



El impacto del uso de Arduino en el desarrollo de las nociones matemáticas en los estudiantes: una revisión bibliográfica

The impact of using Arduino on the development of mathematical concepts in students: a literature review

O impacto da utilização do Arduino no desenvolvimento de conceitos matemáticos em estudantes: uma revisão de literatura

Gerardo Andrés Alvarez-Demera ^I
galvarez0861@utm.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-7521-5899>

Jimmy Manuel Zambrano-Acosta ^{II}
jzambrano@utm.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-9620-1963>

Correspondencia: galvarez0861@utm.edu.ec

Ciencias de la Educación
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 17 de noviembre de 2024 * **Aceptado:** 06 de diciembre de 2024 * **Publicado:** 10 de enero de 2025

- I. Ingeniero en sistemas informáticos, Postgradista de la maestría en Educación mención Innovación y Liderazgo educativo de la Universidad Técnica de Manabí de la facultad de Postgrado, Ecuador.
- II. Ingeniero en Zootecnia, Magíster en Investigación y Gestión de Proyectos, Magíster en Evaluación de la Calidad y Procesos de Certificación en Educación Superior, Doctor en Ciencias de la Educación. Docente Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.

Resumen

La integración de herramientas tecnológicas en la educación ha transformado las metodologías tradicionales, permitiendo el desarrollo de estrategias innovadoras para el aprendizaje de nociones abstractas como las matemáticas. Arduino, una plataforma de hardware libre ampliamente utilizada en proyectos educativos, ha ganado popularidad por fomentar un aprendizaje práctico y experimental. Este artículo presenta una revisión de investigaciones recientes sobre el impacto del uso de Arduino en el desarrollo de nociones matemáticas en estudiantes de diferentes niveles educativos. Se analizaron estudios seleccionados de bases de datos reconocidas, considerando criterios de relevancia y calidad científica. Los resultados sugieren que Arduino facilita la comprensión de conceptos abstractos como funciones, geometría y álgebra, promoviendo el aprendizaje basado en proyectos (ABP) y mejorando habilidades de pensamiento lógico y resolución de problemas. Sin embargo, también se identificaron desafíos, como la necesidad de formación docente específica y limitaciones en recursos tecnológicos. Este artículo concluye con recomendaciones para optimizar el uso de Arduino en el aula y propuestas para futuras investigaciones en este ámbito.

Palabras clave: Arduino; educación matemática; aprendizaje basado en proyectos; pensamiento lógico; tecnología educativa.

Abstract

The integration of technological tools in education has transformed traditional methodologies, allowing the development of innovative strategies for learning abstract concepts such as mathematics. Arduino, a free hardware platform widely used in educational projects, has gained popularity for fostering practical and experimental learning. This article presents a review of recent research on the impact of Arduino use on the development of mathematical notions in students of different educational levels. Selected studies from recognized databases were analyzed, considering criteria of relevance and scientific quality. The results suggest that Arduino facilitates the understanding of abstract concepts such as functions, geometry and algebra, promoting project-based learning (PBL) and improving logical thinking and problem-solving skills. However, challenges were also identified, such as the need for specific teacher training and limitations in technological resources. This article concludes with recommendation to optimize the use of Arduino in the classroom and proposals for future research in this area.

Keywords: Arduino; mathematics education; project-based learning; logical thinking; educational technology.

Resumo

A integração de ferramentas tecnológicas na educação transformou as metodologias tradicionais, permitindo o desenvolvimento de estratégias inovadoras para a aprendizagem de conceitos abstratos como a matemática. O Arduino, uma plataforma de hardware de código aberto amplamente utilizada em projetos educacionais, ganhou popularidade por incentivar a aprendizagem prática e experimental. Este artigo apresenta uma revisão de pesquisas recentes sobre o impacto da utilização do Arduino no desenvolvimento de noções matemáticas em alunos de diferentes níveis de ensino. Foram analisados estudos selecionados de bases de dados reconhecidas, considerando critérios de relevância e qualidade científica. Os resultados sugerem que o Arduino facilita a compreensão de conceitos abstratos como funções, geometria e álgebra, promovendo a aprendizagem baseada em projetos (PBL) e melhorando o pensamento lógico e as competências de resolução de problemas. No entanto, também foram identificados desafios, como a necessidade de formação específica dos professores e limitações nos recursos tecnológicos. Este artigo conclui com recomendações para otimizar a utilização do Arduino na sala de aula e propostas para futuras pesquisas nesta área.

