-5980-292X>

Universidad Metropolitana de Educación,  
Ciencia y Tecnología, UMECIT - Panamá  
Santa Marta - Colombia

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v6i5.4783>

**Artículo recibido:** 13 de julio de 2025

**Aceptado para publicación:** 12 de noviembre  
de 2025.

**Conflictos de Interés:** Ninguno que declarar.

  
**Redilat**  
Red de Investigadores  
Latinoamericanos

**NÚMERO**

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v6i5.4783>

## **Evaluación de un modelo didáctico basado en robótica educativa para fortalecer pensamiento computacional en secundaria rural de Santa Marta, Colombia**

Evaluation of a didactic model based on educational robotics to strengthen computational thinking in rural secondary schools in Santa Marta, Colombia

**Heber Manuel Barrera Ariza**

heber.barrera@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0000-5980-292X>

Universidad Metropolitana de Educación, Ciencia y Tecnología, UMECIT - Panamá  
Santa Marta – Colombia

Artículo recibido: 13 de julio de 2025. Aceptado para publicación: 12 de noviembre 2025.  
Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

### **Resumen**

El pensamiento computacional es una habilidad clave del siglo XXI que permite a los estudiantes resolver problemas, analizar información y crear soluciones tecnológicas de manera lógica y sistemática. Este estudio evaluó la efectividad del modelo didáctico DEAC, mediado por robótica educativa, para fortalecer el pensamiento computacional en estudiantes de instituciones rurales de Santa Marta, Colombia. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo y paradigma sociocrítico, mediante el método de investigación-acción-técnica. La población total incluyó 423 estudiantes de octavo grado y 59 docentes, de los cuales participaron 57 estudiantes y 11 docentes mediante selección intencional. Se emplearon entrevistas semiestructuradas, grupos focales, círculos de aprendizaje, cuestionario de caracterización sociotecnológica y pruebas pretest y postest basadas en retos Bebras para evaluar los efectos de la intervención. La fundamentación teórica se basó en constructivismo y socioconstructivismo, integrando metodologías activas como aprendizaje basado en proyectos y gamificación, apoyadas en materiales de bajo costo y recursos reciclables. La secuencia didáctica permitió a los estudiantes avanzar desde la exploración conceptual hasta la creación de soluciones tecnológicas aplicables a su entorno rural mediante proyectos de robótica educativa, con acompañamiento cercano de docentes y docentes-investigadores. Los resultados evidencian mejoras en reconocimiento de patrones, descomposición y generalización, así como avances en evaluación y pensamiento algorítmico, aunque este último requirió mayor mediación pedagógica. El modelo DEAC, apoyado en robótica educativa, muestra potencial para reducir brechas educativas rurales, promover aprendizaje activo, colaboración y creatividad, y resalta la importancia de fortalecer la formación docente y ampliar la intervención para consolidar habilidades algorítmicas.


*Palabras clave:* robótica educativa, pensamiento computacional, modelo didáctico, educación rural

### **Abstract**

Computational thinking is a key 21st-century skill that enables students to solve problems, analyze information, and create technological solutions in a logical and systematic way. This study evaluated the effectiveness of the DEAC didactic model, mediated by educational robotics, in strengthening

computational thinking among students in rural schools in Santa Marta, Colombia. The research was conducted under a qualitative approach and sociocritical paradigm, using the technical action-research method. The total population included 423 eighth-grade students and 59 teachers, of whom 57 students and 11 teachers participated through purposive sampling. Data collection instruments included semi-structured interviews, focus groups, learning circles, a socio-technological characterization questionnaire, and pretest and posttest assessments based on Bebras challenges to evaluate the effects of the intervention. The theoretical framework was grounded in constructivism and socio-constructivism, integrating active methodologies such as project-based learning and gamification, supported by low-cost materials and recyclable resources. The didactic sequence allowed students to progress from conceptual exploration to the creation of technological solutions applicable to their rural environment through educational robotics projects, with close guidance from teachers and teacher-researchers. Results show improvements in pattern recognition, decomposition, and generalization, as well as advances in evaluation and algorithmic thinking, although the latter required greater pedagogical mediation. The DEAC model, supported by educational robotics, demonstrates potential to reduce educational gaps in rural contexts, promote active learning, collaboration, and creativity, and highlights the importance of strengthening teacher training and expanding the intervention to consolidate algorithmic skills.

*Keywords:* educational robotics, computational thinking, didactic model, rural education

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicado en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons. 

Cómo citar: Barrera Ariza, H. M. (2025). Evaluación de un modelo didáctico basado en robótica educativa para fortalecer pensamiento computacional en secundaria rural de Santa Marta, Colombia. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 6 (5), 2843 – 2859. <https://doi.org/10.56712/latam.v6i5.4783>

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo del pensamiento computacional (PC) se ha consolidado en la última década como una de las competencias esenciales para la educación del siglo XXI. Según Wing (2010), esta habilidad implica descomponer problemas complejos, identificar patrones, abstraer información relevante y diseñar soluciones algorítmicas, procesos que subyacen al razonamiento lógico y a la resolución de problemas en múltiples campos del conocimiento. En la actualidad, organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas (UNESCO, 2023) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2003) han destacado que incorporar el pensamiento computacional en la educación básica es indispensable para preparar a los estudiantes frente a los desafíos de la sociedad digital y del trabajo emergente en la Cuarta Revolución Industrial.

Sin embargo, en contextos rurales como los del Caribe colombiano, las brechas de acceso, infraestructura y conectividad limitan la implementación de estrategias innovadoras que promuevan dichas competencias. Datos recientes del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2022) revelan que menos del 30 % de los hogares rurales en Colombia cuentan con conexión a Internet, lo que obstaculiza la integración efectiva de tecnologías en los procesos educativos. En consecuencia, los estudiantes rurales enfrentan desventajas estructurales que afectan su rendimiento en áreas clave como matemáticas, ciencias y lectura crítica, tal como evidencian los resultados de las Pruebas Saber 11 (Fundación Empresarios por la Educación, 2024).

