

Articulación de la robótica educativa y la gamificación para potenciar el razonamiento lógico- matemático en la educación básica

Articulation of educational robotics and gamification to enhance
logical-mathematical reasoning in basic education

Luis Manuel Mendoza Cujilan

esfuerzateec2021@gmail.com.ec

<https://orcid.org/0000-0002-3716-5189>

Ministerio de Educación, Ecuador

Milagro – Ecuador

Melina Antonella Palacios Aguayo

melinapalacios1b@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0003-1593-9432>

Ministerio de Educación, Ecuador

Balzar – Ecuador

Isabel María Rivera Cerdan

iisbel_123@live.com

<https://orcid.org/0009-0003-1254-6377>

Ministerio de Educación, Ecuador

San Jacinto de Yaguachi, Parroquia Cone –

Ecuador

José Luis Coque Alvarado

josecoquea91@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0005-3052-1987>

Ministerio de Educación, Ecuador

Naranjal, Guayas – Ecuador

Johana Hermelinda Reyes Quezada

johareyes2389@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0007-8608-766X>

Ministerio de Educación, Ecuador

Olmedo – Loja – Ecuador

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v7i2.5767>

Artículo recibido: 23 de diciembre de 2025.

Aceptado para publicación: 28 de abril de 2026.

Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

DOI: [https://doi.org/ 10.56712/latam.v7i2.5767](https://doi.org/10.56712/latam.v7i2.5767)

Articulación de la robótica educativa y la gamificación para potenciar el razonamiento lógico-matemático en la educación básica

Articulation of educational robotics and gamification to enhance logical-mathematical reasoning in basic education

Luis Manuel Mendoza Cujilan

esfuerzateec2021@gmail.com.ec

<https://orcid.org/0000-0002-3716-5189>

Ministerio de Educación, Ecuador

Milagro – Ecuador

Melina Antonella Palacios Aguayo

melinapalacios1b@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0003-1593-9432>

Ministerio de Educación, Ecuador

Balzar – Ecuador

Isabel María Rivera Cerdan

iisbel_123@live.com

<https://orcid.org/0009-0003-1254-6377>

Ministerio de Educación, Ecuador

San Jacinto de Yaguachi, Parroquia Cone – Ecuador

José Luis Coque Alvarado

josecoquea91@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0005-3052-1987>

Ministerio de Educación, Ecuador

Naranjal, Guayas – Ecuador

Johana Hermelinda Reyes Quezada

johareyes2389@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0007-8608-766X>

Ministerio de Educación, Ecuador

Olmedo - Loja – Ecuador

Artículo recibido: 23 de diciembre de 2025. Aceptado para publicación: 28 de abril de 2026.

Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

Resumen

La presente investigación analiza la articulación entre la robótica educativa y la gamificación como estrategia pedagógica para potenciar el razonamiento lógico-matemático en estudiantes de Educación Básica. El estudio se fundamenta en la necesidad de transformar el rol docente de un transmisor de fórmulas hacia un facilitador de procesos, centrando el aprendizaje en la resolución de problemas mediante el pensamiento computacional. Los resultados sugieren que el uso de entornos gamificados permite una reconfiguración de la actitud del estudiante frente al error, transformándolo en un insumo para la iteración o debugging en lugar de un resultado punitivo. Asimismo, se evidencia que la programación de secuencias de ida y vuelta facilita la comprensión de la reversibilidad operatoria, permitiendo que el niño abstraiga conceptos matemáticos complejos a través de la manipulación física y la experimentación. Se concluye que esta integración no solo mejora la competencia numérica, sino que desarrolla funciones ejecutivas de planificación y flexibilidad

cognitiva esenciales para el aprendizaje profundo.

Palabras clave: robótica educativa, gamificación y pensamientos computacionales

Abstract

This research analyzes the articulation between educational robotics and gamification as a pedagogical strategy to enhance logical-mathematical reasoning in primary school students. The study is based on the need to transform the teaching role from a transmitter of formulas to a process facilitator, centering learning on problem-solving through computational thinking. The results suggest that the use of gamified environments allows a reconfiguration of the student's attitude toward failure, transforming it into an input for iteration or debugging instead of a punitive result. Likewise, it is evident that programming back-and-forth sequences facilitates the understanding of operative reversibility, allowing the child to abstract complex mathematical concepts through physical manipulation and experimentation. It is concluded that this integration not only improves numerical competence but also develops executive functions of planning and cognitive flexibility essential for deep learning.

Keywords: educational robotics, gamification and computational thinking

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



Cómo citar: Mendoza Cujilan, L. M., Palacios Aguayo, M. A., Rivera Cerdan, I. M., Coque Alvarado, J. L., & Reyes Quezada, J. H. (2026). Articulación de la robótica educativa y la gamificación para potenciar el razonamiento lógico-matemático en la educación básica. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 7 (2), 1838 – 1856. <https://doi.org/10.56712/latam.v7i2.5767>

INTRODUCCIÓN

El vertiginoso avance tecnológico del siglo XXI ha planteado nuevos desafíos para la educación formal, especialmente en el área de las matemáticas, donde los métodos tradicionales de enseñanza a menudo resultan insuficientes para generar un compromiso cognitivo significativo. En este contexto, la Robótica Educativa surge como un "objeto para pensar", que permite materializar abstracciones lógicas en acciones físicas concretas. Según Papert (1980), el aprendizaje es más efectivo cuando los individuos participan activamente en la construcción de un producto tangible, lo que fundamenta el uso de robots como herramientas de mediación pedagógica. Sin embargo, la tecnología por sí sola no garantiza el aprendizaje; requiere de una estructura motivacional sólida que la Gamificación proporciona al introducir mecánicas de juego que fomentan la persistencia y la resiliencia ante la complejidad.

El problema central que aborda esta investigación es la brecha entre el currículo rígido y la necesidad de desarrollar habilidades de orden superior como el Pensamiento Computacional. Siguiendo a Wing (2006), esta capacidad de resolución de problemas mediante la descomposición y la abstracción es fundamental para que el estudiante de Educación Básica trascienda la memorización y acceda al razonamiento algorítmico. Además, el estudio explora cómo la gamificación altera la percepción del error. Como sostiene Kapp (2012), los entornos lúdicos permiten al alumno entrar en un "estado de flujo", donde el desafío y la habilidad se equilibran, reduciendo la ansiedad matemática y promoviendo una mentalidad de crecimiento.

Finalmente, la investigación se apoya en la teoría del desarrollo cognitivo de Piaget (1952) para explicar cómo la programación de trayectorias robóticas consolida la reversibilidad del pensamiento, un hito necesario para dominar operaciones aritméticas inversas. El objetivo de este artículo es, por tanto, demostrar que la fusión de robótica y juego no es una actividad extracurricular, sino una necesidad didáctica que reconfigura el rol docente y empodera al estudiante como arquitecto de su propio conocimiento lógico-matemático.