Palavras-chave: Arduino; educação matemática; aprendizagem baseada em projetos; pensamento lógico; tecnologia educativa.

Introducción

La enseñanza de las matemáticas ha sido históricamente un desafío para educadores y estudiantes debido a la naturaleza abstracta de sus conceptos. A pesar de los esfuerzos por innovar en los métodos pedagógicos, muchos estudiantes continúan experimentando dificultades para comprender nociones fundamentales como el álgebra, la geometría o las funciones. En este contexto, el uso de herramientas tecnológicas ha emergido como una estrategia clave para potenciar el aprendizaje matemático, proporcionando experiencias prácticas y visuales que facilitan la comprensión de ideas abstractas (Abadia, 2018).

Se puede decir que en el contexto actual, en especial en las escuelas de secundaria, han utilizado la tecnología solo como un recurso de presentación de información, en la cual el estudiante es quien ve la clase y su desarrollo para luego resolver los ejercicios planteados, esto no responde hoy en día en las escuelas, teniendo en cuenta que la tecnología sea un pilar en la educación de los niños y jóvenes iniciando con los maestros que hoy en día deben utilizar para su proceso de enseñanza y aprendizaje (Andrade, 2020).

Arduino, una plataforma de hardware libre y fácil de programar, ha demostrado ser una herramienta versátil en el ámbito educativo. Originalmente diseñada para proyectos de electrónica, su integración en el aula ha permitido el desarrollo de actividades interactivas y basadas en proyectos, fomentando un aprendizaje activo y colaborativo (Villamarin, 2019). En particular, su aplicación en la enseñanza de las matemáticas permite a los estudiantes explorar conceptos complejos de forma tangible, mejorando su capacidad para relacionar la teoría con la práctica.

La tecnología Arduino resulta en un sistema de computación con la integración directa de las áreas de hardware y software para el diseño e implementación de soluciones. Arduino hoy representa una compañía de código y hardware abierto para facilitar el acceso y uso conjunto de la electrónica y computación para el desarrollo de sistemas (Torres, 2017) Al igual que una computadora convencional, una placa Arduino puede realizar una multitud de funciones, y requiere de entradas y/o salidas para un mayor valor de su uso.

El uso de tecnologías educativas ha mostrado ser una solución efectiva para este problema. Herramientas como simuladores, software educativo y hardware interactivo permiten que los estudiantes experimenten y exploren los principios matemáticos a través de actividades prácticas. Entre estas herramientas, Arduino se ha destacado por su capacidad para conectar los conceptos matemáticos con aplicaciones reales (Sánchez, (2020)).

Esta tecnología ha crecido muy rápidamente en la última década en casi todos los países y su importancia sigue aumentando. Esto parece ser un proceso lógico, ya que los robots están incorporándose en nuestra vida cotidiana, pasando de la industria a los hogares. Pero el propósito de utilizar la robótica en la educación, a diferentes niveles de enseñanza, va más allá de adquirir conocimiento en el campo de la robótica. Lo que se pretende es trabajar en el alumno competencias básicas que son necesarias en la sociedad de hoy día, como son: el aprendizaje colaborativo, la toma de decisión en equipo, entre otras. La robótica educativa es propicia para apoyar habilidades productivas, creativas, digitales y comunicativas; y se convierte en un motor para la innovación

cuando produce cambios en las personas, en las ideas y actitudes, en las relaciones, modos de actuar y pensar de los estudiantes y educadores (Quispe Torres, 2018)