Frente a este panorama, Tracey & Francesca (2019) afirma que la robótica educativa surge como una alternativa pedagógica con alto potencial para favorecer el aprendizaje activo, la experimentación y la resolución de problemas. Desde el construccionismo propuesto por Papert (1993), los entornos de robótica permiten que los estudiantes aprendan haciendo, construyendo y reflexionando sobre su propio proceso de pensamiento. Este enfoque se complementa con la teoría del aprendizaje experiencial de Kolb (1984), que concibe el conocimiento como resultado de un ciclo de acción, reflexión y conceptualización. Así, la robótica educativa no solo fortalece el pensamiento lógico, sino que promueve la colaboración, la creatividad y la motivación intrínseca de los estudiantes. (Gómez Pawelek, s.f., p. 2)

El presente estudio se enmarca en esta perspectiva, al proponer y validar un modelo didáctico denominado DEAC (Descubre, Experimenta, Adapta y Construye), diseñado para el desarrollo del pensamiento computacional mediante la robótica educativa en contextos rurales. El modelo se fundamenta en los principios del constructivismo de Piaget y el socioconstructivismo de Vygotsky, integrando metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos y la gamificación. Su estructura progresiva permite que los estudiantes avancen desde la exploración conceptual hasta la creación de soluciones tecnológicas aplicadas a su entorno local, utilizando recursos de bajo costo y materiales reciclables.

El objetivo central del estudio fue evaluar la efectividad del modelo didáctico DEAC en el fortalecimiento del pensamiento computacional de estudiantes de instituciones rurales del distrito de Santa Marta. A partir de una intervención de cuatro meses, se implementaron actividades desconectadas, talleres de robótica y proyectos colaborativos que involucraron tanto a docentes como a estudiantes en procesos de co-diseño y reflexión.

En conjunto, el modelo DEAC representa una propuesta didáctica innovadora, replicable y contextualizada, que busca reducir la brecha digital educativa mediante estrategias pedagógicas sostenibles y adaptadas a la realidad rural colombiana.

## **METODOLOGÍA**

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo y paradigma sociocrítico, que concibe a los participantes como actores activos en la transformación de sus realidades (Denzin & Lincoln, 2018). Se buscó comprender cómo se configura el pensamiento computacional en estudiantes de contextos rurales a través de experiencias de robótica educativa mediadas por el modelo didáctico DEAC, identificando prácticas, significados y resignificaciones tecnopedagógicas emergentes. Para ello, se empleó el método de investigación-acción técnica, en el cual el investigador actúa como experto externo, diseñando y guiando la intervención para mejorar la práctica educativa (Romero, 2016). Este enfoque permitió implementar el modelo de manera progresiva, registrando cambios cognitivos y actitudinales, así como posibles resistencias, mientras se ajustaban las estrategias mediante ciclos iterativos de planificación, acción, observación y reflexión.

La recolección de datos combinó técnicas cualitativas y cuasiexperimentales. Se aplicaron encuestas y cuestionarios para conocer características generales, ideas previas y percepciones de los estudiantes antes y después de la implementación del modelo. Entre estos instrumentos se incluyó la prueba pretest y postest, compuesta por ocho retos basados en la lógica de las actividades Bebras, diseñada para identificar habilidades de pensamiento computacional como descomposición, abstracción, reconocimiento de patrones, algoritmos y evaluación. Asimismo, se utilizó un cuestionario de caracterización sociotecnológica de 22 ítems, que permitió comprender aspectos del entorno familiar, acceso a dispositivos, motivaciones académicas y experiencias previas con tecnología. Paralelamente, se realizaron grupos de enfoque y círculos de aprendizaje con docentes para generar reflexión colectiva, identificar fortalezas, dificultades y aprendizajes compartidos, y construir colaborativamente la propuesta didáctica. Los diarios de campo del investigador documentaron de manera sistemática observaciones, interacciones significativas y ajustes emergentes durante la implementación, aportando información clave para el análisis cualitativo.

El estudio se llevó a cabo en cinco instituciones educativas oficiales del distrito de Santa Marta: I.E.D. Julio José Ceballos Ospino, I.E.D. Nueva Colombia, I.E.D. De Palominito, Institución Etnoeducativa Distrital Intercultural La Revuelta e I.E.D. Técnica Guachaca, todas ubicadas en el corredor rural del corregimiento de Guachaca, en el departamento del Magdalena (Colombia). Estas instituciones comparten características asociadas a dispersión geográfica, limitada infraestructura tecnológica y conectividad intermitente, configurando un escenario representativo de la educación rural pública de la región. La población estuvo compuesta por 423 estudiantes de octavo grado y 59 docentes de básica secundaria en las áreas de Tecnología e Informática, Matemáticas y Ciencias Naturales. Mediante selección intencional por criterios pedagógicos y de acceso (Hernández-Sampieri, 2014), participaron 57 estudiantes y 11 docentes, quienes fueron incluidos por su asistencia, disponibilidad y experiencia, aportando información relevante sobre condiciones institucionales y discursos pedagógicos que median la integración tecnológica.

La investigación se desarrolló en fases. Inicialmente se aplicaron los instrumentos diagnósticos para identificar el punto de partida conceptual y contextual de los estudiantes. Posteriormente, se diseñó el modelo didáctico con la participación de los docentes a través de los círculos de aprendizaje. Luego se implementó el modelo DEAC en cinco sesiones progresivas de robótica educativa con micro:bit, en las que el investigador actuó como mediador pedagógico y observador crítico. Cada sesión finalizó con procesos de reflexión guiada y ajustes metodológicos, coherentes con la naturaleza iterativa de la investigación-acción. Paralelamente, se realizaron entrevistas semiestructuradas a docentes y se sistematizaron los registros etnográficos del proceso.

La información fue procesada mediante análisis categorial-temático, siguiendo a Braun y Clarke (2006). Se realizó codificación abierta, seguida de codificación axial, agrupando los códigos en categorías vinculadas a las dimensiones del pensamiento computacional y a factores contextuales

emergentes. La triangulación de datos obtenidos de estudiantes, docentes y observaciones permitió generar interpretaciones densas, garantizando profundidad y validez interpretativa.

El estudio respetó principios éticos de consentimiento informado, confidencialidad y participación voluntaria. Se garantizó el anonimato mediante códigos alfanuméricos y se informó a las instituciones educativas sobre los objetivos y alcances del estudio. La investigación se inscribe en un paradigma de ética dialógica, donde los participantes fueron considerados co-constructores del conocimiento, y no meros sujetos de estudio.

## **DESARROLLO**

### **Perspectivas pedagógicas que sustentan el modelo DEAC**

El modelo didáctico DEAC se fundamenta en la integración de enfoques pedagógicos que conciben el aprendizaje como activo, situado y mediado por artefactos significativos. El construccionismo de Papert (1993) plantea que los estudiantes aprenden más profundamente al crear representaciones tangibles de su pensamiento, situando la tecnología como medio para pensar, no solo como herramienta (Ackermann, 2001). En contextos rurales, esta perspectiva permite que los estudiantes construyan tecnología desde su realidad territorial, resignificando la robótica educativa como creación y no consumo.

