

INTERVENCIÓN EDUCATIVA GAMIFICADA CON JAVASCRIPT: EVIDENCIAS EN COLOMBIA Y CHILE

GAMIFIED EDUCATIONAL INTERVENTION WITH JAVASCRIPT: EVIDENCE
FROM COLOMBIA AND CHILE

INTERVENÇÃO EDUCACIONAL GAMIFICADA COM JAVASCRIPT:
EVIDÊNCIAS NA COLÔMBIA E NO CHILE

Juan Sebastián Vélez Cala¹, Sonia Valbuena², Rodrigo Panes³

DOI: 10.54899/dcs.v23i87.4295

Recibido: 20/01/2026 | Aceptado: 23/01/2026 | Publicación en línea: 13/02/2026.

RESUMEN

Este estudio abordó el desafío de fortalecer el Pensamiento Computacional (PC) y el rendimiento en matemáticas en estudiantes de 15 años, mediante la evaluación de una propuesta de enseñanza innovadora. El objetivo principal fue analizar la relación entre una metodología basada en gamificación y el aprendizaje de JavaScript (JS), en términos del desarrollo de competencias computacionales y del desempeño académico en matemáticas en jóvenes de Colombia y Chile. El diseño de la investigación adoptó un enfoque de triangulación de datos. Se realizó un análisis comparativo de las condiciones de los grupos, considerando la implementación de actividades gamificadas apoyadas en JavaScript para la resolución de problemas matemáticos. Los resultados evidenciaron que la intervención con gamificación orientada a la programación en JS produjo mejoras significativas en ambas variables: se obtuvieron mayores logros en la comprensión de conceptos matemáticos y se observó un incremento en la motivación estudiantil. En conclusión, la integración de gamificación y JavaScript constituye una estrategia didáctica eficaz para potenciar el PC y elevar el rendimiento en matemáticas en contextos educativos de Colombia y Chile.

Palabras clave: Pensamiento Computacional. Gamificación. JavaScript. Matemáticas.

ABSTRACT

This study addressed the challenge of strengthening Computational Thinking (CT) and mathematics achievement among 15-year-old students by evaluating an innovative teaching proposal. The main objective was to analyze the relationship between a gamification-based methodology and learning JavaScript (JS), in terms of developing computational competencies and academic performance in mathematics among youth in Colombia and Chile. The research

¹ Licenciado en Matemáticas, Universidad del Atlántico (UA), Barranquilla, Atlántico. Colombia.

Correo electrónico: jsvelez@mail.uniatlantico.edu.co Orcid: <https://orcid.org/0009-0005-6007-4495>

² Doctora en Ciencias Matemáticas, Universidad del Atlántico (UA), Barranquilla, Atlántico, Colombia.

Correo electrónico: soniabalbuena@mail.uniatlantico.edu.co Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3667-1087>

³ Doctor en Educación, Universidad del Bío-Bío, Chillán, Chile. Correo electrónico: rpanes@ubiobio.cl

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2400-6701>

design adopted a data triangulation approach. A comparative analysis of the groups' conditions was conducted, considering the implementation of gamified activities supported by JavaScript for solving mathematical problems. The results showed that the gamification intervention oriented toward programming in JS produced significant improvements in both variables: higher gains were obtained in the understanding of mathematical concepts, and an increase in student motivation was observed. In conclusion, integrating gamification and JavaScript constitutes an effective teaching strategy to enhance CT and improve mathematics performance in educational contexts in Colombia and Chile..

Keywords: Computational Thinking. Gamification. JavaScript. Mathematics.

RESUMO

Este estudo abordou o desafio de fortalecer o Pensamento Computacional (PC) e o desempenho em matemática de estudantes de 15 anos, por meio da avaliação de uma proposta de ensino inovadora. O objetivo principal foi analisar a relação entre uma metodologia baseada em gamificação e a aprendizagem de JavaScript (JS), em termos do desenvolvimento de competências computacionais e do desempenho acadêmico em matemática de jovens na Colômbia e no Chile. O desenho da pesquisa adotou uma abordagem de triangulação de dados. Foi realizada uma análise comparativa das condições dos grupos, considerando a implementação de atividades gamificadas apoiadas em JavaScript para a resolução de problemas matemáticos. Os resultados evidenciaram que a intervenção com gamificação orientada à programação em JS produziu melhorias significativas em ambas as variáveis: obtiveram-se maiores avanços na compreensão de conceitos matemáticos e observou-se um aumento na motivação dos estudantes. Em conclusão, a integração entre gamificação e JavaScript constitui uma estratégia didática eficaz para potencializar o PC e elevar o desempenho em matemática em contextos educacionais da Colômbia e do Chile.

Palavras-chave: Pensamento Computacional. Gamificação. JavaScript. Matemática.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

INTRODUCCIÓN

En la educación matemática escolar, las matemáticas ocupan un lugar central para el desarrollo del razonamiento, la resolución de problemas y la toma de decisiones informadas. Sin embargo, la persistencia de enfoques predominantemente tradicionales centrados en la memorización de procedimientos, la repetición de ejercicios y la escasa contextualización ha contribuido a que parte del estudiantado perciba los contenidos como abstractos, desconectados de situaciones reales y, en consecuencia, poco significativos. Esta situación se asocia con niveles bajos de motivación, compromiso y desempeño, así como con oportunidades limitadas para

promover capacidades cognitivas de orden superior (ZAMBRANO-CHOEZ *et al.*, 2025). Frente a este panorama, diversas líneas de investigación y de innovación didáctica han impulsado metodologías que integran experiencias activas de aprendizaje, herramientas digitales y enfoques orientados al desarrollo de competencias del siglo XXI.