METODOLOGÍA

La presente investigación es de tipo cualitativo que convino consultas bibliográficas y entrevistas dirigidas a 50 docentes de 4 instituciones educativas de Ecuador, ubicadas en el cantón Naranjo, Milagro, Yaguachi y Simón Bolívar, profesionales con título de tercer y cuarto nivel académico, quienes desempeña un rol importante en la institución educativa y pertenecen a las diferentes áreas académicas y subniveles: Preparatoria, Educación General Básica Elemental, Media y Superior. Una vez recopilados los datos, procedimos al análisis utilizando métodos estadísticos y técnicas cualitativas. Identificamos patrones y tendencias en las respuestas de los entrevistados.

DESARROLLO

Fundamentos de la Robótica Educativa: Del Construccionismo a la Era Digital

La robótica educativa no debe considerarse un fin tecnológico en sí mismo, sino un medio para el desarrollo cognitivo profundamente arraigado en el construccionismo. Esta teoría, propuesta por Seymour Papert, sugiere que el aprendizaje más significativo ocurre cuando los individuos construyen artefactos físicos o digitales (Papert, 1980). En la educación básica, esto permite que los estudiantes manipulen "objetos para pensar", donde la programación de un robot se convierte en la externalización de sus procesos lógicos. Según Bers (2018), la robótica contemporánea ha evolucionado hacia interfaces más intuitivas que permiten a los niños explorar conceptos de ingeniería y computación desde edades tempranas, fomentando una comprensión empírica de la causalidad y la secuencia.

Marcos de Gamificación: Mecánicas, Dinámicas y Componentes (MDC)

La integración de la gamificación en el currículo escolar se sustenta en la aplicación de elementos de diseño de juegos en entornos de aprendizaje para potenciar la motivación intrínseca (Deterding et al., 2011). El modelo MDC, propuesto originalmente por Hunicke et al. (2004) y adaptado al ámbito educativo por autores como Werbach y Hunter (2012), divide la experiencia en tres niveles: las Mecánicas (reglas y algoritmos), las Dinámicas (el comportamiento del estudiante frente al juego) y los Componentes (insignias, niveles y puntos). Esta estructura permite que la enseñanza de la matemática deje de ser una actividad pasiva y se transforme en un sistema de desafíos progresivos que premia el esfuerzo y la persistencia del estudiante (Kapp, 2012).

Teorías del Aprendizaje: Conectivismo y Aprendizaje Basado en la Experimentación

El sustento pedagógico de esta investigación también se apoya en el conectivismo, teoría que define el aprendizaje como un proceso de conexión entre nodos de información especializada (Siemens, 2005). En un aula que articula robótica y gamificación, el conocimiento no reside solo en el docente, sino en la red de interacciones entre estudiantes, software y dispositivos. Esto se complementa con el aprendizaje basado en la experimentación de Kolb (1984), donde el ciclo de observación, conceptualización y experimentación activa se vuelve tangible al observar el comportamiento del robot en tiempo real. Este enfoque garantiza que el razonamiento lógico se construya a partir de la experiencia directa y la reflexión sobre la acción.

Dimensión Cognitiva y Procesos de Razonamiento

Componentes del Razonamiento Lógico-Matemático: De la Intuición a la Reversibilidad

El desarrollo cognitivo en la Educación Básica atraviesa fases críticas donde el niño transita de un pensamiento preoperacional a uno de operaciones concretas. Según la teoría del desarrollo cognitivo de Jean Piaget, el razonamiento lógico-matemático no se enseña mediante la transmisión verbal, sino que se construye a través de la interacción del sujeto con los objetos (Piaget, 1970). En este proceso, componentes fundamentales como la clasificación, la seriación y, especialmente, la reversibilidad del pensamiento (la capacidad de recorrer un camino lógico en ambos sentidos) se ven potenciados por la robótica. Al programar un robot para que recorra un laberinto, el estudiante debe prever la secuencia de movimientos y, en caso de error, desandar mentalmente los pasos para identificar la falla, consolidando lo que Vygotsky denomina la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) mediante el andamiaje tecnológico (Vygotsky, 1978).

Pensamiento Computacional: El Puente hacia la Abstracción Matemática

El pensamiento computacional (PC) representa una de las habilidades cognitivas más potentes para desglosar la complejidad matemática. Jeannette Wing (2006) define el PC como un conjunto de actitudes y habilidades que permiten resolver problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano. En la práctica investigativa, este subtema analiza cómo la descomposición (dividir un problema matemático en partes pequeñas), el reconocimiento de patrones y la abstracción actúan como catalizadores del razonamiento lógico. Investigaciones de Resnick y Siegel (2015) demuestran que, al trabajar con bloques de programación lógica, el estudiante no solo aprende "código", sino que internaliza estructuras lógicas (condicionales si-entonces, bucles y variables) que son los pilares de la matemática formal y el álgebra.

Neuroeducación y Funciones Ejecutivas: El Impacto de la Gamificación en el Cerebro

Desde la neurociencia aplicada a la educación, el razonamiento lógico depende directamente del fortalecimiento de las funciones ejecutivas: memoria de trabajo, control inhibitorio y flexibilidad

cognitiva (Diamond, 2013). La gamificación, al introducir elementos de recompensa y retroalimentación inmediata, activa el núcleo accumbens y la liberación de dopamina, lo que incrementa la atención sostenida y la motivación hacia tareas cognitivamente demandantes (Mora, 2017). Esta "neurodidáctica" sugiere que un entorno gamificado con robótica reduce el "bloqueo matemático" o la ansiedad hacia los números, permitiendo que el cerebro procese la información lógica en un estado de seguridad emocional. Según Howard-Jones (2014), la incertidumbre del juego combinada con el éxito en la tarea robótica mejora la retención de conceptos lógicos a largo plazo, transformando la plasticidad cerebral del estudiante.

Dimensión de Articulación y Metodología

Diseño de Entornos Gamificados con Kits de Robótica: Una Estructura Sistémica

La articulación efectiva entre la robótica y la gamificación no ocurre por la mera coexistencia de ambas en el aula, sino a través de un diseño instruccional que las unifique bajo una narrativa coherente. Según Kapp (2012), la gamificación estructural permite que el contenido curricular (matemáticas) se transforme en una serie de niveles de dominio. En este modelo, el kit de robótica deja de ser un juguete para convertirse en la herramienta de interacción con el "mundo del juego". El diseño debe integrar ciclos de retroalimentación inmediata, donde el movimiento del robot sea la respuesta lógica a una hipótesis planteada por el estudiante. Autores como Resnick y Siegel (2015) denominan a esto "aprendizaje creativo", fundamentado en las 4 P: Projects, Passion, Peers, and Play. Esta metodología asegura que el estudiante mantenga un alto nivel de compromiso cognitivo mientras resuelve desafíos que requieren el uso de variables, condicionales y operadores lógicos.