La gamificación se integra como estrategia afectiva que dinamiza el compromiso mediante desafío, progresión y recompensa simbólica (Ramírez-Ruiz et al., 2024), otorgando sentido a los retos de programación como misiones comunitarias. La Teoría del Aprendizaje Significativo (Ausubel, 1983) y Segarra-Merchán et al. (2023) sostienen que el aprendizaje se consolida cuando los conceptos se vinculan con saberes previos, potenciando la comprensión del pensamiento computacional en situaciones concretas, como la regulación del agua o alertas para animales. La Teoría del Aprendizaje Experiencial de Kolb (1984) se refleja en las fases Descubre, Experimenta, Adapta y Construye, promoviendo la creación tecnológica con intención pedagógica. Además, el Aprendizaje Basado en Proyectos (Galeana de la O, s.f.) y el Aprendizaje Colaborativo (Johnson & Johnson, 1999) refuerzan la pertinencia social y comunitaria de la robótica educativa.

### **Robótica educativa como mediación para el pensamiento computacional**

La robótica educativa actúa como mediación pedagógica que integra programación, diseño y materialización de ideas, articulando dimensiones conceptuales, procedimentales y socioemocionales del aprendizaje (Bocconi et al., 2016; Bers, 2020). En contextos rurales, su enfoque es situado y socialmente orientado, donde la construcción de prototipos resuelve problemas concretos, siguiendo la lógica construccionista de Papert (1993). El microcontrolador micro:bit, de bajo costo y fácil programación, y el uso de materiales reciclables, democratizan el acceso a la robótica, promoviendo autonomía cognitiva y justicia educativa.

La interacción con sensores, actuadores y bloques de programación permite pasar de conceptos abstractos a estructuras operativas, desarrollando análisis, planificación y evaluación propias del pensamiento computacional (Brennan & Resnick, 2012). Además, el trabajo colaborativo potencia la agencia tecnológica crítica y comunitaria, transformando la robótica educativa en un instrumento de empoderamiento pedagógico y territorial.

## Conceptualización del Estudio

### El pensamiento computacional como competencia para la equidad digital

El pensamiento computacional, comúnmente asociado a la lógica algorítmica y la resolución de problemas estructurados (Wing, 2006), se concibe en esta investigación de manera ampliada como una forma de agencia cognitiva y tecnológica que permite a los estudiantes leer críticamente su entorno y transformarlo mediante soluciones tecnológicas contextualizadas. Brennan & Resnick (2012) y Motoa (2019) destacan que no se trata solo de programar, sino de desarrollar formas de pensamiento y prácticas que empoderen a los estudiantes para comprender la lógica de los sistemas digitales.

En contextos rurales, esto implica reinterpretar la competencia desde la realidad territorial, productiva, cultural y comunitaria, evitando replicar estándares urbanos de alfabetización digital. Esta perspectiva coincide con enfoques críticos de la educación digital, como los de la UNESCO (2023), que señalan que el acceso a dispositivos no garantiza competencias profundas; la capacidad de producir tecnología, no solo consumirla, constituye la verdadera brecha digital.

En el modelo DEAC, el pensamiento computacional se integró como herramienta para comprender y transformar situaciones concretas del territorio, trasladando la noción clásica de “resolver problemas” hacia la resolución de problemas significativos y con impacto comunitario. De este modo, la competencia adquiere una dimensión ética y política: la equidad digital no se limita a la conectividad, sino a que los estudiantes rurales se reconozcan como agentes capaces de diseñar, adaptar y crear soluciones tecnológicas desde su propio contexto.

### La robótica educativa en contextos rurales: de la carencia a la agencia tecnológica

Tradicionalmente, los contextos rurales han sido vistos desde una perspectiva de déficit, centrada en la falta de infraestructura y dispositivos (UNESCO, 2023). Esta investigación propone una mirada distinta: la robótica educativa se concibe no como compensación, sino como oportunidad de agencia tecnológica, donde la brecha digital se redefine como ausencia de oportunidades para crear tecnología con sentido propio.

El uso de micro:bit no fue solo la introducción de hardware, sino una estrategia para politizar la tecnología desde la lógica territorial, permitiendo que los estudiantes nombren, intervengan y transformen su entorno mediante decisiones tecnológicas conscientes. El modelo DEAC resignifica la tecnología como herramienta para la vida rural, evitando que se perciba como símbolo de modernidad descontextualizada (Papert, 1993).

Los estudiantes, acostumbrados a la educación memorística, asumieron un rol activo y colaborativo, construyendo conocimiento en diálogo con la cultura local y los saberes empíricos. La robótica se convirtió en una experiencia de soberanía cognitiva, donde crearon soluciones útiles para su entorno, como sistemas de alerta para animales o iluminación automática en viviendas sin conexión estable.

De este modo, la robótica educativa mediada por el modelo DEAC funciona como práctica de justicia educativa y tecnológica, transformando a los estudiantes rurales de usuarios pasivos a protagonistas capaces de diseñar, adaptar y construir tecnología desde su propio territorio.

## RESULTADOS

### Diagnóstico inicial del pensamiento computacional y condiciones del contexto rural

El punto de partida de la investigación evidenció que los estudiantes presentaban dificultades significativas para descomponer problemas, reconocer patrones y traducir situaciones cotidianas en secuencias lógicas, lo que confirmó una brecha en el desarrollo del pensamiento computacional. El

pretest reveló que, ante desafíos que requerían identificar pasos, analizar condiciones o evaluar soluciones alternativas, la mayoría de los estudiantes respondía desde el ensayo y error no sistemático, sin una estrategia consciente de resolución. Este comportamiento se acompañaba de expresiones como *“yo lo hago al tanteo”* o *“voy probando hasta que salga”*, lo cual mostró una lógica operativa, pero no reflexiva ni estructurada.

En paralelo, el contexto sociotecnológico reveló condiciones asociadas a la ruralidad que incidían directamente en los procesos cognitivos. Muchos estudiantes reportaron que no cuentan con dispositivos propios, dependen de datos móviles compartidos o solo acceden a tecnología a través del celular de un adulto. Esta situación consolidó una percepción de la tecnología como consumo limitado, más que como medio de creación o producción. La caracterización socioeducativa permitió identificar también elementos del entorno familiar y comunitario que actúan como mediadores: mientras algunas familias valoran la tecnología solo por su utilidad instrumental (como comunicarse por WhatsApp o entretenerse), otros estudiantes manifestaron frases como *“si eso sirve para mejorar lo del cultivo, ahí sí vale la pena”*, lo cual anticipó una posible resignificación de lo tecnológico desde la lógica productiva rural.