Entre las alternativas que han mostrado especial relevancia se encuentran el Pensamiento Computacional (PC), la gamificación y la incorporación de lenguajes de programación en la enseñanza, particularmente JavaScript (JS). El PC se entiende como un conjunto de habilidades y prácticas para abordar problemas complejos mediante principios propios de la ciencia de la computación, tales como la descomposición, la identificación de patrones, la abstracción y el diseño de algoritmos (WING, 2006). Estas habilidades no solo favorecen la comprensión de procesos computacionales, sino que también resultan consistentes con formas de pensar propias de la matemática escolar, especialmente cuando se busca modelar situaciones, justificar procedimientos y generalizar relaciones. Investigaciones recientes han reportado vínculos estrechos entre PC y pensamiento matemático (SHEN *et al.*, 2020), y han evidenciado que el ejercicio sistemático del PC puede incidir de manera significativa en el desarrollo del razonamiento matemático (ARGOTI, 2023). En esta perspectiva, integrar el PC al currículo de matemáticas, incluso desde niveles tempranos, contribuye a establecer bases conceptuales para comprender nociones como funciones, conjuntos y geometría, además de potenciar enfoques de resolución de problemas más estratégicos y reflexivos (EIA, 2024); (NAVAS-LÓPEZ, 2024).

De manera complementaria, la gamificación entendida como el uso intencional de mecánicas, dinámicas y elementos de diseño de juegos en contextos no lúdicos se ha consolidado como una estrategia pedagógica para enfrentar la falta de motivación y promover el compromiso sostenido. La evidencia reporta que entornos gamificados pueden favorecer la participación, el interés y la disposición hacia el aprendizaje, además de apoyar la resolución de problemas en matemáticas al introducir metas claras, retroalimentación inmediata y progresión por niveles (RECIMUNDO, 2025); (ARIAS *et al.*, 2025). Asimismo, enfoques más robustos como la gamificación inmersiva han mostrado potencial para fortalecer habilidades de resolución de problemas en el ámbito matemático, al situar al estudiante en retos narrativos y misiones con sentido, donde se articula el logro académico con la experiencia de juego (PIONCE MITE *et al.*, 2025). No obstante, la literatura también advierte riesgos asociados a una gamificación superficial, limitada a recompensas externas o cambios de formato que reproducen prácticas tradicionales sin transformar el aprendizaje. En consecuencia, su efectividad depende de un

diseño pedagógico “profundo”, alineado con objetivos curriculares, con retos auténticos, colaboración y énfasis en procesos de pensamiento (revisión sistemática, 2025).

Para materializar la convergencia entre PC y gamificación, las tecnologías digitales resultan decisivas. En América Latina, gran parte de las investigaciones sobre PC se han centrado en programación por bloques y robótica educativa (RED, 2021). Aunque estos enfoques son valiosos, la exploración de lenguajes de programación textuales integrados de forma sistemática a la enseñanza de las matemáticas sigue siendo limitada. En este punto, JavaScript ofrece una oportunidad particular: por su amplia difusión, su curva de entrada relativamente accesible y su potencial para construir recursos interactivos en la web, JS permite que el estudiantado observe, pruebe y modifique representaciones dinámicas (por ejemplo, funciones, patrones, simulaciones o visualizaciones), favoreciendo la comprensión de conceptos abstractos mediante experiencias prácticas. En consonancia con ello, se ha señalado que el uso de herramientas digitales en matemáticas puede apoyar la comprensión de contenidos de álgebra, geometría y funciones (DOCENTES 2.0, 2024). Sin embargo, disponer de una tecnología adecuada no garantiza, por sí misma, mejoras en el aprendizaje: es la articulación didáctica entre objetivos matemáticos, procesos de PC y experiencias gamificadas lo que puede producir efectos sostenidos.

A pesar del consenso sobre los beneficios potenciales del PC, la gamificación y las tecnologías digitales, la literatura evidencia vacíos metodológicos y empíricos relevantes que justifican el presente estudio. Primero, persiste la prevalencia de lenguajes por bloques y robótica en la investigación escolar, con menor evidencia sobre el impacto de lenguajes textuales —como JS— integrados de manera sistemática a actividades gamificadas orientadas a la resolución de problemas matemáticos. Segundo, se requiere profundizar en estudios que examinen la sostenibilidad de estas intervenciones, así como la evolución de habilidades metacognitivas y del compromiso estudiantil en el tiempo (RECIMUNDO, 2025); (UCHILE, 2024). Tercero, siguen siendo escasos los análisis que exploren de forma conjunta la interacción entre PC, gamificación y JavaScript, y su efecto combinado sobre el desempeño académico, la comprensión conceptual y la motivación en el marco de un currículo definido.