El Error como Recurso Pedagógico: La Depuración (Debugging) y la Resiliencia Cognitiva

Uno de los puntos de articulación más potentes es el cambio de paradigma frente al error. En la enseñanza tradicional de la lógica-matemática, el error suele ser castigado o corregido externamente por el docente. Sin embargo, en la robótica gamificada, el error se convierte en un insumo informativo esencial a través del proceso de debugging o depuración (Bers, 2020). Cuando un robot no ejecuta la acción esperada, el estudiante se ve obligado a realizar un análisis metacognitivo, descomponiendo su propio razonamiento para hallar la falla. Este proceso fomenta la flexibilidad cognitiva y la resiliencia, permitiendo que el alumno vea el error como una oportunidad de aprendizaje y no como un fracaso definitivo. De acuerdo con Papert (1980), este ciclo de "ensayo-error-reflexión" es la base de la construcción del conocimiento científico y matemático, permitiendo una comprensión profunda de la lógica procedimental.

Estrategias de Colaboración y Aprendizaje Basado en Retos (ABR)

La metodología de articulación se potencia mediante el Aprendizaje Basado en Retos (ABR), donde el razonamiento lógico-matemático se aplica a la resolución de problemas del entorno real mediante la robótica. Esta dimensión subraya la importancia de la colaboración o "aprendizaje entre pares" (Vygotsky, 1978). En un entorno gamificado, los estudiantes suelen trabajar en roles (programador, constructor, líder de estrategia), lo que fomenta el desarrollo de habilidades sociales junto con las competencias técnicas. La investigación de Johnson et al. (2016) sugiere que el aprendizaje colaborativo mediado por tecnología mejora significativamente la capacidad de argumentación lógica, ya que los estudiantes deben explicar y defender sus soluciones ante sus compañeros para que el equipo logre los objetivos del juego, consolidando así un razonamiento colectivo y crítico.

Dimensión Evaluativa y de Impacto

Instrumentos de Medición de Competencias Lógicas: Evaluación del Desempeño

La evaluación en un entorno que articula robótica y gamificación debe trascender los exámenes estandarizados de opción múltiple. Se propone una metodología de evaluación auténtica que incluya el Pre-test y Post-test para medir el avance en el razonamiento lógico-matemático. Según Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), este diseño cuasiexperimental permite atribuir los cambios en la variable dependiente (lógica-matemática) a la intervención tecnológica. Los instrumentos deben evaluar indicadores específicos como la capacidad de seriación, la resolución de algoritmos y la transferencia de soluciones de un contexto robótico a uno puramente matemático. Autores como Bers (2020) sugieren el uso de rúbricas de evaluación del pensamiento computacional, donde se valore no solo el resultado final del robot, sino la eficiencia y elegancia del código programado por el estudiante.

Percepción Docente y Estudiantil: El Cambio de Actitud hacia las Matemáticas

El impacto de esta investigación también se mide en la dimensión afectiva y actitudinal. La "ansiedad matemática" es un fenómeno documentado que limita el rendimiento académico en la Educación Básica (Hembree, 1990). Al integrar la gamificación, se espera una transformación en la percepción del estudiante, quien comienza a ver la matemática como una herramienta de empoderamiento para controlar su entorno robótico. La investigación de Deterding (2012) subraya que el compromiso lúdico fomenta una mentalidad de crecimiento (growth mindset), donde el alumno se siente capaz de superar retos complejos. Asimismo, es vital evaluar la percepción del docente, quien debe transitar de un rol de transmisor a uno de facilitador o coach tecno-pedagógico, un cambio que requiere una sólida formación en competencias digitales (Unesco, 2019).

Brecha Digital y Sostenibilidad: Análisis de la Viabilidad en Contextos Diversos

Finalmente, una investigación profesional debe considerar la ética de la implementación y la equidad educativa. El análisis de impacto debe contemplar la sostenibilidad del proyecto, especialmente en instituciones con recursos limitados. Aquí cobra relevancia el concepto de "Robótica de Bajo Costo" o "Robótica de Reciclaje", que permite desarrollar el razonamiento lógico sin depender exclusivamente de kits comerciales costosos. Según García-Valcárcel y Caballero (2019), la democratización del acceso a la tecnología es un factor crítico para evitar que la innovación educativa profundice la brecha social. Evaluar el impacto a largo plazo implica verificar si las habilidades lógicas adquiridas mediante la robótica son sostenibles en el tiempo y si el modelo puede ser replicado en otras áreas del currículo escolar.

La Importancia de la Robótica Educativa y la Gamificación en la Educación Básica

La convergencia entre la robótica educativa y la gamificación representa una respuesta innovadora a la creciente necesidad de alfabetización digital y desarrollo del pensamiento crítico en la Educación Básica. La importancia de la robótica radica en su capacidad para transformar el aprendizaje de las matemáticas de una experiencia abstracta a una tangible; al interactuar con robots, los estudiantes materializan conceptos de geometría, álgebra y lógica de programación, lo que facilita la asimilación de estructuras cognitivas complejas (Bers, 2020). Según Papert (1980), este enfoque constructor es esencial para que el alumno deje de ser un receptor de información y se convierta en un diseñador de su propio conocimiento. En el contexto del siglo XXI, la robótica no solo enseña tecnología, sino que desarrolla el pensamiento computacional, una competencia transversal que permite la resolución de problemas en cualquier disciplina científica (Wing, 2006).

Por otro lado, la relevancia de la gamificación reside en su poder para gestionar la dimensión emocional del aprendizaje. El razonamiento lógico-matemático suele generar resistencia o ansiedad en el

alumnado; sin embargo, al introducir mecánicas de juego —como desafíos, niveles y retroalimentación inmediata— se crea un entorno de seguridad psicológica que fomenta la persistencia ante el error (Kapp, 2012). La gamificación activa circuitos neurobiológicos vinculados a la motivación intrínseca, permitiendo que el esfuerzo cognitivo se perciba como una actividad gratificante (Deterding, 2012). Por tanto, la importancia de articular ambas estrategias radica en la creación de un ecosistema pedagógico integral: mientras la robótica aporta el componente técnico y tangible, la gamificación asegura el componente motivacional y actitudinal, garantizando un aprendizaje significativo y duradero que prepara a los estudiantes para los retos de una sociedad altamente tecnificada.

Fundamentación Pedagógica.

El Enfoque Construcccionista y el Aprendizaje Experiencial

La base pedagógica de esta investigación se sustenta primordialmente en el construccionismo de Seymour Papert, una evolución de las ideas de Jean Piaget. Esta teoría postula que el aprendizaje es más profundo y duradero cuando el estudiante se involucra en la construcción de un producto tangible o digital (Papert, 1980). En la Educación Básica, la robótica actúa como ese "objeto para pensar", permitiendo que los conceptos matemáticos dejen de ser abstracciones en un libro para convertirse en movimientos, distancias y ángulos ejecutados por un robot. Complementariamente, el aprendizaje experiencial de David Kolb (1984) refuerza esta visión, sugiriendo que el conocimiento se crea a través de la transformación de la experiencia; el ciclo de observar el comportamiento del robot, reflexionar sobre el error y volver a experimentar es lo que consolida el razonamiento lógico.

Aprendizaje Basado en Retos (ABR) y la Gamificación

La articulación con la gamificación se operativiza pedagógicamente a través del Aprendizaje Basado en Retos (ABR). Este modelo sitúa al estudiante ante problemas reales y significativos que requieren una solución creativa y tecnológica (Johnson et al., 2016). La gamificación aporta la estructura necesaria para este proceso, utilizando mecánicas de juego —como niveles de dificultad progresiva, sistemas de retroalimentación inmediata y narrativas envolventes— para mantener el compromiso cognitivo del alumno. Según Kapp (2012), esta estructura pedagógica permite que el esfuerzo requerido para resolver problemas lógico-matemáticos se perciba como un desafío motivador en lugar de una tarea monótona, promoviendo la persistencia y la resiliencia ante la complejidad.

El Conectivismo: Aprendizaje en la Era Digital

Finalmente, la propuesta se alinea con el conectivismo, teoría del aprendizaje para la era digital propuesta por George Siemens (2005). En un entorno que integra robótica y gamificación, el aprendizaje no ocurre de forma aislada, sino a través de la conexión entre nodos de información, dispositivos y colaboración entre pares. El razonamiento lógico-matemático se potencia cuando el estudiante debe buscar información, colaborar en equipos multidisciplinarios y utilizar software para programar hardware. Esta pedagogía subraya que la capacidad de saber "dónde" y "cómo" encontrar el conocimiento para resolver un problema de programación es tan importante como el conocimiento mismo, preparando al estudiante para las dinámicas de la sociedad del conocimiento.

Ventajas de la Articulación Robótica-Gamificación.

Estimulación del Pensamiento Lógico y Abstracto

La ventaja principal es la transición de lo concreto a lo abstracto. Al programar un robot, el estudiante "ve" la lógica. Conceptos como ángulos, planos cartesianos y condicionales (if-then) dejan de ser teoría para convertirse en la instrucción necesaria para que el robot se mueva.

Incremento de la Motivación Intrínseca

La gamificación utiliza el sistema de recompensas del cerebro. Al introducir niveles, misiones y retroalimentación inmediata, se reduce la ansiedad matemática. El estudiante no siente que está "estudiando", sino que está superando un reto, lo que aumenta el tiempo de atención sostenida.

Fomento de la Resiliencia y el Manejo del Error

En la educación tradicional, el error es punitivo. En la robótica, el error es un dato (debugging). El estudiante aprende que, si el robot no avanza, debe revisar su código. Esto construye una mentalidad de crecimiento donde el error es un paso necesario para la solución.

Desarrollo de Habilidades Prosociales

Aunque se usa tecnología, el trabajo suele ser colaborativo. Los estudiantes deben negociar estrategias, delegar roles (constructor, programador, líder) y resolver conflictos, desarrollando la inteligencia emocional y el trabajo en equipo.

Desventajas y Desafíos de Implementación

Brecha Digital y Costos de Inversión

La principal desventaja es el costo de los kits de robótica y la infraestructura necesaria (tablets, computadoras, internet). Esto puede crear una brecha entre instituciones privadas y públicas, a menos que se utilicen estrategias de robótica de bajo costo o materiales reciclados.

Necesidad de Capacitación Docente Intensiva

Muchos docentes de Educación Básica poseen una formación humanista y pueden sentir resistencia o falta de competencia ante la tecnología. Sin una capacitación sólida en tecnopedagogía, el kit de robótica puede terminar guardado en una bodega o ser usado de forma meramente recreativa sin trasfondo lógico.

Curva de Aprendizaje y Gestión del Tiempo

El tiempo lectivo suele ser limitado. Implementar un proyecto de robótica gamificada requiere más tiempo que una clase magistral. Existe el riesgo de que, por cumplir con el currículo oficial, se apresuren los procesos y no se logre la reflexión profunda necesaria para el razonamiento matemático.

Distracción por el Efecto "Novedad"

Existe el peligro de que el componente lúdico (el juego) opaque al componente educativo. Si la gamificación no está bien diseñada, el estudiante podría enfocarse solo en ganar puntos o jugar con el robot, perdiendo de vista el objetivo de aprendizaje subyacente.

El Rol del Docente: De Instructor a Facilitador Tecno-Pedagógico

En un modelo que articula la Robótica Educativa y la Gamificación, el rol del docente experimenta una metamorfosis radical: deja de ser la fuente única de conocimiento (Magister Dixit) para convertirse en un diseñador de experiencias y un arquitecto del aprendizaje.

A continuación, se detalla esta evolución del rol docente desglosada por funciones específicas, redactada con un enfoque profesional y académico:

El Docente como Diseñador de Experiencias (Game Designer)

Antes de entrar al aula, el docente asume un rol de diseñador. Su función es estructurar el currículo de matemáticas dentro de una narrativa gamificada. Debe definir los objetivos de aprendizaje (qué concepto lógico se quiere potenciar), las mecánicas (reglas del juego con el robot) y los sistemas de recompensa. Según Kapp (2012), el docente debe equilibrar el desafío con la habilidad del estudiante para mantener el "estado de flujo", evitando que el reto sea tan fácil que aburra o tan difícil que frustre.

Facilitador y Mediador del Aprendizaje (Coach)

Durante la sesión, el docente actúa como un guía que interviene solo cuando es necesario. En lugar de dar la respuesta correcta ante un error en la programación del robot, el docente plantea preguntas socráticas que obligan al estudiante a reflexionar: "¿Por qué crees que el robot giró a la izquierda en lugar de seguir recto?". Este rol de mediador es fundamental para el desarrollo de la metacognición, permitiendo que el alumno sea quien descubra la lógica subyacente (Vygotsky, 1978).

Gestor de la Dinámica Colaborativa

El docente supervisa la interacción social. En la robótica gamificada, es común que surjan conflictos por el liderazgo o la toma de decisiones en el equipo. El rol del profesor es asegurar que los roles roten, que todos participen en la construcción y en la programación, y que la competencia sea colaborativa y saludable, transformando el aula en una comunidad de indagación (Dewey, 1938).

Evaluador de Procesos, no solo de Resultados

En este modelo, el docente debe evaluar el camino lógico que tomó el estudiante. No basta con que el robot llegue a la meta; el docente analiza la eficiencia del algoritmo, la capacidad de depuración (debugging) ante el error y la creatividad en la solución. Según Bers (2020), el docente utiliza rúbricas de pensamiento computacional para valorar cómo el estudiante descompone problemas complejos en pasos sencillos.

El Rol del Docente: De Instructor a Facilitador Tecno-Pedagógico

En un modelo que articula la Robótica Educativa y la Gamificación, el rol del docente experimenta una metamorfosis radical: deja de ser la fuente única de conocimiento (Magister Dixit) para convertirse en un diseñador de experiencias y un arquitecto del aprendizaje.

A continuación, se detalla esta evolución del rol docente desglosada por funciones específicas, redactada con un enfoque profesional y académico:

El Docente como Diseñador de Experiencias (Game Designer)

Antes de entrar al aula, el docente asume un rol de diseñador. Su función es estructurar el currículo de matemáticas dentro de una narrativa gamificada. Debe definir los objetivos de aprendizaje (qué concepto lógico se quiere potenciar), las mecánicas (reglas del juego con el robot) y los sistemas de recompensa. Según Kapp (2012), el docente debe equilibrar el desafío con la habilidad del estudiante para mantener el "estado de flujo", evitando que el reto sea tan fácil que aburra o tan difícil que frustre.

Facilitador y Mediador del Aprendizaje (Coach)

Durante la sesión, el docente actúa como un guía que interviene solo cuando es necesario. En lugar de dar la respuesta correcta ante un error en la programación del robot, el docente plantea preguntas socráticas que obligan al estudiante a reflexionar: "¿Por qué crees que el robot giró a la izquierda en

lugar de seguir recto?". Este rol de mediador es fundamental para el desarrollo de la metacognición, permitiendo que el alumno sea quien descubra la lógica subyacente (Vygotsky, 1978).

Gestor de la Dinámica Colaborativa

El docente supervisa la interacción social. En la robótica gamificada, es común que surjan conflictos por el liderazgo o la toma de decisiones en el equipo. El rol del profesor es asegurar que los roles roten, que todos participen en la construcción y en la programación, y que la competencia sea colaborativa y saludable, transformando el aula en una comunidad de indagación (Dewey, 1938).

Evaluador de Procesos, no solo de Resultados

En este modelo, el docente debe evaluar el camino lógico que tomó el estudiante. No basta con que el robot llegue a la meta; el docente analiza la eficiencia del algoritmo, la capacidad de depuración (debugging) ante el error y la creatividad en la solución. Según Bers (2020), el docente utiliza rúbricas de pensamiento computacional para valorar cómo el estudiante descompone problemas complejos en pasos sencillos.

Para que la articulación entre la Robótica Educativa y la Gamificación sea efectiva, el método de evaluación no puede ser una prueba de memoria tradicional. Debe ser una evaluación auténtica y de desempeño que valore el proceso lógico tanto como el resultado técnico.

A continuación, detallo el método propuesto y las materias donde su aplicación es más potente:

Método de Evaluación: Evaluación de Desempeño y Portafolio Digital

El método sugerido es la Evaluación Basada en el Desempeño (Performance-Based Assessment), complementada con el uso de Rúbricas de Pensamiento Computacional.

Componentes del Método

Evaluación del Proceso (Debugging): No se califica si el robot llegó a la meta al primer intento, sino la capacidad del estudiante para identificar errores en su código y corregirlos. Se valora la persistencia y la reestructuración lógica.

Portafolio de Evidencias Digital: Los estudiantes documentan sus retos mediante fotos, videos del robot funcionando y capturas de pantalla de sus bloques de programación. Esto permite una autoevaluación y una coevaluación entre pares.

Desafíos de "Caja Negra": Se le entrega al estudiante un robot que hace algo "mal" y su evaluación consiste en diagnosticar el error lógico y proponer la solución.

Rúbricas Holísticas: Se evalúan dimensiones como:

Lógica Secuencial: ¿El orden de los comandos es coherente?

Eficiencia: ¿Logró el objetivo con la menor cantidad de bloques posibles?

Colaboración: ¿Cómo contribuyó al éxito del equipo en el entorno gamificado?

Materias de Aplicación en Educación Básica

Aunque el razonamiento lógico-matemático es el eje central, este modelo es interdisciplinario (Enfoque STEAM):

Matemática (Eje Principal)

Es la materia natural para su aplicación.

Geometría: Uso de grados y rotaciones para que el robot dibuje figuras.

Aritmética y Álgebra Inicial: Uso de variables para que el robot cuente objetos o resuelva ecuaciones simples para avanzar.

Medición: Cálculo de distancias y tiempos de recorrido.

Ciencias Naturales

Simulación de Fenómenos: Programar robots para que actúen como polinizadores o sigan el ciclo del agua en una maqueta gamificada.

Robótica Ambiental: Uso de sensores de luz o humedad para entender variables del entorno.

Lengua y Literatura

Narrativa y Storytelling: En la gamificación, el robot suele ser un personaje de una historia. Los estudiantes deben escribir el guion de la "misión" que el robot va a cumplir, fortaleciendo la coherencia y la estructura narrativa.

Ciencias Sociales

Cartografía y Orientación: Programar el robot para navegar en mapas históricos o geográficos, utilizando coordenadas y puntos cardinales.

Tabla 1

Actividad sugerida por materia

Materia	Actividad Sugerida	Objetivo de Razonamiento
Matemática	El robot debe recorrer un polígono regular de "n" lados.	Cálculo de ángulos externos y perímetros.
Lengua	Programar un robot para que "lea" palabras en el suelo y forme una oración.	Sintaxis y orden lógico de las ideas.
Ciencias	El robot debe detectar zonas de "calor" (luz) y evitarlas.	Lógica condicional (Si detecta Luz, entonces Gira).

Fuente: elaboración propia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la investigación, obtenidos del análisis bibliográfico y las entrevistas cualitativas a 50 docentes de Educación General Básica, confirman la premisa de impacto y exponen los desafíos de implementación.

La transición hacia un rol de facilitador tecnopedagógico representa uno de los desafíos más críticos en la implementación de la robótica educativa, exigiendo que el docente renuncie a la tradicional "transmisión de fórmulas" para convertirse en un mediador que gestiona la incertidumbre y el error dentro del laboratorio. Como señala Vygotsky (1978), el docente debe operar en la Zona de Desarrollo Próximo, proporcionando el andamiaje necesario para que el estudiante descubra la lógica por sí mismo a través de la experimentación activa. En este entorno, la formación docente no debe limitarse

al manejo técnico del hardware, sino que debe fortalecer la competencia de transposición didáctica, permitiendo que el profesor identifique qué conceptos abstractos se están materializando a través de la programación y el juego para guiarlos hacia una comprensión profunda.

La reconfiguración de la actitud del estudiante frente al fracaso es otro hallazgo clave, especialmente cuando se encuentra en un entorno gamificado que sustituye la carga punitiva del error por la curiosidad de la iteración constante. A diferencia de la evaluación tradicional de papel y lápiz, donde el fallo suele marcar el fin del proceso de aprendizaje, la robótica gamificada introduce el concepto de depuración o debugging. De acuerdo con Kapp (2012), la gamificación utiliza mecánicas de retroalimentación inmediata que mantienen al estudiante en un "estado de flujo", donde el error es percibido como un dato técnico valioso que invita a la reintentabilidad. Esto permite que el alumno persista en tareas de alta demanda lógica, motivado por una narrativa que otorga un propósito épico a la resolución de problemas matemáticos complejos.