Respecto a las percepciones docentes, se encontró una comprensión fragmentada del pensamiento computacional, muchas veces reducido a habilidades de programación o manejo de software. Sin embargo, emergió una disposición favorable hacia metodologías activas, aunque acompañada de incertidumbre frente a la disponibilidad de recursos: *“sería bueno, pero aquí no tenemos con qué trabajar robótica”*, expresaron algunos docentes. Este contraste entre interés pedagógico y limitación estructural constituyó un hallazgo clave para orientar el diseño del modelo didáctico.

En términos motivacionales, se identificó en los estudiantes una mezcla de desconfianza e ilusión contenida. Algunos manifestaron que actividades con robótica eran propias de *“colegios grandes”* o *“escuelas de ciudad”*, expresando inicialmente distancia simbólica respecto a la tecnología avanzada. Sin embargo, también se observó curiosidad latente y deseo de experimentar, evidenciado en comentarios como *“si eso lo podemos hacer nosotros, sería bueno intentarlo”*. Esta tensión entre desapropiación digital simbólica y deseo de pertenencia tecnológica fue una de las claves para definir que el modelo debía iniciar con experiencias de descubrimiento accesible, antes de introducir conceptos técnicos.

Este diagnóstico inicial permitió concluir que las dificultades no eran únicamente técnicas, sino epistémicas, simbólicas y contextuales: el problema no radicaba en *“no saber programar”*, sino en no haber desarrollado aún una lógica de pensamiento estructurado y sentido de posibilidad tecnológica. Sobre esta base, se diseñó el modelo DEAC como respuesta pedagógica situada.

### **Diseño colaborativo del modelo DEAC**

El desarrollo del pensamiento computacional en contextos rurales requiere una propuesta didáctica co-construida con los docentes del territorio, considerando sus saberes situados, y no la simple transferencia de metodologías urbanas. Por ello, el diseño del modelo DEAC se desarrolló mediante grupo focal y círculos de aprendizaje docente, enmarcados en la lógica de investigación-acción técnica, donde se identificaron condiciones reales de implementación: limitaciones de conectividad, ausencia de laboratorios y necesidad de vincular la tecnología con la vida cotidiana.

En los círculos de aprendizaje se definieron los principios pedagógicos del modelo, integrando referentes como el Construccinismo de Papert, el Aprendizaje Experiencial de Kolb y el Aprendizaje Significativo de Ausubel, así como elementos de Gamificación, Aprendizaje Basado en Proyectos y Aprendizaje Colaborativo, adaptados a la identidad comunitaria de las escuelas rurales. La evaluación

se centró en el proceso y la argumentación, promoviendo un ambiente flexible, seguro para equivocarse y motivador.

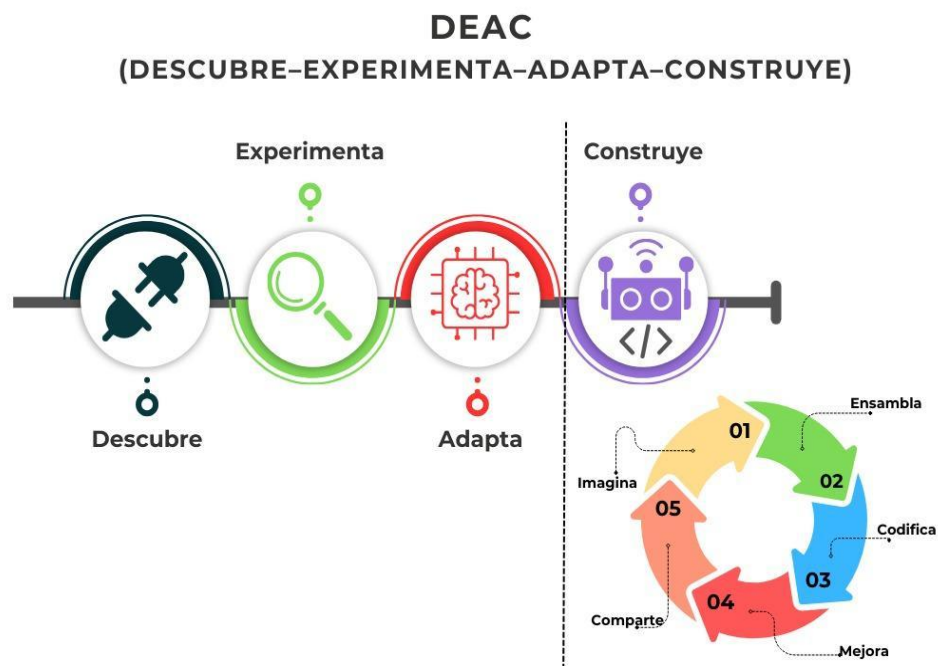
El micro:bit se estableció como herramienta central, complementado con materiales reciclables y locales, para que los estudiantes se sintieran propietarios de la tecnología. Asimismo, se definió un plan de formación progresivo entre pares, mediante encuentros y tutorías horizontales, asegurando la sostenibilidad y transferencia del modelo.

Así, el modelo DEAC (Descubre – Experimenta – Adapta – Construye) surge como una ruta flexible y replicable, orientada al desarrollo del pensamiento computacional desde una epistemología situada, colaborativa y contextualizada. Ver figura 1.

El modelo didáctico se estructuró en cuatro dimensiones que orientan el desarrollo del pensamiento computacional en estudiantes de entornos rurales. La primera, Descubre, propone actividades desconectadas que introducen los principios del pensamiento computacional mediante juegos de lógica, retos tipo Bebras y simulaciones con materiales reciclados. Estas experiencias fomentan la exploración inicial de conceptos y algoritmos predefinidos, promoviendo la comprensión de secuencias, condicionales y bucles. Durante este proceso, el docente ejerce un rol de facilitador, estimulando la participación grupal y guiando la reflexión para favorecer un aprendizaje significativo.

**Figura 1**

*Dimensiones de la Propuesta DEAC*



**Fuente:** elaboración propia.

La segunda dimensión, Experimenta, brinda a los estudiantes la oportunidad de interactuar con tecnologías accesibles, como la placa micro:bit y sensores básicos, explorando programas y prototipos sencillos. Las actividades se realizan en equipos, alternando roles para potenciar la cooperación y el desarrollo de habilidades cognitivas complejas. Mediante la manipulación, observación y análisis de los resultados, se consolidan conceptos de abstracción, automatización y evaluación, fundamentales

para el pensamiento computacional, mientras estrategias de gamificación mantienen la motivación y permiten registrar sistemáticamente los hallazgos.