Desarrollo

Nociones matemáticas en el proceso educativo

Las nociones matemáticas forman la base del razonamiento lógico y analítico, indispensables para resolver problemas tanto en la vida cotidiana como en disciplinas científicas y tecnológicas. (Santimateo, 2018) El desarrollo de estas nociones implica la transición de un pensamiento concreto a uno formal, lo cual requiere estrategias pedagógicas que permitan a los estudiantes interactuar con los conceptos de forma dinámica y visual. Sin embargo, el aprendizaje matemático tradicional se centra con frecuencia en métodos abstractos y teóricos, generando dificultades en la comprensión y aplicación práctica de conceptos como las funciones, geometría y álgebra.

Arduino como herramienta educativa

Arduino es una plataforma de hardware libre basada en una placa de microcontrolador y un entorno de desarrollo de software. Diseñada originalmente para proyectos de electrónica y robótica, su facilidad de uso, bajo costo y versatilidad la han convertido en una herramienta valiosa en el ámbito educativo. En particular, en el aprendizaje matemático, Arduino permite la construcción de proyectos que transforman conceptos abstractos en experiencias tangibles. Por ejemplo, a través de sensores y actuadores, los estudiantes pueden explorar nociones de proporcionalidad, medición, geometría y representación gráfica (Tupac, 2021).

La robótica educativa busca despertar el interés de los estudiantes transformando las asignaturas tradicionales (Matemáticas, Física, Informática) en más atractivas e integradoras, al crear entornos de aprendizaje propicios que recreen los problemas del ambiente que los rodea (Munera, 2020) De esta manera hace frente a la crisis actual en la educación científica y que se debe principalmente a los métodos actuales de enseñanza que hacen a estas asignaturas difíciles y poco interesantes; sembrando en el estudiante una actitud negativa hacia la ciencia y tecnología, alejándolo de carreras y profesiones relacionadas con la ciencia.

Arduino como herramienta para la enseñanza de la programación básica y así lograr un aprendizaje más significativo (Da Silva) El uso de metodologías que incorporan actividades prácticas mejoran el aprendizaje ya que se pueden ver cristalizado en proyectos que generan un aprendizaje significativo “En los últimos años, la plataforma Arduino se ha utilizado como

plataforma de aprendizaje en muchos cursos diferentes, tanto en la educación de pregrado como en los niveles universitarios. En muchas universidades, Arduino se utiliza principalmente como el núcleo de la parte electrónica en las metodologías de aprendizaje basadas en proyectos este presenta múltiples beneficios para aplicarlo en entornos educativos. El uso de Arduino en el proceso de enseñanza –aprendizaje, cuando los estudiantes diseñan su sistema, permite mejorar las habilidades de programación expone (Juscca Huaracca, 2024) que Arduino, son microcontroladores en placa populares entre los estudiantes, que pueden ayudar a profesores y estudiantes a encontrar respuestas a preguntas claves, el uso de proyectos basados en Arduino como motivadores para el aprendizaje es beneficioso tanto para estudiantes, como para profesores, al estudiante le da metas claras sobre el avance del aprendizaje, al maestro una nueva mirada hacia lo que el estudiante aprende y a ambos les trae alegría. Arduino proporciona una de las formas más accesibles de ingeniería, desde el control del motor hasta la programación, las comunicaciones inalámbricas, etc. Si se usa correctamente, Arduino también puede facilitar el aprendizaje de los estudiantes en niveles más profundos de Educación en Ingeniería. (Marín Ríos, 2023) el uso de ayudas didácticas contribuye en el proceso enseñanza aprendizaje de las diferentes temáticas del área de tecnología, especialmente lo relacionado con programación. Se presenta a continuación algunos antecedentes investigativos