En este contexto, el estudio se sitúa en escenarios educativos de Colombia y Chile, países donde se observan avances importantes —aunque con trayectorias y estrategias diferenciadas— en la adopción de tecnologías educativas, PC y enfoques innovadores. En Colombia, la pandemia de COVID-19 funcionó como catalizador para acelerar la incorporación de herramientas digitales y para resignificar el PC como recurso para mantener la continuidad y la participación en los

procesos formativos. Se reportan hallazgos que sustentan empíricamente la relación entre PC y aprendizaje matemático en educación media, lo cual fortalece su justificación curricular. A nivel regional, el departamento del Atlántico destaca por su dinamismo investigativo, con iniciativas universitarias orientadas a la relación entre informática y didáctica de las matemáticas, así como por el impulso de espacios académicos de discusión especializados. De forma paralela, se aprecia una producción diversa de trabajos académicos que exploran la gamificación para favorecer la comprensión lectora, el razonamiento cuantitativo y la resolución de problemas matemáticos, incluyendo experiencias en contextos de necesidades educativas especiales.

En Chile, se observa un marco institucional y de política pública que promueve la integración de tecnología y PC en el sistema educativo. En educación superior, existen iniciativas curriculares en programas de formación docente que incluyen asignaturas orientadas a tecnologías para el aprendizaje y enseñanza de la matemática, lo que evidencia el reconocimiento de estas competencias en el perfil profesional. A nivel escolar, resulta especialmente relevante la incorporación de “Pensamiento Computacional y Programación” en el currículo de 3° y 4° medio, junto con programas nacionales de lenguajes digitales que apoyan formación docente y recursos educativos. Adicionalmente, existen experiencias de gamificación de mayor escala orientadas a mejorar aprendizajes matemáticos en contextos de alta vulnerabilidad, con resultados positivos reportados en la literatura. Este escenario sugiere una estrategia con potencial de escalabilidad y evaluación sistemática, donde el reto principal es avanzar hacia modelos integrados que conecten el desarrollo de PC con la comprensión matemática y la motivación.

A partir de lo anterior, este trabajo plantea como problema central la insuficiencia de los enfoques tradicionales para promover aprendizaje profundo, motivación y desarrollo de PC en matemáticas, así como la escasez de propuestas que integren coherentemente gamificación, programación textual (JS) y objetivos curriculares matemáticos. En consecuencia, surge la pregunta de investigación: ¿Cómo puede un modelo de enseñanza que integra el PC, la gamificación y el lenguaje JavaScript mejorar el rendimiento académico y la comprensión conceptual en matemáticas, a la vez que incrementa la motivación y el compromiso de estudiantes de educación media en Colombia y Chile?

En respuesta, el estudio evalúa una propuesta didáctica que articula (i) tareas matemáticas de resolución de problemas, (ii) prácticas de PC orientadas al diseño y prueba de soluciones, y (iii) un diseño gamificado que estructura metas, retos y retroalimentación, apoyado en JavaScript como medio de construcción y visualización. Con ello, se busca contribuir con evidencia empírica

y orientaciones metodológicas para avanzar hacia una integración “profunda” y curricularmente pertinente de estos enfoques, de modo que el aprendizaje matemático se vincule con experiencias activas, significativas y alineadas con las demandas formativas contemporáneas.

MARCO TEÓRICO

La gamificación es el motor de las emociones y las acciones de los estudiantes, Se define la gamificación como el “uso de mecanismos, de estética y de pensamiento para atraer a las personas, empujarlas a la acción para ayudar en el aprendizaje o resolver situaciones de problema” (KAPP, 2012, p.9). Por lo tanto, la combinación de cosas como puntos, niveles de juego, retos y clasificación es la que intenta generar un contexto del aprendizaje que hace que el proceso de aprendizaje que hace que el proceso de aprendizaje se vuelva atractivo, favoreciendo la motivación del aprendizaje y el compromiso del estudiante, disminuyendo la ansiedad y favoreciendo la persistencia (KAPP, 2012). Estos elementos de juego no son simplemente un “envoltorio estético”, sino que necesitan estar bien diseñados para que se genere una experiencia de aprendizaje significativa que lleve a fortalecer la retención del contenido (KAPP, 2012). Así es como la gamificación es el elemento que hace que, mediante un armazón con metas claras y retroalimentación, el estudiante participe activamente en la materia e incluso que el error pueda ser representado como parte del proceso de dominio (KAPP, 2012).

Aunque Kapp se centra principalmente en gamificación y en la metodología de aprendizajes basadas en juegos, es aplicable perfectamente en el formato del PC.