En la dimensión Adapta, los estudiantes modifican proyectos existentes, ajustando tanto el código en MakeCode como la estructura de los prototipos para responder a nuevas necesidades del entorno. Se emplean plantillas de programación y se fomenta la depuración continua, subrayando la importancia de iterar y aprender de los errores. Esta etapa sigue la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos, donde cada equipo desarrolla microproyectos contextualizados, con acompañamiento docente y coevaluación entre pares para reforzar la retroalimentación y la colaboración.

Finalmente, la dimensión Construye representa la consolidación del aprendizaje, en la que los estudiantes crean prototipos originales que integran los conocimientos adquiridos. Los proyectos se elaboran con kits de robótica de bajo costo y materiales reciclados, promoviendo la creatividad y la resolución de problemas, con aplicaciones contextualizadas al entorno rural, como sistemas de riego, estaciones meteorológicas o alarmas para animales. Los resultados se documentan mediante informes y presentaciones, y se socializan ante la comunidad educativa, incorporando elementos de gamificación que refuerzan la motivación y el compromiso con el aprendizaje.

A continuación, se presenta la síntesis operativa del modelo, conectando cada fase con su intencionalidad pedagógica, su fundamento teórico y su traducción al contexto rural:

**Tabla 1**

*Estructura del modelo DEAC y su intencionalidad pedagógica situada*

<b>Fase DEAC</b>	<b>Propósito pedagógico situado</b>	<b>Fundamento teórico asociado</b>	<b>Ejemplo contextual sugerido por docentes rurales</b>
<b>Descubre</b>	Generar curiosidad y vínculo afectivo con la tecnología antes de introducir conceptos técnicos.	Papert (construccionismo), Ausubel (significatividad).	Identificar problemas reales del entorno: seguridad de cultivos, riego, cuidado de animales.
<b>Experimenta</b>	Manipular el micro: bit sin temor al error, mediante micro retos gamificados.	Kolb (experiencia), Gamificación.	Probar luces o sonidos como alertas comunitarias sin necesidad de internet.
<b>Adapta</b>	Modificar prototipos básicos respondiendo a variaciones del contexto.	Evaluación formativa y pensamiento algorítmico adaptativo.	Ajustar sensores para que funcionen solo en horarios relevantes para la comunidad.
<b>Construye</b>	Integrar lo aprendido en un proyecto con sentido comunitario y narrarlo como solución.	ABP y Aprendizaje Colaborativo.	Prototipo final: sistema de aviso para huertas o señal luminosa para reuniones comunitarias.

**Fuente:** elaboración propia.

Además de definir la secuencia didáctica, los docentes indicaron que para asegurar la viabilidad del modelo en escuelas rurales era necesario adaptar los recursos y estrategias de forma contextualizada, reconociendo tanto las limitaciones como las fortalezas del territorio. En ese sentido, se elaboró una matriz de recursos y adaptaciones pedagógicas que recoge los acuerdos alcanzados durante los círculos de aprendizaje, la cual se presenta a continuación como parte sustantiva del diseño situado del modelo:

**Tabla 2**

*Recursos y adaptaciones pedagógicas sugeridas por los docentes rurales durante el diseño*

<b>Elemento del modelo</b>	<b>Recursos acordados</b>	<b>Intencionalidad pedagógica</b>
Prototipado físico	Cartón, botellas, madera reutilizada, materiales escolares básicos.	Democratizar la creación y resignificar la robótica como posible en entornos rurales.
Tecnología base	Micro:bit con software offline y código pre-cargado.	Sostener la experiencia incluso sin conectividad.
Evaluación	Rúbricas formativas construidas colectivamente.	Valorar proceso, colaboración y pensamiento computacional más que producto.
Formación docente	Círculos de aprendizaje entre pares.	Garantizar sostenibilidad y apropiación del modelo más allá de la intervención.

**Fuente:** elaboración propia.

Este proceso participativo permitió que el modelo DEAC no se percibiera como una herramienta externa o impuesta, sino como una propuesta legítima surgida desde el saber pedagógico rural, fortaleciendo así la apropiación docente y la sostenibilidad de la innovación educativa.

### **Implementación del modelo DEAC: transformación progresiva del aula rural**

La implementación del modelo DEAC se llevó a cabo en cinco sesiones progresivas, desarrolladas en espacios escolares rurales que fueron adaptados como laboratorios pedagógicos temporales, no desde una infraestructura tecnológica especializada, sino desde lo disponible en el entorno inmediato: mesas organizadas en estaciones colaborativas, materiales reciclados para la construcción de maquetas y micro:bit preconfigurados sin necesidad de conexión a internet. Este escenario constituyó un aula expandida, donde el aprendizaje se configuró como experiencia colectiva, abierta al ensayo y al diálogo permanente entre estudiantes y docentes.

Durante las primeras sesiones, en la fase Descubre, se observaron reacciones de curiosidad y cautela simultánea. Los estudiantes se acercaron a los dispositivos con una mezcla de fascinación y distancia, verbalizando expresiones como “¿esto sí lo podemos usar aquí?”. A medida que se inició la exploración lúdica mediante micro-retos desconectados sencillos, la percepción de la robótica cambió de objeto ajeno a herramienta posible, lo que evidenció una primera ruptura simbólica: los estudiantes comenzaron a nombrar conceptos básicos de robótica y pensamiento computacional como “ciclos o repeticiones” o “codificar”, activando una lógica de pertenencia tecnológica.

En la fase Experimenta, se promovió la manipulación libre del dispositivo y del entorno físico de trabajo, permitiendo que los estudiantes probaran combinaciones sin instrucciones rígidas. Este enfoque derivó en interacciones espontáneas de colaboración, donde el error fue interpretado como una oportunidad de discusión y no como fracaso. Frases como “espera, si cambiamos esto, de pronto funciona mejor” dieron cuenta de la emergencia de pensamiento evaluativo, incluso en estudiantes que al inicio se mostraban pasivos o expectantes.