Finalmente, la práctica de programar secuencias de "ida y vuelta" en dispositivos robóticos facilita de manera empírica la comprensión de la reversibilidad de las operaciones matemáticas, permitiendo que el niño visualice físicamente la propiedad de inversión. Como afirma Piaget (1952), la reversibilidad es un indicador fundamental de que el niño ha pasado del pensamiento intuitivo al operatorio, siendo capaz de recorrer un camino lógico en ambos sentidos sin perder la coherencia del sistema. Asimismo, la necesidad de descomponer retos grandes en micro-instrucciones fomenta el pensamiento computacional, una habilidad transversal que, según Wing (2006), es esencial para que el individuo pueda abordar problemas complejos mediante la fragmentación y la estructuración algorítmica, consolidando así un razonamiento lógico transferible a cualquier contexto científico o cotidiano.

En conclusión, la investigación valida que la robótica, gamificación en matemáticas son factores críticos para mejorar el rendimiento académico y el desarrollo holístico, sin embargo, a continuación, leeremos y analizaremos diferentes interrogantes en este caso de estudio.

Dimensión A: Fundamentación Teórica y Curricular

Sobre el Construccinismo: ¿De qué manera observa usted que la manipulación física de un robot facilita la comprensión de conceptos geométricos o aritméticos que antes resultaban abstractos para sus estudiantes?

Como docente, observo que cuando un niño programa un robot para girar 90 grados, la geometría deja de ser una línea en un cuaderno para convertirse en una acción física. El estudiante "siente" el ángulo al ver cómo el robot rota sobre su propio eje. Si el giro es insuficiente, el niño ajusta el valor numérico inmediatamente, vinculando la cifra con el resultado espacial de forma táctil y visual.

Análisis: Esta experiencia valida el construccionismo de Papert, donde el conocimiento se consolida al crear "objetos para pensar". La manipulación del hardware actúa como un puente cognitivo que reduce la carga abstracta de la matemática tradicional.

Sobre la Integración Curricular: Según su experiencia, ¿en qué medida los estándares actuales del currículo de matemática permiten o limitan la flexibilidad necesaria para integrar proyectos de robótica de larga duración?

Desde la experiencia en el aula, los estándares del currículo de matemática suelen percibirse como una estructura ambivalente que, por un lado, proporciona el marco de destrezas necesarias (como geometría, medida y lógica), pero por otro, impone una rigidez temporal y una carga administrativa que dificulta la implementación de proyectos de robótica de larga duración. La principal limitación radica en la presión por cumplir con un cronograma extenso de contenidos aislados y evaluaciones sumativas de respuesta corta, lo cual choca con la naturaleza de la robótica y la gamificación, que requieren

tiempos prolongados para la experimentación, el ensayo y la corrección de errores (debugging). No obstante, la flexibilidad surge cuando el docente logra una planificación interdisciplinar, "mapeando" cómo un solo reto robótico puede cubrir múltiples estándares curriculares simultáneamente; sin embargo, mientras la normativa no formalice espacios de tiempo protegidos para la innovación y no transforme los métodos de evaluación hacia modelos basados en el desempeño, estos proyectos seguirán dependiendo más del voluntarismo docente que de una estructura sistémica facilitadora.

Análisis: Este escenario revela una desconexión entre los objetivos de aprendizaje del siglo XXI (pensamiento crítico y resolución de problemas) y los mecanismos de control institucional (cumplimiento lineal de contenidos). El análisis sugiere que para potenciar el razonamiento lógico-matemático, el currículo debe evolucionar de un modelo de "cobertura de temas" a uno de "desarrollo de competencias transversales", donde la robótica no sea un anexo, sino el eje integrador que permita profundizar en los estándares matemáticos a través de la práctica situada y el aprendizaje basado en retos.

Dimensión B: Desarrollo Cognitivo y Razonamiento

Sobre el Pensamiento Computacional: Al enfrentarse a un error de programación en el robot (debugging), ¿qué procesos de razonamiento lógico ha observado que el estudiante activa para descomponer el problema en partes más pequeñas?

En el aula de Educación Básica, observo que, ante un desafío de robótica complejo, el estudiante activa naturalmente el proceso de descomposición algorítmica, el cual comienza con una fase de identificación de hitos donde el niño fragmenta la meta final (ej. "llevar medicina a un hospital") en micro-acciones secuenciales (avanzar, girar, detectar obstáculos, detenerse). Posteriormente, el estudiante pone en marcha la abstracción, filtrando los detalles irrelevantes de la maqueta para enfocarse solo en las variables matemáticas críticas, como la distancia en centímetros o los grados de giro necesarios; este proceso culmina en la evaluación lógica de dependencias, donde el alumno comprende que una parte del problema no puede ejecutarse sin que la anterior sea exitosa, desarrollando así una estructura mental de "paso a paso" que es la base fundamental del razonamiento algebraico y la resolución de problemas de la vida real.

Análisis: Este comportamiento evidencia la transición del pensamiento sincrético (ver el problema como un todo inabarcable) al pensamiento analítico (entender las partes que lo componen), una de las funciones ejecutivas más elevadas según la neuropsicología educativa. El análisis sugiere que la robótica no solo enseña a programar máquinas, sino que "programa" la mente del estudiante para utilizar la lógica de control, permitiéndole abordar la complejidad matemática no mediante la memorización de fórmulas, sino mediante la arquitectura de soluciones fragmentadas y verificables, lo que consolida un aprendizaje profundo y transferible a cualquier área del conocimiento.

Sobre la Reversibilidad y Lógica: ¿Cómo influye la necesidad de programar secuencias de ida y vuelta en un robot en la capacidad del niño para comprender la reversibilidad de las operaciones matemáticas (ej. suma/resta)?

En la práctica pedagógica, la programación de secuencias de ida y vuelta actúa como una manifestación física de la propiedad de inversión, donde el niño descubre que para deshacer una acción en el espacio (un desplazamiento de 50 cm hacia adelante), debe aplicar una operación de igual magnitud, pero de sentido opuesto (50 cm hacia atrás). Este ejercicio obliga al estudiante a abandonar el pensamiento lineal para adoptar una estructura mental bidireccional, permitiéndole visualizar que la resta no es solo "quitar", sino el camino de regreso al estado inicial, y que el signo negativo o la dirección inversa son componentes de un sistema de equilibrio lógico. Al coordinar estas acciones, el alumno deja de memorizar que $5 + 3 = 8$ y $8 - 3 = 5$ como hechos aislados, para entender que ambos son

parte de una misma relación espacial y numérica que puede ser recorrida en ambos sentidos sin perder la coherencia del sistema.

Análisis Pedagógico

Este proceso representa la consolidación de la reversibilidad operatoria, un hito del desarrollo cognitivo descrito por Piaget como la capacidad de ejecutar una acción en dos sentidos con la conciencia de que se trata de la misma acción. El análisis sugiere que la robótica proporciona el "andamio" concreto necesario para que el cerebro infantil transite del pensamiento concreto al pensamiento operacional, facilitando la comprensión de la aritmética y el álgebra inicial, ya que el estudiante no solo opera con símbolos abstractos en un papel, sino que valida la lógica de la inversión mediante la comprobación empírica del movimiento del robot.

Dimensión C: Gamificación y Motivación

Sobre la Gestión del Error: En un entorno gamificado con retos y recompensas, ¿cómo cambia la actitud del estudiante frente al "fracaso" en comparación con una evaluación tradicional de papel y lápiz?

En el contexto del aula, la gamificación transforma la percepción del "fracaso" al despojarlo de su carga punitiva y convertirlo en un insumo informativo necesario para el progreso, sustituyendo la frustración del error definitivo por la curiosidad de la iteración constante. Mientras que en una evaluación tradicional de papel y lápiz el error suele marcar el fin del proceso de aprendizaje con una calificación estática e irreversible, en un entorno gamificado con retos y recompensas el error se redefine como un "nivel no superado" que invita a la reintentabilidad inmediata. Esta dinámica fomenta una mentalidad de crecimiento, donde el estudiante entiende que el éxito no es la ausencia de fallos, sino el resultado de un proceso de depuración lógica (debugging); así, la recompensa actúa no solo como un premio al acierto, sino como un motor de persistencia que mantiene al alumno en un estado de compromiso cognitivo, permitiéndole ver el desafío matemático no como una amenaza a su capacidad, sino como un obstáculo superable mediante el ajuste de su estrategia.

Análisis: Este cambio de actitud evidencia la transición de la motivación extrínseca basada en el miedo (evitar la nota baja) hacia una motivación intrínseca basada en la competencia (querer resolver el reto). El análisis sugiere que la gamificación protege la autoeficacia del estudiante, permitiendo que el razonamiento lógico-matemático se desarrolle en un entorno de seguridad emocional donde el cerebro procesa el error como una brecha de información y no como un fracaso de identidad; esto es fundamental para el desarrollo de las funciones ejecutivas de flexibilidad y control inhibitorio, ya que el alumno aprende a regular su frustración y a persistir en la búsqueda de soluciones alternativas ante la complejidad.

Sobre la Motivación Intrínseca: ¿Qué elementos de la gamificación (niveles, narrativa, insignias) considera usted que generan un mayor compromiso cognitivo sostenido en tareas de alta demanda lógica?

Desde la práctica pedagógica, el elemento que genera el mayor compromiso cognitivo sostenido no es la recompensa superficial, sino la narrativa vinculada a la progresión de niveles, ya que esta dota de un propósito épico al esfuerzo mental y transforma una serie de ejercicios lógicos en una "misión de rescate" o una "exploración espacial". Mientras que las insignias funcionan como un refuerzo de reconocimiento social a corto plazo, la estructura de niveles permite aplicar el concepto de andamiaje cognitivo, donde cada nuevo reto es apenas un poco más difícil que el anterior, manteniendo al estudiante en un estado de concentración profunda o "flujo". En tareas de alta demanda lógica, como la programación de un sensor ultrasónico, la narrativa permite que el alumno soporte la frustración del error porque su objetivo no es solo "que el robot no choque", sino "salvar a la tripulación de un

asteroide", convirtiendo la complejidad matemática en una herramienta necesaria para el éxito de la historia y garantizando que el compromiso no decaiga ante la primera dificultad técnica.

Análisis: Esta observación docente se sustenta en la Teoría de la Autodeterminación, donde la narrativa satisface la necesidad de significado y los niveles satisfacen la necesidad de competencia. El análisis sugiere que para potenciar el razonamiento lógico-matemático, la gamificación no debe entenderse como un sistema de puntos (puntos por tareas), sino como un diseño instruccional lúdico que proteja la carga cognitiva del estudiante; al fragmentar la complejidad en niveles narrativos, el cerebro procesa la información en dosis manejables, evitando el colapso por saturación y promoviendo una atención ejecutiva sostenida, esencial para la resolución de problemas de algoritmos y estructuras de control en la Educación Básica.

Dimensión: Rol Docente y Formación

Sobre la Mediación Pedagógica: ¿Cuál es el mayor desafío que enfrenta un docente al intentar transitar del rol de "transmisor de fórmulas" al de "facilitador de procesos" en un laboratorio de robótica?

Desde la experiencia directa en el aula, el mayor desafío para el docente es la gestión de la incertidumbre y la cesión del control cognitivo, ya que transitar hacia un rol de facilitador implica renunciar a la respuesta única y preestablecida para permitir que el caos creativo del laboratorio dicte el ritmo del aprendizaje. Mientras que como "transmisor de fórmulas" el profesor mantiene una zona de seguridad basada en el dictado y la repetición, en la robótica educativa debe desarrollar la tolerancia a la frustración ajena, resistiendo la tentación de intervenir prematuramente cuando un estudiante se equivoca en un algoritmo. Este cambio de identidad profesional requiere que el docente se convierta en un observador analítico que, en lugar de corregir el error, plantea la pregunta mediadora exacta que activa la reflexión del alumno, enfrentándose muchas veces al miedo de no tener la respuesta técnica inmediata ante un fallo del hardware o del código, lo que transforma la autoridad basada en el saber enciclopédico en una autoridad basada en el acompañamiento y la co-indagación.

Análisis: Este desafío representa la ruptura con el paradigma de la educación bancaria de Freire, donde el conocimiento se deposita en el alumno, para pasar a un modelo de mediación socioconstructivista. El análisis sugiere que la transición al rol de "facilitador" no es solo una cuestión de dominar la tecnología, sino de una reconfiguración epistemológica del docente, quien debe aceptar que el aprendizaje es un proceso no lineal y ruidoso; para potenciar el razonamiento lógico-matemático, el maestro debe actuar como un "andamio" invisible que se retira conforme el estudiante gana autonomía, lo que demanda una alta capacidad de gestión emocional y competencia tecnopedagógica para transformar el laboratorio en un entorno de descubrimiento y no en una simple réplica de instrucciones.

Sobre la Formación Continua: Más allá del manejo técnico del software, ¿qué competencias pedagógicas considera usted que son urgentes fortalecer en los docentes para una articulación efectiva entre juego y tecnología?

Desde la práctica en el aula, la competencia más urgente a fortalecer es el Diseño Tecno-Pedagógico con Enfoque Lúdico, la cual permite que el docente deje de ver la tecnología y el juego como "recompensas de viernes" y los integre como el núcleo mismo de la construcción del conocimiento matemático. No basta con saber encender un robot o conocer las reglas de un juego; el maestro necesita desarrollar la capacidad de transposición didáctica digital, que consiste en saber exactamente qué concepto lógico (como una variable o un condicional) se está activando a través de una mecánica de juego específica. Además, es crítico fortalecer la gestión de entornos de aprendizaje activos, donde el docente aprenda a evaluar procesos en lugar de resultados, desarrollando una sensibilidad pedagógica para intervenir mediante preguntas mediadoras en lugar de dar instrucciones directas,

transformando así el laboratorio en un espacio de indagación donde la tecnología es un lenguaje y el juego es el motor de la persistencia cognitiva.

Análisis: Esta necesidad de formación subraya que la brecha principal no es tecnológica (acceso a equipos), sino metodológica y de diseño instruccional. El análisis sugiere que para potenciar el razonamiento lógico-matemático, la formación docente debe migrar del aprendizaje de herramientas (saber usar Scratch) al desarrollo del Pensamiento Computacional Pedagógico, donde el maestro comprenda la arquitectura cognitiva del aprendizaje; esto implica que el docente debe ser capaz de "orquestrar" la carga cognitiva de los estudiantes, asegurando que la gamificación no sea un distractor, sino un andamiaje que proteja y estimule las funciones ejecutivas de planificación y resolución de problemas en entornos digitales.

Dimensión: Inclusión y Evaluación

Sobre la Equidad y Brecha: En contextos con recursos limitados, ¿qué estrategias de "robótica desconectada" o de bajo costo ha implementado o sugeriría para no excluir el desarrollo del pensamiento lógico?

Desde la práctica docente en entornos con restricciones presupuestarias, la estrategia más efectiva es la implementación de la Robótica Desconectada (Unplugged Robotics), la cual demuestra que el desarrollo del pensamiento lógico no depende del hardware costoso, sino de la arquitectura de los algoritmos mentales. En el aula, esto se traduce en transformar al propio estudiante en un "robot" que debe seguir instrucciones precisas de sus compañeros (programadores) para navegar por una cuadrícula dibujada en el suelo, utilizando comandos flecha, bucles y condicionales de cartón. Esta metodología se complementa con el uso de materiales de bajo costo o reciclados para construir autómatas mecánicos (como manos hidráulicas con jeringas o circuitos de papel con cinta de cobre), donde el desafío lógico reside en entender la transmisión de movimiento y la energía; de este modo, se garantiza que la brecha económica no se convierta en una brecha cognitiva, permitiendo que el alumno abstraiga los mismos principios de secuenciación y resolución de problemas que usaría con un kit de alta gama, pero aplicados a su realidad inmediata.

Análisis: Esta estrategia se fundamenta en la Teoría del Pensamiento Computacional Desconectado, que sostiene que los conceptos fundamentales de la informática (algoritmos, patrones, abstracción) son independientes de la máquina. El análisis sugiere que la "robótica de bajo costo" democratiza el acceso al razonamiento lógico-matemático al eliminar la barrera del "miedo al equipo caro", fomentando una creatividad resiliente. Al trabajar sin dispositivos, el cerebro se ve obligado a realizar una simulación mental más intensa, lo que fortalece la memoria de trabajo y la capacidad de anticipación, demostrando que la verdadera innovación pedagógica radica en la mediación del docente y no en la sofisticación del recurso tecnológico.

Sobre la Evaluación de Desempeño: ¿Qué indicadores específicos utiliza o propondría para evaluar el progreso del razonamiento lógico de un estudiante, más allá de que el robot logre o no cumplir la meta física?

Desde la práctica docente, el indicador más revelador es la eficiencia y coherencia de la estructura algorítmica, la cual permite observar cómo el estudiante organiza sus pensamientos antes de que el robot ejecute cualquier acción. En lugar de centrarme en si el robot llegó a la meta, propongo evaluar la capacidad de depuración (debugging), midiendo cuántas veces el alumno logra identificar la línea exacta de código que causó un error y qué razonamiento utiliza para corregirla, así como la abstracción de variables, donde se observa si el niño puede generalizar una solución (ej. usar un bucle en lugar de repetir 10 veces el mismo comando). Otros indicadores críticos incluyen la descomposición de problemas complejos en pasos manejables y la transferencia de lógica, es decir, si el estudiante es

capaz de aplicar una estructura que funcionó en un reto de geometría para resolver un problema de sensores; de esta forma, la evaluación se desplaza del producto físico (el robot moviéndose) hacia la arquitectura mental, validando el desarrollo de funciones ejecutivas como la planificación, la flexibilidad cognitiva y el control inhibitorio.

Análisis: Este enfoque evaluativo se fundamenta en la Evaluación Auténtica de Procesos, que prioriza el "saber cómo" sobre el "saber qué". El análisis sugiere que para potenciar el razonamiento lógico-matemático, los indicadores deben medir el Pensamiento Computacional como una competencia cognitiva transversal; al evaluar la elegancia del código, la persistencia ante el error y la capacidad de abstracción, el docente está midiendo en realidad la formación de estructuras mentales superiores. Esto garantiza que el aprendizaje sea profundo y no accidental, permitiendo que el estudiante desarrolle una metacognición sólida que le servirá para abordar problemas matemáticos abstractos con la misma rigurosidad con la que programa un autómatas.

REFERENCIAS

Bers, M. U. (2018). Coding as a Playground: Programming and Computational Thinking in the Early Childhood Classroom. Routledge.

Bers, M. U. (2020). Coding as a Playground: Programming and Computational Thinking in the Early Childhood Classroom. (2nd ed.). Routledge.

Deterding, S. (2012). Gamification: Designing for Motivation. Interactions, 19(4), 14-17. <https://doi.org/10.1145/2212877.2212883>

Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: defining gamification. Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference.

Dewey, J. (1938). Experience and Education. Kappa Delta Pi.

Diamond, A. (2013). Executive Functions. Annual Review of Psychology, 64, 135-168.

García-Valcárcel, A., & Caballero, Y. (2019). Robótica para desarrollar el pensamiento computacional en Educación Infantil. Comunicar: Revista Científica de Comunicación y Educación.

Hembree, R. (1990). The Nature, Effects, and Relief of Mathematics Anxiety. Journal for Research in Mathematics Education.

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill.

Howard-Jones, P. A. (2014). Neuroscience and Education: Myths and Messages. Nature Reviews Neuroscience, 15(12), 817-824.

Hunicke, R., LeBlanc, M., & Zubek, R. (2004). MDA: A formal approach to game design and game research. Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI.

Johnson, L., Adams Becker, S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A., & Hall, C. (2016). NMC Horizon Report: 2016 Higher Education Edition. The New Media Consortium.

Kapp, K. M. (2012). The Gamification of Learning and Instruction. Pfeiffer.

Kapp, K. M. (2012). The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies. Pfeiffer.

Kolb, D. A. (1984). Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development. Prentice-Hall.

Mora, F. (2017). Neuroeducación: solo se puede aprender aquello que se ama. Alianza Editorial.

Papert, S. (1980). Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas. Basic Books.

Piaget, J. (1970). Genetic Epistemology. Columbia University Press.

Resnick, M., & Siegel, D. (2015). A Different Approach to Coding. International Journal of People-Oriented Programming (IJPOP).

Siemens, G. (2005). Connectivism: A learning theory for the digital age. International Journal of Instructional Technology and Distance Learning.

UNESCO (2019). Marco de competencias de los docentes en materia de TIC. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press.

Werbach, K., & Hunter, D. (2012). *For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business*. Wharton Digital Press.

Wiggins, G., & McTighe, J. (2005). *Understanding by Design*. Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD).

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

Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, (46).

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