El PC proporciona la estructura adaptiva para abordar los problemas. Sus capacidades de descomposición, abstracción y algoritmos instruyen a los alumnos como descomponer problemas complejos en partes controlables, para poder ir identificando patrones internos y elaborar soluciones de forma lógica. La gamificación a su vez, facilita un entorno seguro donde poner a prueba, explorar y pensar en “intentar cosas nuevas” (KAPP, 2012). En este contexto gamificado:

- a) El PC se convierte en un enfoque “enchufado” y natural; la gamificación estimula una interacción constante y una retroalimentación continua, que son aspectos que se consideran naturales en los juegos (KAPP, 2012). Enmarcar los problemas de PC (elaborar un algoritmo para un reto) dentro de las reglas de un juego hace que la necesidad de poner en práctica el pensamiento lógico – estructural aflore de manera natural y esté directamente ligada al deseo de ganar, al deseo de superarse, de tal forma que se moviliza

la necesidad de hacer uso de la abstracción y de la descomposición para conseguir superar los niveles.

b) Se relaciona con los temas: Al integrar el contenido educativo escolar dentro de las mecánicas y las narrativas del juego, el proceso mental de PC tiende a la resolución de problemas matemáticos reales o conceptuales, un nuevo tipo de razonamiento acerca de los problemas matemáticos que apoya Kapp ya que el juego “debe ayudar a aprender” (KAPP, 2012).

c) JavaScript pasa a ser la herramienta que proporciona el posible hándicap de esa sinergia. Es el conector tal entre PC y motivador de la gamificación. Permite que la generación de simulaciones donde interactuar, visualizaciones dinámicas, plataformas de juego sean, por un lado, divertidas y a la vez cargadas de contenido educativo.

El uso de JS permite al alumno hacer uso de su PC poniendo en práctica los contenidos adquiridos para elaborar programas que simulan conceptos matemáticos, logrando que el aprendizaje sea un poco visible, que necesitaría la intervención del alumno, lo que coincide con Kapp que indica sobre la importancia que tiene la interacción y la respuesta inmediata del jugador (KAPP, 2012), puesto que el código se ejecuta al instante, devuelve el resultado y proporciona la respuesta necesaria para poner el pensamiento y el diseño de la solución

La sinergia de estos tres elementos es lo que hace que el aprendizaje significativo adquiera fuerzas: la gamificación engancha al estudiante en una tarea (el entorno), el PC le enseña a resolverla (el cómo) y JS le proporciona la propiedad de ejecutar y visualizar su solución (la herramienta).

METODOLOGÍA

Materiales y Métodos

La Triangulación será utilizada como la estrategia para el control de calidad y el rigor que incrementa la credibilidad de los resultados, tal como indica (DENZIN, 1970), quien la define como la combinación de dos o más teorías, fuentes de datos, o bien métodos de investigación en la exploración de un fenómeno específico. La Triangulación fue utilizada originalmente por (CAMPBELL *et al.*, 1959) en el contexto de la validación de constructos, y el uso que se hace dentro de la investigación social o cualitativa (DENZIN, 1970); (FLICK, 2007); (PATTON,

2002) es el que permite confrontar diferentes tipos de enfoques y contrastar la información para reducir los sesgos que pueden aparecer cuando se utiliza un mismo método o una misma fuente.

La Triangulación de Datos se utilizarán diversas fuentes de datos para obtener diferentes visiones sobre un mismo fenómeno. Según (DENZIN, 1970) y (PATTON, 2002) lo que se persigue es validar una proposición teorica confrontando la información de diferentes fuentes, tiempos o espacios. En este caso concreto, esto implica la utilización de entrevistas, de observación participante y de análisis de documentos, como mostrado en la Tabla 1.

Tabla 1

Fuente de datos e instrumentos para recolectar información.

Fuente de Datos	Instrumento	Dimensión de Analisis
Estudiantes	Entrevistas Semiestructuradas	Percepción, motivación, comprensión conceptual y actitudes hacia la metodología integrada
Contexto	Observación participante	Nivel de engagement real, interacción con el lenguaje, JS, uso efectivo de estrategias, PC durante la gamificación

Participantes

Los participantes son los estudiantes de Educación Media en Colombia y Chile, por ser este nivel uno de los más críticos para la incorporación del PC y para la conceptualización de las matemáticas (EIA, 2024); (NAVAS-LÓPEZ, 2024).

Instrumentos Didácticos

Los instrumentos didácticos que se implementaron durante la sesión fueron: Diapositiva proyectada en el tablero mediante un proyector en el aula. Un teléfono móvil o un ordenador portátil. Acceso a internet. Tablero, marcado, hoja de papel. Juego didáctico en ordenador portátil.

Sesión Didáctica

El conjunto de situaciones didácticas se enmarcará en 60 minutos de didáctica con el desarrollo y análisis de código utilizando JS en un espacio de programación en línea como jsfiddle, este desarrollo se hará en tres pasos:

Inicio: Evaluación de conocimiento previos (10 minutos)

La sesión comienza en la fase de preguntas iniciales, tiene como objetivo principal averiguar cuáles son los conocimientos previos existentes en los participantes a partir de preguntas conceptuales que les planteamos. Esta fase tiene como finalidad el diagnostico de los conocimientos que el participante tiene como base para las tareas posteriores.

Desarrollo: Codificación y explicación (40 minutos)

El bloque central del desarrollo se ocupará del trabajo directo de código y se articula en tres tareas:

- Tarea previa: Explicación del código (10 minutos). Los participantes han de explicar el código expuesto en la diapositiva, por lo cual, solo se muestra el código de los números factoriales y con Visual Studio Code el de las funciones cuadráticas. Esta tarea garantiza la comprensión teórica y estructural de la solución antes de proporcionar la implementación práctica.
- Tarea 1: Desarrollar código (20 minutos). Es el fragmento más largo. Los alumnos han de desarrollar el código que se les proporciona (números factoriales) con la herramienta de jsfiddle. Durante este proceso, el formador se está atento a resolver dudas específicas respecto a las etiquetas de JS, proporcionando un soporte práctico y de resolución de los obstáculos de programación.
- Tarea 2: Ejecutar el código y su análisis (10 minutos). Los participantes deben analizar los resultados para comprobar la funcionalidad del código ejecutado.
- Cierre: Conclusión y reflexión (10 minutos)

En este cierre los participantes deben llegar a una conclusión en relación con la vinculación entre los conceptos, el código y los resultados que les haya sido posible alcanzar; lo que no solo permite una reflexión crítica, sino que, refuerza el aprendizaje de los participantes al establecer un vínculo entre la teoría y la práctica.

La diapositiva incluye una breve explicación de que es el Pensamiento Computacional (PC) seguido de una actividad, donde, usando el recurso de sus laptops o teléfonos móviles y

jsfiddle.net comenzamos con la construcción del código y explicamos el paso a paso de dicha construcción usando solo el lenguaje de JavaScript para el uso de calcular cualquier número factorial. El diseño de esta tarea de matemáticas incorpora un proceso de construcción conceptual que exige a los alumnos, para los trabajos que están en juego, llevar a cabo análisis, abstracciones, generalizaciones y síntesis (El acceso al recurso de actividades <https://sites.google.com/view/funciones-cuadraticas-juego/ecuaci%C3%B3n-cuadr%C3%A1tica>).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Del análisis emergió un hallazgo relevante: la mediación docente fue clave para superar la dificultad inicial de implementación sin afectar la adherencia del alumnado, un aspecto directamente asociado a la sostenibilidad del modelo. Al inicio, el profesorado manifestó preocupación por la curva de aprendizaje vinculada a la sintaxis de JavaScript y por el posible efecto desmotivador del tránsito desde lenguajes por bloques hacia código textual. En palabras de un docente: “Pensamos que el paso de bloques a código sería un freno, que les iba a quitar la motivación que producen los aspectos de la gamificación”. No obstante, las observaciones de aula evidenciaron un efecto compensatorio: la participación estudiantil se mantuvo alta y el compromiso con la dinámica gamificada no disminuyó. En este sentido, la motivación generada por las fases, retos y mecánicas del juego (KAPP, 2012) funcionó como un amortiguador de la dificultad sintáctica inicial, reduciendo el impacto de la curva de aprendizaje asociada al uso de JS. La presión positiva por resolver los desafíos del juego impulsó a los estudiantes a persistir, explorar y superar barreras relacionadas con el código. La triangulación de datos (observación, entrevistas y registros de desempeño) sugiere, por tanto, que el compromiso lúdico no solo acompaña, sino que interactúa con la dificultad técnica, favoreciendo la sostenibilidad del modelo integrado y ampliando la comprensión del rol docente en la gestión del compromiso.

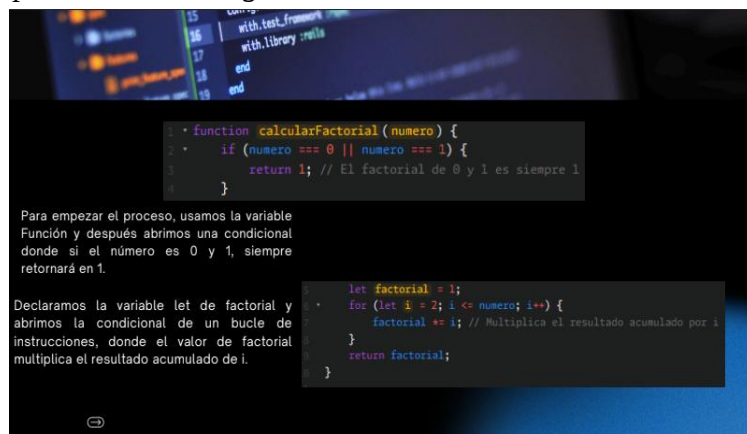
Asimismo, los resultados muestran una relación consistente entre la práctica pedagógica apoyada en JavaScript, el desarrollo del Pensamiento Computacional (PC) y una mejora en la comprensión conceptual de ideas matemáticas abstractas. En la fase inicial, la comprensión de conceptos como el factorial se evidenciaba superficial: varios estudiantes señalaron en entrevistas que era “una fórmula más que memorizar, sin sentido”, lo cual coincide con la percepción de las matemáticas como un conjunto de nociones abstractas desconectadas de procesos significativos.

Sin embargo, la observación sistemática de las sesiones de programación permitió identificar señales claras de cambio cognitivo. La necesidad de implementar en JavaScript un algoritmo, por ejemplo, mediante iteración o recursión para que el juego o la simulación funcionara obligó al estudiantado a descomponer el concepto, reconocer patrones, establecer pasos lógicos y construir una solución algorítmica, activando componentes centrales del PC. En este proceso, el código operó como un puente entre la fórmula abstracta y un procedimiento explícito y verificable: la ejecución inmediata en pantalla permitió observar el comportamiento del algoritmo y comprender, de manera tangible, la estructura operativa del factorial (**ver figura 1**). Este resultado es coherente con la idea de visualización activa mediada por JS reportada en estudios previos (NEPAL, 2025). En conjunto, la convergencia entre lo reportado por los estudiantes (sentido de logro y comprensión) y lo observado en las sesiones vincula directamente la práctica del PC mediada por JavaScript con una asimilación más profunda y activa de los conceptos matemáticos trabajados.

Figura 1

Experimento de un participante del estudio.

Explicación del código



Ejecución del código



Análisis comparativo (Chile vs. Colombia)

El análisis comparativo de las trayectorias de Chile y Colombia evidencia dos modelos de innovación educativa distintos, pero igualmente pertinentes, para promover transformaciones en la didáctica de las matemáticas. En el caso chileno, los resultados muestran un enfoque predominantemente centralizado o “de arriba hacia abajo”, en el que las políticas públicas establecen marcos curriculares, lineamientos y programas de alcance nacional. Este modelo

favorece una adopción amplia y relativamente homogénea, con capacidad de estandarización y de llegada a un número significativo de instituciones, lo que incrementa la probabilidad de implementación sistemática.

En contraste, la evidencia asociada a Colombia sugiere un modelo más distribuido o “de abajo hacia arriba”, donde la innovación se impulsa desde un ecosistema académico y formativo diverso. En este contexto, se observan iniciativas promovidas por múltiples instituciones, expresadas en la producción de tesis, experiencias locales, semilleros de investigación y encuentros regionales que reflejan un interés sostenido y una actividad creciente en torno a la integración de enfoques innovadores. Asimismo, la pandemia operó como catalizador al legitimar la necesidad de estas herramientas y acelerar su incorporación, generando condiciones para que la investigación y la implementación permanezcan y se fortalezcan en el tiempo.

En conjunto, estos hallazgos permiten interpretar que ambas aproximaciones —la centralizada chilena y la distribuida colombiana— constituyen vías efectivas, aunque con lógicas de adopción diferentes: una orientada a la escalabilidad y la uniformidad, y otra basada en la dinamización local y la consolidación gradual a partir de la investigación y la práctica educativa.

Los hallazgos derivados de la implementación del modelo de gamificación mediado por programación en JavaScript (JS) para el aprendizaje de contenidos matemáticos aportan evidencia sólida tanto sobre la viabilidad de la propuesta como sobre el papel de la programación como puente didáctico entre la abstracción y la visualización activa. En conjunto, los resultados permiten triangular y contrastar con estudios previos que han señalado el potencial de enfoques integrados para favorecer aprendizajes más significativos, particularmente cuando los estudiantes interactúan con representaciones dinámicas y procesos algorítmicos.

Un resultado central fue la capacidad de la motivación que genera la gamificación (KAPP, 2012) para amortiguar la dificultad inicial asociada a la sintaxis de JavaScript, preocupación manifestada por el profesorado al anticipar que la transición “de bloques a código” podría disminuir el interés del alumnado. Sin embargo, lo observado en aula sugiere lo contrario: la adherencia de los estudiantes se mantuvo elevada a pesar de la curva de aprendizaje, lo que coincide con la literatura que destaca cómo elementos del diseño de juego —como retos progresivos, metas claras y retroalimentación inmediata— incrementan el tiempo de práctica y sostienen el esfuerzo en tareas cognitivamente demandantes. En este sentido, la dinámica lúdica operó como un soporte motivacional que favoreció la persistencia y redujo el efecto desmotivador que suele acompañar el aprendizaje de un lenguaje textual en sus primeras etapas.

El contraste entre las expectativas docentes y la respuesta del alumnado resulta especialmente relevante. Mientras algunos docentes anticipaban una “traba” en el paso al código, la necesidad de superar obstáculos del juego condujo a los estudiantes a “romper las barreras del código”, transformando la programación en un medio para alcanzar metas significativas dentro de la experiencia gamificada. Este patrón sugiere que el compromiso generado por la actividad lúdica funciona como un mecanismo motivacional intrínseco, con potencial para sostener el bienestar y el involucramiento en el tiempo (FERNANDEZ ARIAS *et al.*, 2020), más allá de un simple “efecto novedad” (MICOLTA, 2021). En consecuencia, nuestros datos respaldan la idea de que la gamificación puede contribuir a la sostenibilidad del modelo, incluso cuando existe una exigencia técnica real en el aprendizaje.

Adicionalmente, los resultados muestran una relación consistente entre el uso de JavaScript en la práctica y un progreso observable en la comprensión conceptual de nociones abstractas, como el factorial. En la fase inicial, el estudiantado tendía a interpretar el factorial como “una fórmula para memorizar”, percepción característica de enfoques superficiales de aprendizaje matemático que limitan la construcción de sentido (STACEY, 2006). En cambio, la implementación del algoritmo en JS —ya fuera iterativo o recursivo— obligó a descomponer el concepto, identificar regularidades y construir una secuencia lógica de pasos, activando procesos propios del Pensamiento Computacional. La ejecución inmediata del código permitió observar el procedimiento en acción, haciendo visible lo que antes era únicamente simbólico. Esta transformación de la fórmula en proceso contribuye a una comprensión más profunda y operativa del concepto, coherente con enfoques de visualización y aprendizaje activo.

Finalmente, la comparación entre Chile y Colombia introduce un componente de discusión sobre las rutas de adopción de la innovación en educación. Los hallazgos permiten interpretar que Chile se aproxima a un modelo más centralizado o top-down, orientado por políticas y programas de alcance nacional que buscan una implementación amplia y relativamente homogénea. En contraste, Colombia muestra rasgos de un modelo más distribuido o bottom-up, donde la innovación se impulsa desde ecosistemas institucionales y académicos locales, con apropiación progresiva desde la base. Este contraste es consistente con discusiones clásicas de política educativa, en las que ambos modelos se consideran potencialmente exitosos, aunque con dinámicas y condiciones de sostenibilidad diferentes (UNESCO, 2015). En nuestro estudio, el desempeño del modelo integrado (gamificación + JS) en ambos contextos sugiere que su fortaleza

no depende exclusivamente del tipo de gobernanza de la innovación, sino de la coherencia didáctica del diseño y de su capacidad para adaptarse a marcos institucionales diversos.

La convergencia en las respuestas del estudiantado en ambos países —en términos de motivación, participación y comprensión— sugiere que el diseño pedagógico posee transferibilidad contextual, aun cuando la adopción de la innovación siga rutas distintas. Asimismo, la pandemia aparece como un acelerador que consolidó la legitimidad y el uso de estas herramientas, resaltando la importancia de la flexibilidad y la adaptación local, aspecto particularmente visible en el caso colombiano. En síntesis, los resultados respaldan el potencial de integrar gamificación y programación en JS como una vía didáctica eficaz para promover pensamiento computacional, comprensión conceptual y compromiso sostenido en matemáticas, con aplicabilidad en escenarios educativos heterogéneos.

CONCLUSIÓN

En esta investigación se evaluó el impacto de un modelo pedagógico integrado que articula gamificación y Pensamiento Computacional (PC), mediado por el lenguaje JavaScript (JS), en el aprendizaje de conceptos matemáticos abstractos, en particular, el factorial y la función cuadrática. En términos generales, los resultados respaldan la hipótesis planteada: el modelo favorece una comprensión conceptual más profunda y presenta condiciones de sostenibilidad pedagógica, incluso ante la exigencia técnica propia del aprendizaje inicial de un lenguaje de programación textual.

Un hallazgo clave fue el efecto compensatorio de la gamificación frente a la curva de aprendizaje de JavaScript. Aunque el profesorado manifestó inquietudes iniciales sobre la posible desmotivación derivada de la sintaxis, la evidencia recogida mostró que la motivación generada por las mecánicas del juego sostuvo altos niveles de adherencia y participación estudiantil. En la práctica, la necesidad de avanzar en los retos y resolver problemas dentro de la dinámica gamificada impulsó la persistencia y amortiguó la aversión inicial al código. Este resultado es relevante porque sugiere que el modelo integrado no solo “toleró” la dificultad técnica, sino que la incorporó como un desafío significativo, complejizando el compromiso del alumnado y fortaleciendo la continuidad del proceso formativo.

Asimismo, la programación en JS operó como un puente didáctico activo entre la abstracción matemática y la representación visible de los procesos. La exigencia de escribir,

probar y ejecutar algoritmos —por ejemplo, para modelar el factorial— promovió la activación de pilares del PC, tales como la descomposición, la abstracción y el diseño algorítmico. Este tránsito permitió que el estudiantado desplazara una comprensión inicial centrada en la memorización de fórmulas hacia una interpretación procesual, lógica y verificable. De manera análoga, en el trabajo con la función cuadrática, el código facilitó la exploración dinámica del comportamiento de las variables y su efecto sobre la parábola, favoreciendo una comprensión conceptual que supera lo observado en enfoques tradicionales predominantemente procedimentales.

Finalmente, el contraste contextual entre Chile y Colombia aportó evidencia adicional sobre la robustez del diseño pedagógico. A pesar de que la adopción de innovaciones educativas se enmarca en modelos diferentes, más centralizado en Chile y más distribuido o bottom-up en Colombia, el impacto motivacional y los patrones de comprensión observados resultaron consistentes en ambos escenarios. En consecuencia, se concluye que la propuesta de gamificación mediada por JavaScript es altamente replicable y funcional, y que su efectividad depende, en mayor medida, de la coherencia del diseño didáctico y de su implementación pedagógica que del tipo de estructura de política educativa vigente en cada país.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad del Atlántico, Colombia y a la Universidad del BioBio, Chile por el apoyo a la pasantía investigativa de Juan Sebastian Velez.

REFERENCIAS

- ARGOTI, J. A. El pensamiento computacional, como soporte del pensamiento matemático, en la Institución Educativa Santo Domingo Savio de Chinchiná (Caldas-Colombia). *Miradas*, [S.l.], v. 18, n. 2, p. 28–74, 2023. Disponible en: <https://doi.org/10.22517/25393812.25518>.
- ARIAS, P. E.; FRANCIA, M. E. Gamificación para el desarrollo del pensamiento lógico matemático en educación básica. *Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, [S.l.], v. 9, n. 38, p. 2143–2159, 2025. Disponible en: <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v9i38.1041>.
- CAMPBELL, D. T.; FISKE, D. W. Convergent and discriminant validation by the multitrait-multimethod matrix. *Psychological Bulletin*, [S.l.], v. 56, n. 2, p. 81–105, 1959.

- DENZIN, N. K. *The research act: A theoretical introduction to sociological methods*. [S.l.]: Aldine Publishing Company, 1970.
- DOCENTES 2.0. Uso de la tecnología digital en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas: Una perspectiva de la práctica en el aula. *Revista Docentes 2.0*, [S.l.], v. 14, n. 2, 2024. Disponible en: <https://ojs.docentes20.com/index.php/revista-docentes20/article/view/519>.
- EIA. Revisión sistemática de la integración y la relación entre el pensamiento computacional y las matemáticas en los primeros años escolares. *Revistas EIA*, [S.l.], v. 21, n. 41, p. 1–17, 2024. Disponible en: <https://revistas.eia.edu.co/index.php/reveia/article/view/1717>.
- FERNÁNDEZ-ARIAS, P.; ORDÓÑEZ-OLMEDO, E.; VERGARA, D.; GÓMEZ-VALLECILLO, A. La gamificación como técnica de adquisición de competencias sociales. *Prisma Social*, [S.l.], n. 31, p. 388–409, 2020.
- FLICK, U. *Introducción a la investigación cualitativa*. Madrid: Morata, 2007.
- KAPP, K. M. *The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education*. San Francisco: Pfeiffer, 2012.
- LARA MICOLTA, M. *Gamificación como estrategia de motivación en el proceso de enseñanza-aprendizaje*. 2021. Tesis (Maestría) – Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, 2021. Disponible en: <https://repositorio.puce.edu.ec/items/44206e50-08e2-4d07-abbd-ae722dfdec16>.
- MORENO, C.; ORELLANA, J. El aprendizaje de la función cuadrática: Un análisis del discurso matemático. *Educación Matemática*, [S.l.], v. 23, n. 1, p. 135–159, 2011. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/405/40523106006.pdf>.
- NAVAS-LÓPEZ, E. A. Relationship between mathematics, algorithmic thinking and computational thinking. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, Chihuahua, v. 15, 2024. Disponible en: https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v15i0.1929.
- PATTON, M. Q. *Qualitative research and evaluation methods*. 3. ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2002.
- PIONCE MITE, A. A.; MUÑOZ GAVILANEZ, U. A.; BARREROS COQUE, E. K.; CEVALLOS LÓPEZ, K. E.; CRUZ ROCA, A. B. Gamificación inmersiva para el desarrollo de habilidades de resolución de problemas y pensamiento computacional en matemáticas. *ASCE Magazine*, [S.l.], v. 4, n. 4, p. 14–41, 2025. Disponible en: <https://doi.org/10.70577/ASCE/14.41/2025>.
- RECIMUNDO. El pensamiento lógico matemático en la educación: Una revisión sistemática. *Revista Científica Arbitrada y Multidisciplinaria*, [S.l.], v. 9, n. 2, 2025. Disponible en: <https://recimundo.com/index.php/es/article/download/2690/3523>.

- RED. Integración del pensamiento computacional en la educación primaria y secundaria en Latinoamérica: Una revisión sistemática de literatura. *Revista de Educación a Distancia*, Murcia, v. 21, n. 68, 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.6018/red.485321>.
- RESEARCH REVIEW. Analysis on the use of gamification in mathematics in primary education: A literature review. *REDIMAT*, [S.l.], 2025. Disponible en: <https://hipatiapress.com/hpjournals/index.php/redimat/article/view/16133>.
- SHEN, J.; WENG, W.; XU, Y.; LI, C. The relationship between computational thinking and students' problem-solving skills in mathematics: A meta-analysis. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, [S.l.], v. 17, n. 1, 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s41239-020-00216-9>.
- STACEY, K. The place of thinking about thinking in mathematical education. *Educational Studies in Mathematics*, [S.l.], v. 63, n. 2, p. 135–148, 2006.
- UBI-QUITOUS COMPUTING, S. C. Enhancing flipped pedagogy using JavaScript. *Journal of Applied Mathematics and Computational Dynamics*, [S.l.], v. 12, n. 2, p. 112–124, 2025. Disponible en: <https://www.nepjol.info/index.php/amcjd/article/download/82108/62843/235520>.
- UNIVERSIDAD DE CHILE. *Desarrollo del pensamiento computacional a través del juego y la resolución de problemas: Análisis de experiencias de aprendizaje en educación básica*. 2024. Tesis (Maestría) – Universidad de Chile, Santiago, 2024. Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/197205>.
- UNESCO. *La educación para todos, 2000–2015: Logros y desafíos* (Informe de seguimiento de la EPT en el mundo). Paris: UNESCO Publishing, 2015.
- WING, J. M. Computational thinking. *Communications of the ACM*, New York, v. 49, n. 3, p. 33–35, 2006. Disponible en: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/1118178.1118215>.
- ZAMBRANO-CHOEZ, A. del J.; BARAHONA-MONTALVÁN, B. I.; VÁSQUEZ-VILLACIS, I.; QUISHPI-VERA, H. A. El rol de la programación y el pensamiento computacional en el desarrollo de habilidades cognitivas en las matemáticas. *Revista Científica INGENIAR*, [S.l.], v. 8, n. 16, p. 167–184, 2025. Disponible en: <https://journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/363>.