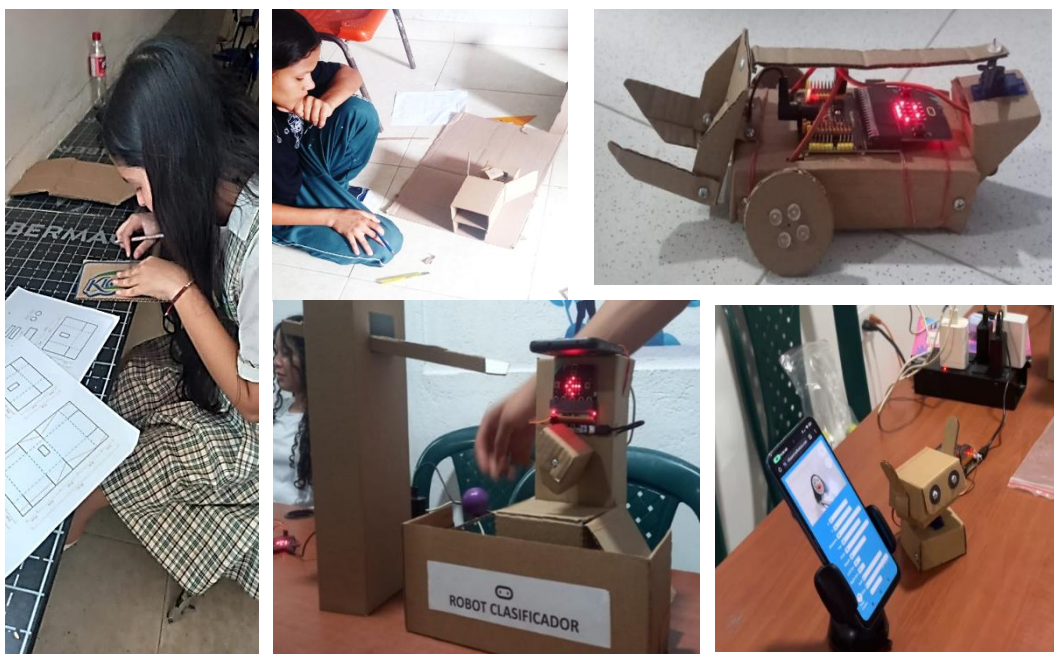
Con el avance hacia la fase Adapta, el aula evidenció un cambio notable en la relación con el conocimiento: los estudiantes comenzaron a modificar códigos base y ajustar estructuras lógicas para responder a situaciones del territorio, como simular una alarma para cultivos, sistemas de aviso para resguardo de animales o señalizaciones luminosas para la escuela en horas sin luz. Este proceso fue acompañado por los docentes, quienes actuaron como mediadores más que como transmisores,

generando micro-instancias de reflexión en voz alta: “¿qué pasaría si esta señal solo se activa de noche?, ¿qué condición lógica tendríamos que cambiar?”. Este tipo de interacción demostró que el pensamiento computacional no se limitó a seguir instrucciones, sino que transitó hacia la adopción de decisiones conscientes en términos de secuencia, condición y consecuencia.

Finalmente, en la fase Construye, los estudiantes integraron lo aprendido en prototipos funcionales con identidad comunitaria, que fueron presentados y narrados en clave de solución territorial. Más que elaborar un producto final perfecto, el énfasis se puso en la capacidad de argumentar por qué una solución tecnológica podía ser útil para su entorno, lo que reforzó la dimensión crítica y significativa del proceso. La presentación de los prototipos se acompañó de micro-relatos de sentido, donde estudiantes afirman cosas como: “esto serviría para avisar si alguien entra al cultivo en la noche”, o “así no se pierden los animales cuando cae la tarde”. Estas verbalizaciones evidenciaron no solo apropiación técnica, sino agencia tecnológica situada.

## Figura 2

*Estudiantes construyendo prototipos de robots con micro:bit*



**Fuente:** fotografías del autor tomadas en las instituciones educativas participantes, 2025.

De manera transversal a las sesiones, se observó una transformación en el rol docente, que pasó de una función directiva a una postura de acompañamiento horizontal, facilitada por los círculos de aprendizaje previos. Los docentes comenzaron a formular preguntas de mediación y a celebrar públicamente los intentos, incluso cuando el resultado no era exitoso, consolidando un ambiente que el propio estudiantado describió como “un espacio donde uno puede intentar sin miedo”.

En síntesis, la implementación del modelo DEAC no sólo promovió el desarrollo del pensamiento computacional, sino que reconfiguró las dinámicas de aula, generando un espacio de aprendizaje dialógico, colaborativo y territorializado, donde la robótica dejó de ser una tecnología lejana para convertirse en una posibilidad real de creación local.

Evaluación final y comparación interpretativa del pensamiento computacional tras la implementación del modelo DEAC

La evaluación posterior a la implementación del modelo DEAC se realizó mediante una combinación de rúbricas formativas, postest interpretativo y encuestas de percepción aplicadas a estudiantes y docentes. Esta estrategia permitió valorar no solo el desempeño cognitivo asociado al pensamiento computacional, sino también la experiencia vivida, la motivación, el sentido de apropiación tecnológica y la proyección de continuidad pedagógica, dimensiones relevantes en un contexto rural donde la tecnología suele ser percibida como ajena o distante.

En términos de desarrollo cognitivo, el análisis comparativo entre pretest y postest evidenció un tránsito desde respuestas orientadas al ensayo y error intuitivo hacia formulaciones más estructuradas, donde los estudiantes comenzaron a identificar pasos, condiciones y consecuencias. La comparación interpretativa por categorías mostró una evolución cualitativa del pensamiento computacional, como se sintetiza en la Tabla 3.

**Tabla 3**

*Evolución interpretativa del pensamiento computacional antes y después del modelo DEAC*

<b>Categoría de PC</b>	<b>Antes del modelo (Diagnóstico)</b>	<b>Después del modelo (Implementación/Postest)</b>
Descomposición	Dificultad para separar tareas; se enfrentan los retos como problemas únicos.	Identificación de pasos: "primero detecta, luego envía la señal".
Reconocimiento de patrones	No se establecen conexiones entre actividades similares.	Asociación de códigos: "esto es parecido a cuando hicimos la alarma".
Abstracción	Se centran en lo visible sin interpretar la lógica detrás de la acción.	Capacidad de anticipar resultados antes de ejecutar.
Algoritmia básica	Predomina el "probar para ver si funciona".	Uso de condicionales verbales y planificación previa.
Evaluación/depuración	Validación binaria (sirve/no sirve).	Análisis de fallas: "no está mal, hay que ajustar la condición".