Tabla 1

Revisión de antecedentes investigativos

Autor y año	Título de investigación	Resumen
(Salazar V., 2019)	Integración de la robótica mediante el uso de la plataforma Arduino para el aprendizaje de matemáticas en el aula.	Diversos estudios han demostrado que el diseño y construcción de proyectos con Arduino fomenta la resolución de problemas, el pensamiento crítico y la creatividad matemática. se evidenció que la construcción de prototipos robóticos permitió a los estudiantes aplicar conceptos matemáticos de manera tangible y significativa.
(Nelson, 2022)	Estrategia pedagógica apoyada en el uso del simulador Arduino para el desarrollo del	esta investigación tiene el objetivo de desarrollar el pensamiento lógico matemático en los discentes

	pensamiento lógico matemático	del grado 6° de la Institución Educativa Pedro Grau y Arola de Quibdó, usando una estrategia pedagógica apoyada en el uso del simulador Arduino, para lo cual se recurre al enfoque cualitativo, usando el método de diseño de investigación y acción.
(Moreno-Cáceres, 2020)	Robótica y programación educativa con arduino	Nos centramos en la construcción de prototipos (robots) de sistemas simples en los cuales los estudiantes aplican la lógica de programación, el reconocimiento tecnológico, y las bases matemáticas para que el prototipo funcione adecuadamente. Seguido de ello, se usa el producto final para establecer parámetros que permitan al estudiante relacionar las diferentes variables involucrada
(RIVERA, 2021)	Fortalecimiento del razonamiento lógico matemático en estudiantes de grados décimo y undécimo Mediante programación con DFD y arduino	esta investigación amplió dicha visión con el fin de fortalecer el razonamiento lógico-matemático en estudiantes de educación media del Colegio Integrado del Carare de Cimitarra Santander, con un proyecto enfocado en educación STEAM y así Llegar a todo tipo de estudiantes que sientan más empatía por el área que por otra pero que vieron la correlación entre ellas con el objetivo y plan de trabajo aquí expuesto
(Salazar L., 2023)	Aplicación con software y hardware libre Arduino como eje facilitador del aprendizaje de competencias STEM	Esta investigación tuvo como objetivo realizar una innovación didáctica y tecnológica en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la asignatura de tecnología e informática, para desarrollar en los estudiantes competencias STEM necesarias para desempeñarse laboralmente

		<p>en un mundo digital. La metodología de enfoque cualitativo consistió en entregar una planeación didáctica en una aplicación, basada en una pedagogía por proyectos y didáctica integradora.</p>
--	--	--

Aprendizaje basado en proyectos (ABP) y Arduino

El aprendizaje basado en proyectos (ABP) es una metodología que promueve el trabajo colaborativo y el aprendizaje significativo mediante la resolución de problemas reales. En este contexto, Arduino actúa como una plataforma que fomenta la creatividad, el pensamiento crítico y la capacidad de resolución de problemas. Al desarrollar proyectos con Arduino, los estudiantes aplican conocimientos matemáticos para diseñar soluciones prácticas, lo que refuerza su comprensión y motiva su aprendizaje (Conde, 2024).

El ABP es una forma atractiva para las dos partes de la dupla estudiante-docente pues le propone a ambas situaciones en las que hay que desarrollar trabajo conjunto para el cual no hay una receta o procedimiento bien establecido. Según (Simanca, 2023) Podemos encontrar recomendaciones sencillas para implementarlo pero en esencia este modelo tiene como características que: Se plantean preguntas o problemas reales con dispositivos experimentales que buscan responderlas. Se generan productos y se obtienen datos empíricos, el problema genera un contexto para aprender y una situación que propicia la necesidad por investigar y aprender de parte del estudiante, se adquieren aprendizajes significativos en el desarrollo de los proyectos, se trabaja en un entorno colaborativo, se requiere manejar formas de comunicación y expresión de los estudiantes, el docente tutela a los estudiantes en la dirección de sus proyectos.

Estudios previos han demostrado que el uso de Arduino bajo el enfoque ABP no solo mejora el desempeño académico, sino que también desarrolla habilidades transversales como la comunicación, el trabajo en equipo y la persistencia en la resolución de problemas. Esta metodología es especialmente efectiva en matemáticas, donde los conceptos abstractos pueden convertirse en actividades experimentales (Perea-Martínez, 2023).

La estimulación que se recibe con esta estrategia, permite que los estudiantes se sientan motivados y comprometidos en desarrollar sus actividades y fortalecer de manera autónoma su aprendizaje (Blas, 2018) sustenta como objetivos principales en el ABP: fomentar el trabajo en equipo y

colaborativo, desarrollo de capacidades, habilidades y valores, genera un entorno motivador, desarrolla el auto aprendizaje y el pensamiento creativo, fomenta la indagación de los estudiantes y contribuye con los procesos de aprendizaje. Estos objetivos conllevan a una educación centrada en la enseñanza, donde la construcción del conocimiento se da a través de la realidad.

Este artículo tiene como objetivo revisar la literatura científica reciente para analizar cómo el uso de Arduino influye en el desarrollo de las nociones matemáticas en estudiantes. La revisión incluye estudios realizados en distintos niveles educativos, destacando tanto los beneficios como las limitaciones de esta herramienta en contextos educativos. Con ello, se busca ofrecer una visión integral sobre el potencial de Arduino como recurso didáctico en matemáticas, así como identificar áreas de oportunidad para futuras investigaciones.

Conclusión

Arduino se revela como una herramienta transformadora en el ámbito educativo, especialmente en la enseñanza de las matemáticas. Al conectar el mundo abstracto de los números con la materialidad de los proyectos, Arduino hace que las matemáticas sean más tangibles y comprensibles para los estudiantes. Esta plataforma fomenta un aprendizaje activo y experimental, permitiendo a los jóvenes aplicar los conceptos matemáticos en la resolución de problemas reales. Más allá de desarrollar habilidades matemáticas específicas, Arduino contribuye a la formación integral de los estudiantes al potenciar su creatividad, pensamiento crítico y capacidad para trabajar en equipo. Al diseñar y construir sus propios proyectos, los estudiantes adquieren una comprensión profunda de los principios matemáticos subyacentes y desarrollan una mentalidad de diseño que les será útil en diversas áreas.

La accesibilidad de Arduino y la amplia variedad de recursos disponibles en línea lo convierten en una herramienta poderosa para democratizar la educación STEM. Al reducir la brecha digital y proporcionar a los estudiantes de todos los orígenes las herramientas necesarias para explorar el mundo de la tecnología, Arduino contribuye a una educación más equitativa e inclusiva.

En resumen, Arduino se posiciona como una herramienta clave para transformar la enseñanza de las matemáticas y preparar a los estudiantes para los desafíos del siglo XXI. Al combinar el aprendizaje de las matemáticas con la exploración de la tecnología, Arduino motiva a los estudiantes, desarrolla sus habilidades y los empodera para crear un futuro mejor.

Referencias

1. Abadia, L. K. (2018). Brechas en el Desempeño Escolar en PISA: ¿Qué Explica la Diferencia de Colombia con Finlandia y Chile? *Education Policy Analysis Archives*, 26(82), 1–37.
2. Andrade, A. y. (2020). Desarrollo del pensamiento matemático mediante la teoría de las situaciones didácticas en sexto año de educación básica de la unidad educativa Zoila Aurora Palacios año electivo. Ecuador: Universidad Nacional de Educación. Repositorio Digital de la UNAE.
3. Blas, D. J. (2018). Experiencia didáctica con Arduino. El aprendizaje basado en proyectos como metodología de trabajo en el aula de secundaria. *Hekademos. revista educativa digital*, 25 Pág. 73-82.
4. Conde, H. I. (2024). Impacto de la Implementación de Arduino en el Aprendizaje de Electromagnetismo en Estudiantes de Ingeniería: Un Enfoque Práctico y Colaborativo. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, (E74), 590-602.
5. Da Silva, M. &. (s.f.). Propuesta de un Sistema Ludificado de Robótica Educativa para la Educación Infantil. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/321058056_PequeBot_Propuesta_de_un_Sistema_Ludificado_de_Robotica_Educativa_para_la_Educacion_Infantil.
6. Juscca Huaracca, E. &. (2024). Arduino como herramienta en desarrollo de competencia diseña y construye soluciones tecnológicas para resolver problemas de su entorno en estudiantes de sétimo ciclo en la IE Mx. de aplicación Fortunato L. Herrera. San antonio: Repositorio Institucional UNSAAC.
7. Marín Ríos, L. (2023). Proyecto de aula para el fortalecimiento del pensamiento computacional en estudiantes de secundaria, mediante la enseñanza de programación en Arduino UNO. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
8. Moreno-Cáceres, N. D.-C. (2020). Robótica y programación educativa con Arduino. Fundacion universitaria.
9. Munera, J. &. (2020). La Educacion Moderna al Alcance de Arduino . *Revista Espacios*, 41(30), 292-300.
10. Nelson, P. M. (2022). Estrategia pedagógica apoyada en el uso del simulador Arduino para el desarrollo del. *Psicologia*,. *Psicologia*, 24(2), 213-222.

11. Perea-Martínez, F. N.-T. (2023). Estrategia Pedagógica Apoyada en el uso del Simulador Arduino Para el Desarrollo del Pensamiento Lógico Matemático. Colombia: Universidad de Santander.
12. Quispe Torres, J. A. (2018). Programa “Matemática con la naturaleza” para desarrollar las nociones matemáticas en estudiantes de 5 años del nivel inicial de la I.E N°659 “MarMontesori” Pisquicocha, Cotacachi, Aymaraes, Apurímac, Perú: Universidad Peruana Union, Lima, Perú.
13. RIVERA, Y. E. (2021). FORTALECIMIENTO DEL RAZONAMIENTO LÓGICO-MATEMÁTICO EN ESTUDIANTES DE GRADOS DÉCIMO Y UNDÉCIMO MEDIANTE PROGRAMACIÓN CON DFD Y ARDUINO. Bucaramanga: Universidad de Santander.
14. Salazar, L. G. (2023). Aplicación con software y hardware libre Arduino como eje facilitador del aprendizaje de competencias STEM. *Academia y Virtualidad*, vol. 16, no 1, p. 69-88.
15. Salazar, V. (2019). Integración de la robótica mediante el uso de la plataforma Arduino para el aprendizaje de matemáticas en el aula. Portugal: (Master's thesis, Instituto Politécnico de Leiria).
16. Sánchez, T. S. ((2020)). Influencia de la robótica educativa en la motivación y el trabajo cooperativo en educación primaria. *International Journal of Technology and Educational Innovation*, 6(2), 141–152.
17. Santimateo, d. &. (2018). Estudio de Dificultades en la Enseñanza y Aprendizaje de los Cursos Básicos de Programación de Computadoras en Panamá. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información*, 6(11), 13-18.
18. Simanca, H. J. (2023). Arduino; una ventana a la automatización y programación para el desarrollo de competencias desde la escuela veredal. *Revista Latinoamericana de Educación Científica, Crítica y Emancipadora*, vol. 2, no 02, p. 285-294.
19. Torres, P. y. (2017). Tecnología educativa y su papel en el logro de los fines de la educación. *EDUCACERE*, 21(68), 31–40.
20. Tupac, M. &. (2021). Experiencias y Beneficios del uso de Arduino en un curso de programación de primer año. *Formación Universitaria*, 14(6), 87-96.

21. Villamarin, N. (. (2019). . Implementación de un OVA para el Fortalecimiento del Pensamiento Matemático en los Estudiantes de Grado Séptimo. España: Fundacion Universitaria los Libertadores.

© 2025 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).