**Fuente:** elaboración propia.

### **Percepción y experiencia final de estudiantes y docentes**

Además del avance cognitivo, la encuesta final aplicada a los estudiantes permitió identificar un cambio significativo en la forma en que se relacionan con la tecnología. Mientras que al inicio muchos expresaban que la robótica "era para otros colegios" o que "aquí no se puede hacer eso porque no hay lo necesario", al cierre de la intervención surgieron percepciones asociadas a posibilidad y pertenencia, destacando que actividades como estas "sí se pueden hacer en la escuela rural si se trabaja en equipo y con lo que se tiene".

Los estudiantes también manifestaron sentirse más seguros al enfrentar tareas tecnológicas, señalando que el trabajo por fases, el acompañamiento docente y el uso de rúbricas les ayudó a "entender el proceso y no solo buscar el resultado". Esta dimensión afectiva es relevante, pues indica que el pensamiento computacional no se desarrolló únicamente como habilidad cognitiva, sino como confianza para proponer y crear soluciones.

En el caso de los docentes, el grupo focal reflejó una reconfiguración de su mirada sobre la robótica educativa, pasando de verla como una estrategia condicionada por la disponibilidad de infraestructura tecnológica a comprenderla como una posibilidad pedagógica adaptada al territorio. Varios docentes señalaron que el modelo DEAC les permitió visualizar rutas de implementación realistas, y destacaron el valor de los círculos de aprendizaje entre pares como espacio para consolidar autonomía y sostenibilidad del proceso.

En conjunto, las percepciones finales de estudiantes y docentes confirman que la implementación del modelo no solo impactó la dimensión técnica del pensamiento computacional, sino que generó cambios en la autoestima tecnológica, en la cultura escolar y en la proyección de continuidad pedagógica, elementos fundamentales para la discusión que sigue.

### **DISCUSIÓN**

Los resultados evidencian que el desarrollo del pensamiento computacional en contextos rurales requiere una pedagogía situada, donde programar adquiere sentido al vincularse con la realidad del estudiante (Papert, 1980; Resnick, 2018). La implementación del modelo DEAC mostró que la robótica educativa se vuelve significativa cuando las estructuras lógicas del código se aplican a situaciones concretas, como la protección de cultivos o el cuidado de animales, coherente con Brennan y Resnick (2012), quienes plantean que programar es una práctica expresiva más que técnica.

El enfoque experiencial de Kolb (1984) se refleja en las fases Descubre, Experimenta, Adapta y Construye, que permitieron a los estudiantes pasar de la curiosidad inicial a la acción reflexiva, verbalizando decisiones condicionales y evaluativas, reforzando el pensamiento computacional a través de la argumentación (Ramírez-Ramírez et al., 2025). Asimismo, la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel (2002) se observa en la conexión de los nuevos aprendizajes con conocimientos previos de la vida rural, resignificando la tecnología como herramienta de transformación, superando la lógica de exclusión simbólica documentada por Moreno (2023).

La motivación emergente coincide con Deterding et al. (2011), donde micro-retos progresivos y la ausencia de penalización del error promovieron la metacognición. La dimensión colaborativa confirma a Johnson y Johnson (2019), evidenciada en la distribución espontánea de roles y la consolidación del pensamiento computacional como práctica social. La evaluación formativa mediante rúbricas, diseñada colectivamente, prioriza el proceso y la capacidad de ajuste sobre la funcionalidad final, alineándose con Cordenonzi y Pino (2021).

En síntesis, el modelo DEAC no solo fortaleció el pensamiento computacional, sino que transformó la relación de estudiantes y docentes con la tecnología, promoviendo apropiación local y producción de soluciones tecnológicas contextualizadas. Este estudio demuestra que la robótica educativa puede generar experiencias significativas y críticas incluso en contextos rurales con recursos limitados, siempre que el diseño pedagógico integre colaboración, evaluación formativa y vinculación con la realidad sociocultural.

### **CONCLUSIÓN**

El proceso investigativo permitió evidenciar que el desarrollo del pensamiento computacional en contextos rurales no depende exclusivamente de la disponibilidad tecnológica, sino de la intencionalidad pedagógica con la que se diseña la experiencia de aprendizaje. El diagnóstico inicial visibilizó una brecha significativa: los estudiantes mostraron dificultades para analizar problemas, estructurar soluciones y argumentar sus decisiones, mientras que los docentes manifiestan incertidumbre frente al uso de la robótica educativa. No obstante, este reconocimiento compartido del punto de partida generó una conciencia crítica que funcionó como motor de transformación colectiva.

El diseño colaborativo del modelo DEAC, construido junto a los docentes mediante círculos de aprendizaje, demostró que es posible producir innovación educativa desde el territorio, articulando robótica, pensamiento computacional y cultura rural. Al combinar actividades desconectadas con programación en micro:bit y al permitir que los estudiantes formularán, aprobarán y ajustarán soluciones vinculadas a su vida cotidiana, la tecnología dejó de percibirse como un elemento externo y se convirtió en una herramienta significativa para pensar y actuar sobre la realidad local.

La implementación del modelo evidenció una transformación en las dinámicas de aula: los estudiantes asumieron un rol activo, colaborativo y reflexivo, mientras los docentes pasaron de ser transmisores a mediadores del descubrimiento. Esta transición se tradujo en una mejora sustantiva de las habilidades asociadas al pensamiento computacional –descomposición, abstracción, secuenciación y evaluación–, acompañada de un aumento en la motivación, la autoconfianza y la disposición a aprender en colectivo.

La valoración final confirmó que el pensamiento computacional emerge no sólo como competencia técnica, sino como forma de pensamiento crítico y situado, fortaleciendo habilidades cognitivas y socioemocionales clave para la participación activa en la vida escolar y comunitaria. Los docentes y directivos reconocieron la pertinencia del modelo y su potencial de réplica en otras instituciones rurales, destacando que su fortaleza radica en ser un diseño flexible, contextualizado y construido desde la colaboración local.

En síntesis, la investigación demuestra que la robótica educativa, cuando se articula con una propuesta didáctica situada y participativa, puede convertirse en un medio para reducir brechas educativas, potenciar el pensamiento computacional y promover el desarrollo educativo de los territorios rurales. El modelo DEAC se presenta, así como una alternativa viable y escalable para sistemas educativos que buscan equidad, innovación y sentido pedagógico en contextos históricamente marginados de la cultura digital.

Este trabajo abre una línea de acción relevante para las políticas educativas rurales, al demostrar que es posible construir modelos pedagógicos de robótica educativa contextualizados y sostenibles desde el saber docente local. Futuras investigaciones podrán profundizar en la escalabilidad del modelo DEAC en otras comunidades, así como en su impacto a mediano plazo en los procesos de autonomía, pensamiento crítico y participación tecnológica de los estudiantes rurales.

## REFERENCIAS

Ackermann, E. (n.d.). Piaget's Constructivism, Papert's Constructionism: What's the difference? MIT Media Lab. [https://learning.media.mit.edu/content/publications/EA.Piaget%20\\_%20Papert.pdf](https://learning.media.mit.edu/content/publications/EA.Piaget%20_%20Papert.pdf)

Bers, M. U. (2020). Coding as a playground: Programming and computational thinking in the early childhood classroom. Routledge.

Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., y Engelhardt, K. (2016). Developing computational thinking in compulsory education implications for policy and practice. Sevilla: Joint Research Centre. doi: <http://doi.org/10.2791/792158>

Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101.

Brennan, K., y Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *Proceedings of the 2012 Annual Meeting of the American Educational Research Association*, 1-25. Recuperado de [https://web.media.mit.edu/~kbrennan/files/Brennan\\_Resnick\\_AERA2012\\_CT.pdf](https://web.media.mit.edu/~kbrennan/files/Brennan_Resnick_AERA2012_CT.pdf)

Cordenonzi, Walkiria Helena, & Pino, José Claudio Del. (2021). Método de evaluación del pensamiento computacional y alfabetización en código. *Praxis & Saber*, 12(31), 202-220. Epub April 23, 2022. <https://doi.org/10.19053/22160159.v12.n31.2021.11750>

Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (Eds.). (2018). *The Sage Handbook of Qualitative Research* (5.ª ed.). SAGE Publications.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2022, 28 de julio). Comunicado de prensa: Encuesta de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en Hogares (ENTIC Hogares) 2021. [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/entic/comunicado\\_entic\\_hogares\\_2021.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/entic/comunicado_entic_hogares_2021.pdf)

Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011, September). From game design elements to gamefulness: defining "gamification". In *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments* (pp. 9-15).

Fundación Empresarios por la Educación (FExE). (2024). Análisis de resultados Examen Saber 11° 2024. <https://fundacionexe.org.co/document/analisis-de-resultados-prueba-saber-11-2024/>

Galeana de la O., L. (s.f.). Aprendizaje basado en proyectos. Universidad de Colima. <https://500historias.com/lecturas/El-aprendizaje-basado-en-proyectos.pdf>

Gómez Pawelek, J. (s.f.). El aprendizaje experiencial. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Psicología. Recuperado de [https://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE\\_LECTURE\\_5/1/3.Gomez\\_Pawelek.pdf](https://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_5/1/3.Gomez_Pawelek.pdf)

Gómez Pawelek, J. (s.f.). El aprendizaje experiencial. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Psicología. Recuperado de [https://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE\\_LECTURE\\_5/1/3.Gomez\\_Pawelek.pdf](https://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_5/1/3.Gomez_Pawelek.pdf)

Hernández Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos, Baptista Lucio, María del Pilar (2014). *Metodología de la investigación* (6° ed.). México: McGraw Hill Interamericana Editores S.A. de C.V. .

Johnson, D. & R. Johnson (1999). *Aprender juntos y solos*. Buenos Aires: Aiqué

Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.

Moreno, L. C. (2023). La brecha digital en la educación rural colombiana desde una revisión sistemática. *Dialéctica*, 1(21). <https://doi.org/10.56219/dialctica.v1i21.2306>

Motoa, S. P. (2019). Pensamiento computacional. *Revista Educación y Pensamiento*, 26(26), 107-111.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE]. (2003). The definition and selection of key competencies. Executive summary [La definición y selección de competencias clave. Resumen ejecutivo]. <https://bit.ly/3Cq3XHn>

Papert, S. (1980). *Tormentas mentales: Niños, computadoras e ideas poderosas*. Basic Books, Inc.

Papert, S. (1993). *The children's machine: Rethinking School in the age of the computer*. New York, NY: Basic Books.

Ramírez Ramírez, D. de J., Correa Álvarez, C. D., y Marín Ríos, L. A. (2025). Fortalecimiento del Pensamiento Computacional en Estudiantes de Secundaria Mediante la Programación con Arduino UNO. *Revista EIA*, 22(44), 4418 pp. 1–28. <https://doi.org/10.24050/reia.v22i44.1871>

Ramírez Ruiz, J. J., Vargas Sanchez, A. D., & Boude Figueredo, O. R. (2024). Impact of gamification on school engagement: A systematic review. *Frontiers in Education*, 9, Article 1466926. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1466926>

Resnick, M. (2018). *Lifelong Kindergarten: Cultivating creativity through projects, passion, peers, and play*. MIT Press.

Schaper, M. M., Smith, R. C., Tamashiro, M. A., Van Mechelen, M., Lunding, M. S.

Segarra Merchán, S. R., Zamora Olivos, S. M., González Encalada, S. A., & Vitonera Pazos, M. M. (2023). El aprendizaje significativo en la educación actual: Una reflexión desde la perspectiva crítica. *Revista de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Instituto Pedagógico Luis Beltrán Prieto Figueroa de Barquisimeto*, 27(1), 219–234. <https://orcid.org/0009-0008-0090-3169>

Siglo XXI Bienestar Emocional en la Era Digital. Publicaciones de la OCDE.

Tracey, B., & Francesca, G. (Eds.) (2019). *Investigación e Innovación Educativa Educando a los Niños del*

UNESCO. (2023). Informe de seguimiento de la educación en el mundo 2023: Tecnología en la educación. ¿Una herramienta en los términos de quién? Resumen del informe. [https://www.unesco.org/gem-report/sites/default/files/medias/fichiers/2023/07/7952%20UNESCO%20GEM%202023%20Summary\\_ES\\_Web.pdf#:~:text=INFORME%20DE%20SEGUIMIENTO%20DE%20LA,EN%20EL%20MUNDO%2023%2015](https://www.unesco.org/gem-report/sites/default/files/medias/fichiers/2023/07/7952%20UNESCO%20GEM%202023%20Summary_ES_Web.pdf#:~:text=INFORME%20DE%20SEGUIMIENTO%20DE%20LA,EN%20EL%20MUNDO%2023%2015)

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. doi: <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>

Wing, J. M. (2010, 17 de noviembre). Computational thinking: What and why? <https://www.cs.cmu.edu/~CompThink/resources/TheLinkWing.pdf>

Todo el contenido de **LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades**, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons 