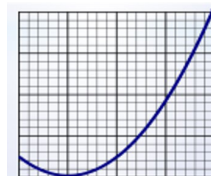


Eficacia de la Implementación de prototipos Arduino en la enseñanza del movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA). Un estudio experimental



Effectiveness of Arduino prototype implementation in teaching (MRUA): An experimental study



Parra Garnica, Bryan Sebastián¹

bryanparrag968@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0002-4101-7880>
Teléfono: +593 97 918 4895

José Miguel Orellana Campoverde¹

joseore00123@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0006-4956-0676>
Teléfono: + 593 96 080 9681

López González Wilmer Orlando¹

wilmer.lopez@unae.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-6197-8665>
Teléfono: + 593 96 364 6498

Norma De Lara González²

norma.dg@loreto.tecnm.mx
<https://orcid.org/0009-0004-1767-5650>
Teléfono: +524 96 104 8539

Figuerola Guillén Carlos³

carlos.fg@loreto.tecnm.mx
<https://orcid.org/0000-0001-9527-962X>
Teléfono: +52 4961425564

¹Universidad Nacional de Educación
Carrera Educación en Ciencias Experimentales
Chuquipata, Azogues, Ecuador

²Tecnológico Nacional de México

³Instituto Tecnológico Superior de Loreto
México

Recepción/Received: 24/10/2024
Arbitraje/Sent to peers: 25/10/2024
Aprobación/Approved: 19/11/2024
Publicado/Published: 01/01/2025

Resumen

El objetivo de este estudio experimental fue evaluar el impacto del uso de prototipos basados en Arduino en el aprendizaje del Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA) en estudiantes de nivel secundario. Se aplicaron pretest y posttest a 165 estudiantes para medir su rendimiento académico, complementados con entrevistas a docentes y encuestas de satisfacción a los estudiantes. Los resultados indicaron un incremento del 32.076% en las calificaciones tras la intervención, con una mejora significativa en la comprensión de los conceptos del MRUA. Además, se observó una menor dispersión de los datos en el posttest, lo que sugiere una mayor homogeneidad en el aprendizaje. Las entrevistas revelaron que los docentes percibieron una mayor motivación y participación de los estudiantes, mientras que las encuestas reflejaron altos niveles de satisfacción con el uso del prototipo. En conclusión, el uso de Arduino no solo mejora el rendimiento académico, sino que también fomenta habilidades cognitivas superiores y promueve la equidad en el aprendizaje.

Palabras clave: Física, Innovación educativa, Prototipos arduino, Rendimiento académico.

Abstract

The objective of this experimental study was to evaluate the impact of the use of Arduino-based prototypes on the learning of Uniformly Accelerated Rectilinear Movement (MRUA) in secondary school students. Pre-test and posttest were administered to 165 students to measure their academic performance, complemented by interviews with teachers and student satisfaction surveys. The results indicated an increase of 32.076% in grades after the intervention, with a significant improvement in the understanding of the MRUA concepts. Furthermore, less dispersion of the data was observed in the post-test, which suggests greater homogeneity in learning. The interviews revealed that teachers perceived greater student motivation and participation, while the surveys reflected high levels of satisfaction with the use of the prototype. In conclusion, the use of Arduino not only improves academic performance, but also fosters higher cognitive skills and promotes equity in learning.

Keywords: Physics, Educational innovation, Arduino prototypes, Academic performance.

Author's translation.

Introducción

El Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA) es un concepto fundamental en la enseñanza de la Física, y su comprensión adecuada es crucial para el desarrollo de competencias científicas. Sin embargo, la enseñanza tradicional de este tema, basada en la explicación teórica y la resolución de problemas abstractos, ha mostrado limitaciones en términos de efectividad y motivación estudiantil. Diversos estudios han demostrado que este enfoque puede llevar a una comprensión superficial, lo que afecta el rendimiento académico y la capacidad de los estudiantes para aplicar estos conceptos en situaciones prácticas (Castillo & Rodríguez, 2021).

Ante estos desafíos, surge la necesidad de innovar en los métodos de enseñanza, a través de las tecnologías emergentes, como los prototipos basados en Arduino, las cuales ofrecen una alternativa atractiva. Arduino es una plataforma de hardware y software de código abierto que permite a los estudiantes visualizar y manipular variables físicas como la velocidad y la aceleración en tiempo real, facilitando un aprendizaje más interactivo y práctico. Su implementación en las aulas permite superar las limitaciones de los métodos tradicionales, al hacer que los conceptos abstractos se tornen tangibles para los estudiantes (Hernández, 2018).

Este estudio experimental tiene como objetivo evaluar la eficacia de la implementación de prototipos Arduino en el aprendizaje del MRUA. Se buscó determinar si el uso de esta tecnología mejora significativamente el rendimiento académico de los estudiantes en comparación con métodos tradicionales. Además, se analizó el impacto del uso de Arduino en el desarrollo de habilidades de resolución de problemas, pensamiento crítico y colaboración. El estudio también consideró, cómo estas tecnologías pueden promover un entorno de aprendizaje más equitativo, donde tanto hombres como mujeres tengan oportunidades iguales para participar activamente y obtener buenos resultados académicos.

Con lo anteriormente descrito, para la presente investigación se plantea la siguiente interrogante: ¿Cuál es el impacto del uso de prototipos basados en Arduino en el aprendizaje?

Revisión Teórica

La enseñanza de la Física ha evolucionado en las últimas décadas, con un creciente interés en la incorporación de tecnologías que faciliten la comprensión de conceptos abstractos. Arduino, una plataforma de hardware y software libre, se ha convertido en una herramienta educativa clave en este proceso de transformación, debido a su flexibilidad y capacidad para facilitar la experimentación y el aprendizaje práctico (Benites & Moran, 2015).

El uso de Arduino en la enseñanza de la Física no solo se basa en principios constructivistas, sino que también está respaldado por teorías del aprendizaje significativo, considerando que, "es un microcontrolador inventado para personas que no son ingenieros (estudiantes de una escuela de arte en Ivrea, Italia), simple pero poderoso, inmensamente popular entre los aficionados de todo el mundo y ampliamente utilizado en la educación STEM" (Wood & Ganago, 2018).

Según Ausubel (1968), el aprendizaje es más efectivo cuando los estudiantes pueden relacionar los nuevos conceptos con su conocimiento previo. En este sentido, Arduino permite que los estudiantes conecten la teoría del MRUA con situaciones prácticas al manipular las variables físicas involucradas. De manera similar, la pedagogía constructivista propuesta por Piaget (1972) y Vygotsky (1978) respalda el uso de tecnologías interactivas, ya que permiten que el estudiante sea un agente activo en su proceso de aprendizaje, construyendo el conocimiento de manera colaborativa y significativa.

Arduino no solo facilita la comprensión de conceptos abstractos, sino que también promueve el desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior. Según López et al. (2021), los estudiantes que utilizan tecnologías como Arduino, muestran mejoras significativas en su capacidad para resolver problemas, pensar críticamente y aplicar los conocimientos adquiridos en contextos nuevos. Esto es especialmente relevante en un mundo donde la innovación tecnológica es cada vez más demandada, y las habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas son esenciales para el éxito en carreras STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas).

Según lo planteado por Hernández, (2018), Arduino presenta una parte física (tarjeta microcontroladora) con varios modelos de tarjetas, tales como: Arduino Uno, la Nano, Mega o DUE, a la que se le pueden conectar sensores y actuadores, como temperatura, luz y movimiento. Los distintos modelos de tarjetas pueden variar en la capacidad de conexiones y en la velocidad de su microprocesador. Programar esta tecnología para aplicarla al aprendizaje puede representar un obstáculo complicado, por lo que es recomendable emplear en Arduino, el Entorno de Desarrollo Integrado (IDE, por sus siglas en inglés), el cual se basa en el lenguaje de programación C, para darle las instrucciones a la tarjeta mediante líneas de código o texto.

Arduino también facilita la implementación del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), un enfoque pedagógico que permite a los estudiantes aplicar conceptos teóricos en proyectos prácticos. Según Dewey (1938), el aprendizaje se vuelve más significativo cuando los estudiantes tienen la oportunidad de aplicar lo que aprenden en situaciones del mundo real. González y Pérez (2020) encontraron que los estudiantes que participan en proyectos basados en Arduino no solo mejoran en su rendimiento académico, sino que también desarrollan habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas.

Diversos estudios han documentado el éxito de la implementación de Arduino en el aula. En un estudio experimental realizado en Corea del Sur, Lee y Park (2019), demostraron que los estudiantes que utilizaron Arduino en sus clases de Física obtuvieron un rendimiento significativamente mayor en comparación con aquellos que siguieron métodos tradicionales. De manera similar, Müller y Schuster (2020) encontraron en Alemania que el uso de Arduino no solo mejoró el rendimiento académico, sino que también incrementó la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias.

Además de mejorar el rendimiento académico, Arduino también ha demostrado ser una herramienta eficaz para promover la equidad en el aprendizaje. Chávez (2022) señala que tanto hombres como mujeres en el grupo experimental obtuvieron puntajes similares, lo que sugiere que el uso de Arduino es igualmente efectivo para ambos géneros, promoviendo un entorno de aprendizaje más equitativo. Este hallazgo es relevante en un contexto donde la brecha de género en las disciplinas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) sigue siendo un tema de preocupación global.

No obstante, la implementación de Arduino en las aulas no está exenta de desafíos. Paredes et al. (2021) identificaron varios obstáculos, incluyendo la falta de infraestructura adecuada y la resistencia al cambio por parte de algunos docentes. Estos problemas pueden dificultar la adopción generalizada de tecnologías emergentes, pero estudios como el de Gómez y Martínez (2018) señalan que estas barreras pueden superarse mediante la capacitación docente y el apoyo institucional, lo que asegura una integración efectiva de las tecnologías en el aula.

Metodología

Este estudio es de tipo experimental, bajo un enfoque mixto, ya que combina métodos cuantitativos y cualitativos con el fin de obtener una visión más completa y robusta sobre el impacto del uso de prototipos basados en Arduino en el aprendizaje del Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA). El uso de este enfoque permitió que los hallazgos cuantitativos, obtenidos a través de pretest y postest, se complementaran con las percepciones cualitativas recabadas mediante entrevistas a docentes y encuestas de satisfacción a los estudiantes. La muestra estuvo compuesta por 165 estudiantes de primer año de Bachillerato General Unificado de la Unidad Educativa Luis Cordero de la ciudad de Azogues, Provincia de Cañar, Ecuador.

Para la recolección de datos se utilizó pretest y postest para evaluar la comprensión de conceptos y resolución de ejercicios antes y después de la implementación. Además, se aplicó una encuesta de satisfacción a los estudiantes para conocer la perspectiva que tienen sobre el prototipo. La encuesta utilizó una escala de Likert de 5 puntos y abordó aspectos como la motivación, claridad de los conceptos, interés generado, y facilidad de uso del prototipo. Finalmente, mediante una entrevista al docente de física se busca capturar sus percepciones acerca de la implementación de Arduino en el aula, los retos y oportunidades que enfrentaron, así como su evaluación de la mejora en la comprensión de los estudiantes.

Los datos cuantitativos obtenidos de los pretest y postest fueron analizados utilizando estadísticas descriptivas para calcular medias, desviaciones estándar y rangos de los puntajes obtenidos. Además, se aplicó una prueba t de Student para muestras independientes, con el fin de determinar si existían diferencias significativas entre los puntajes. En cuanto a los datos cualitativos, las entrevistas con los docentes fueron transcritas y codificadas para identificar temas recurrentes, como la percepción de mejora en el aprendizaje de los estudiantes y los retos de la implementación de Arduino en el aula. Las respuestas de la encuesta de satisfacción fueron analizadas utilizando estadística descriptiva, proporcionando un panorama general sobre las percepciones de los estudiantes respecto al uso del prototipo de Arduino.

Resultados y discusión

Los resultados del estudio experimental, en el que participaron 165 estudiantes, revelan un impacto positivo significativo en el aprendizaje del Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA) tras la intervención con prototipos basados en Arduino. A continuación, se presentan los hallazgos obtenidos a partir de los instrumentos cuantitativos y cualitativos utilizados.

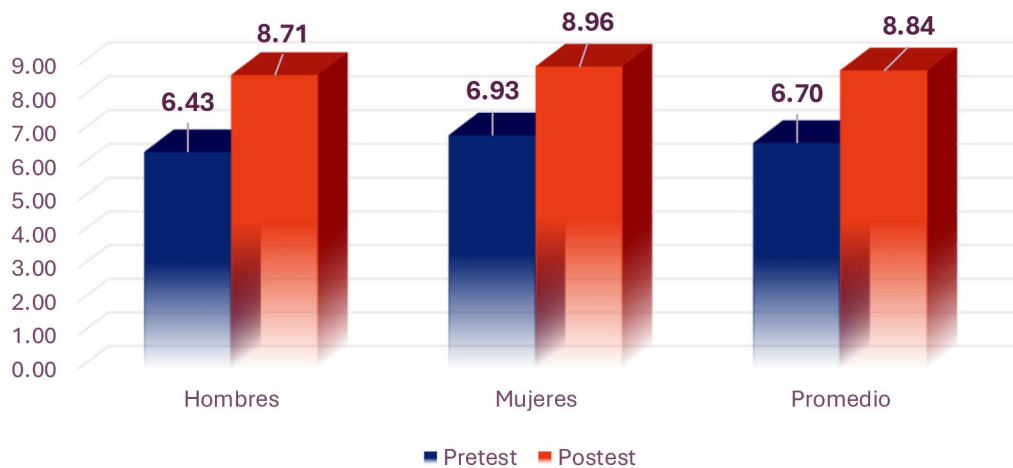


Fig. 1. Comparación de medias de pretest y postest

Fuente: Elaboración propia

En la Fig. 1, al comparar los puntajes obtenidos en el pretest y el postest, se observó una mejora considerable en la comprensión de los conceptos del MRUA tras la intervención educativa. El promedio de calificaciones en el pretest fue de 6.7 puntos, lo que refleja un nivel inicial de comprensión limitado. Tras la implementación del prototipo de Arduino, el promedio en el postest aumentó significativamente a 8.84 puntos, lo que representa un incremento del 32.07%.

Tabla 1. Resumen de prueba T-Student para promedios entre pretest y posttest

	Pretest	Postest
Media	6,70	8,84
Varianza	4,39	0,76
Observaciones	165	165
Varianza agrupada	2,574850081	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	328	
Estadístico t	-12,15487414	
P(T<=t) dos colas	2,56609E-28	

Fuente: Elaboración propia

El análisis de los datos mediante una prueba t de Student (Tabla 1) reveló que la diferencia entre los puntajes del pretest y el postest fue estadísticamente significativa ($p < 0.05$), lo que indica que la intervención con Arduino tuvo un efecto positivo en el aprendizaje del MRUA. Este aumento en el rendimiento académico sugiere que la integración de tecnologías emergentes, como Arduino, puede facilitar una mayor comprensión de conceptos abstractos al hacerlos más accesibles y visualmente representables para los estudiantes.

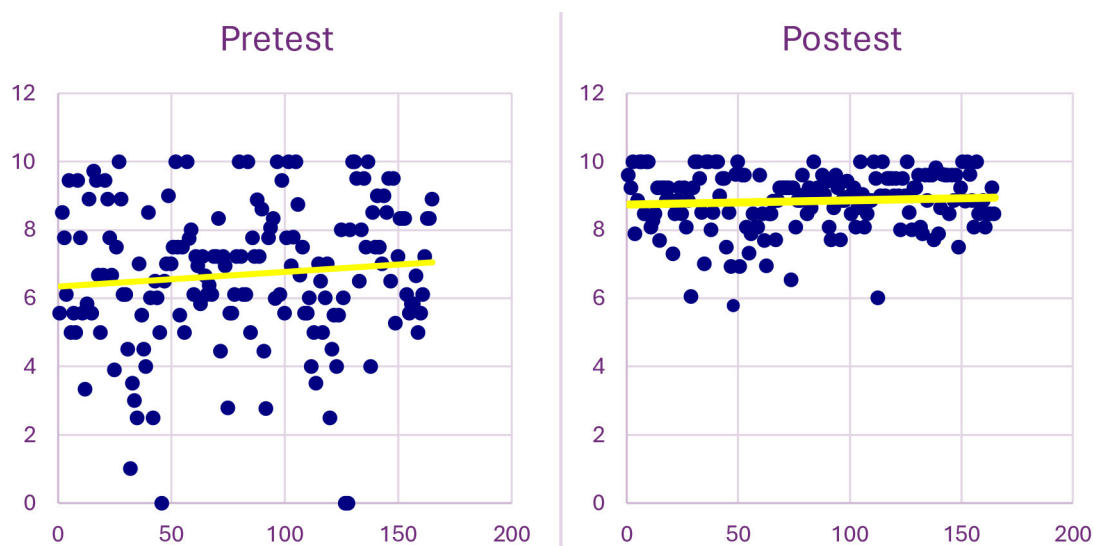


Fig. 2. Dispersión de datos

Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, en la Fig. 2, se analizó la dispersión de los datos obtenidos en el postest. Los resultados mostraron una menor dispersión en comparación con el pretest, lo que sugiere que la intervención no solo mejoró el rendimiento promedio de los estudiantes, sino que también redujo las diferencias en la comprensión de los conceptos entre ellos. La desviación estándar en el postest fue de 0.87 puntos, mientras que en el pretest fue de 2.09 puntos, lo que indica una mayor homogeneidad en el aprendizaje tras la intervención.

Tabla 2. Resumen de prueba T-Student para promedios entre hombres y mujeres después de la implementación

	Hombres	Mujeres
Media	8,71	8,96
Varianza	1,02	0,51
Observaciones	76	89
Varianza agrupada	0,744777181	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	163	
Estadístico t	-1,855753571	
P(T<=t) dos colas	0,065294276	

Fuente: Elaboración propia

Los resultados reflejados en la Tabla 2, señalan que tanto hombres como mujeres se beneficiaron de manera similar de la intervención educativa con Arduino. Los puntajes obtenidos por los hombres y las mujeres en el postest no presentaron diferencias significativas (promedio de 8.71 puntos para los hombres y 8.96 puntos para las mujeres). Este hallazgo indica que el uso de tecnologías interactivas es igualmente efectivo para ambos géneros, promoviendo la equidad en el aprendizaje de ciencias.

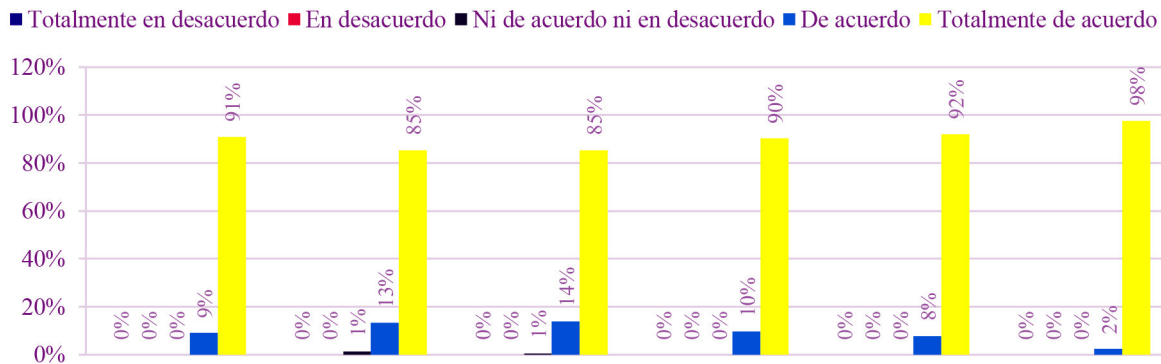


Fig. 3. Resultados de encuesta a estudiantes

Fuente: Elaboración propia

La Fig. 3, revela los resultados de la encuesta de satisfacción aplicada a los estudiantes donde el 91% de ellos consideraron que el uso de Arduino facilitó la comprensión de los conceptos de MRUA. El 85% de los estudiantes indicaron que les facilitó la resolución de ejercicios planteados y que facilitó la interpretación de problemas de la vida real. El 90% de los estudiantes se sintieron más motivados a participar en las clases cuando se utilizó el prototipo, destacando que la visualización de los fenómenos físicos les ayudó a relacionar la teoría con la práctica de manera más clara. Además, el 98% de los encuestados señalaron que preferirían que este tipo de tecnologías se integraran en otras áreas del plan de estudios, debido al impacto positivo que tuvieron en su experiencia de aprendizaje.

Finalmente, las entrevistas a los docentes proporcionaron información valiosa sobre la percepción de la intervención educativa. Los docentes expresaron que la utilización de Arduino no solo facilitó la enseñanza del MRUA, sino que también incrementó la participación y motivación de los estudiantes. Un docente comentó: “El uso de tecnologías como Arduino permite que los estudiantes visualicen los conceptos en lugar de simplemente escucharlos, lo que mejora su comprensión y les motiva a explorar más.” Asimismo, los docentes

señalaron que los estudiantes fueron capaces de aplicar los conceptos teóricos de manera más efectiva al realizar experimentos con el prototipo, observando directamente los efectos de variables como la aceleración y la velocidad.

Los resultados de este estudio experimental confirman la eficacia del uso de prototipos basados en Arduino para mejorar el aprendizaje del Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA). Tras la intervención educativa, los estudiantes mostraron una mejora significativa en su rendimiento académico, con un aumento promedio del 32.07% en sus calificaciones, lo que respalda la hipótesis de que el uso de tecnologías interactivas facilita la comprensión de conceptos abstractos en Física.

En este estudio, los estudiantes no solo pudieron escuchar explicaciones teóricas sobre el MRUA, sino que también interactuaron de manera directa con el prototipo de Arduino, manipulando variables como la aceleración y el tiempo, lo cual se respalda con la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel (1968), el aprendizaje es más efectivo cuando los estudiantes pueden conectar los nuevos conocimientos con su estructura cognitiva previa. Este proceso les permitió relacionar los conceptos teóricos con observaciones prácticas, lo que resultó en un aprendizaje más profundo y significativo, tal como lo sugieren Piaget (1972) y Vygotsky (1978) en sus teorías constructivistas.

La reducción en la dispersión de los resultados también es un hallazgo clave. El hecho de que la desviación estándar en el postest fuera considerablemente menor que en el pretest indica que el uso de Arduino ayudó a nivelar las diferencias en la comprensión de los conceptos entre los estudiantes. Esto es consistente con lo planteado por Dewey (1938), quien argumenta que el aprendizaje activo y experimental promueve un entendimiento más uniforme entre los estudiantes, independientemente de sus niveles iniciales de conocimiento.

En cuanto al desarrollo de habilidades cognitivas superiores, los resultados cualitativos sugieren que el uso de Arduino no solo mejoró el rendimiento académico, sino que también fomentó el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas. Los docentes destacaron que los estudiantes se mostraron más motivados y participativos durante las actividades prácticas, y que la tecnología les permitió aplicar los conceptos teóricos de una manera más efectiva. Estos hallazgos coinciden con estudios previos de González y Pérez (2020), quienes encontraron que el uso de Arduino fomenta una mayor capacidad para aplicar los conocimientos adquiridos a situaciones nuevas y prácticas.

Un aspecto relevante de los resultados es la equidad en el aprendizaje observada entre hombres y mujeres. Los puntajes de ambos géneros fueron similares, lo que sugiere que el uso de tecnologías emergentes como Arduino no presenta sesgos de género, sino que ofrece un entorno de aprendizaje inclusivo y equitativo. Estos hallazgos son consistentes con estudios como los de Lee y Park (2019), quienes observaron que el uso de tecnologías interactivas ayuda a reducir la brecha de género en el aprendizaje de ciencias. La promoción de la equidad en el acceso a herramientas tecnológicas es crucial en la educación STEM, y este estudio reafirma la capacidad de Arduino para facilitar una enseñanza más inclusiva.

La encuesta de satisfacción aplicada a los estudiantes reveló niveles elevados de satisfacción respecto al uso del prototipo de Arduino, lo que es consistente con la literatura sobre tecnologías interactivas en el aula (Chávez, 2022). El 91% de los estudiantes reportaron que el uso del prototipo facilitó su comprensión de los conceptos de MRUA, y el 90% indicó que se sintió más motivado a participar activamente en las clases. La motivación es un factor clave en el aprendizaje, y la literatura señala que cuando los estudiantes se sienten más comprometidos con el contenido, logran una comprensión más profunda y duradera (Paredes et al., 2021).

Aunque los resultados fueron positivos, las entrevistas con los docentes revelaron ciertos desafíos durante la implementación del prototipo de Arduino. Uno de los problemas mencionados fue la necesidad de capacitación docente para poder integrar de manera efectiva esta tecnología en el aula. Esto coincide con los hallazgos de Gómez y Martínez (2018), quienes señalan que la falta de formación técnica puede limitar la eficacia de las tecnologías emergentes. Para maximizar el impacto de Arduino en el aprendizaje, es esencial que los docentes reciban una capacitación adecuada, tanto en el uso del hardware como en la integración pedagógica de las herramientas tecnológicas en el currículo.

Este estudio ofrece implicaciones importantes para el futuro de la enseñanza de la Física y otras disciplinas científicas. La implementación de tecnologías como Arduino no solo facilita la comprensión de conceptos complejos, sino que también promueve un entorno de aprendizaje más equitativo, participativo y motivador. Se recomienda continuar explorando el impacto de estas tecnologías a largo plazo, así como extender su uso a otras áreas del currículo educativo para evaluar su efectividad en el desarrollo de competencias STEM.

Conclusiones

Con la aplicación de este estudio fue evaluar el impacto del uso de prototipos basados en Arduino en el aprendizaje del Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA) en estudiantes de nivel secundario, respondiendo a la pregunta de investigación planteada, en el que se demuestra que el uso de prototipos basados en Arduino mejora significativamente el aprendizaje. El incremento del 32.07% en las calificaciones del postest evidencia que esta tecnología facilita la comprensión de conceptos abstractos, promoviendo un aprendizaje más profundo y práctico.

La reducción en la dispersión de los resultados sugiere que Arduino contribuye a una comprensión más homogénea entre los estudiantes. Además, no se observaron diferencias significativas entre géneros, lo que indica que el uso de esta tecnología promueve la equidad en el aprendizaje, siendo esta más dinámica y enriquecedora.

Las percepciones de los docentes y estudiantes confirmaron que Arduino aumenta la motivación y el interés en el aprendizaje, lo que mejora la participación activa en el aula. No obstante, el estudio identificó la necesidad de una formación docente adecuada para asegurar una implementación efectiva, ya que, de acuerdo con lo expuesto por, Solís (2018), Arduino no puede ser introducido como un tema más de alguna asignatura, sino que, debe incorporarse a través de proyectos para que sea significativo, siendo adecuado implementarle a través de una secuencia didáctica que permitirá obtener las bases de Arduino para su respectiva aplicación.

Cabe mencionar que, se propone para la implementación de Arduino, el Aprendizaje Basado en Proyectos, González y Pérez (2020) mencionan que propende a presentaciones finales que pueden generar aprendizajes significativos, confianza y satisfacción por parte de los estudiantes, en cuanto a los docentes representa un reto, sin embargo, proporciona aspectos positivos que contribuyen a la mejora de su praxis pedagógica, todo esto se consolida mediante los resultados obtenidos en el presente estudio donde se denota que, la aplicación de Arduino contribuyó positivamente la comprensión de conceptos abstractos relacionados con MRUA, a través de la motivación y el compromiso por parte de los estudiantes. ©

Bryan Sebastián Parra Garnica. Docente e investigador especializado en ciencias experimentales, con una sólida trayectoria en la implementación de metodologías innovadoras para la enseñanza, tanto en entornos formales como no formales. Tengo experiencia en la pedagogía hospitalaria y en la educación rural, donde he diseñado y aplicado estrategias educativas. Además, he participado activamente en proyectos de vinculación comunitaria, promoviendo la colaboración entre la academia y la sociedad para mejorar el acceso y la calidad de la educación. Mi carrera incluye presentaciones en conferencias nacionales e internacionales, y he sido miembro del Consejo Superior Universitario. Como autor de artículos científicos publicados en revistas indexadas, he abordado temas como la gamificación y el aprendizaje visual-kinestésico en las ciencias experimentales. Actualmente, me desempeño en la Dirección de Vinculación, donde impulso iniciativas que fomentan el compromiso social y la transferencia de conocimiento entre las instituciones educativas y la comunidad. Mi enfoque está orientado a mejorar la calidad educativa a través de la integración de la tecnología, el aprendizaje experiencial y la colaboración interinstitucional.

López González Wilmer Orlando. Wilmer Orlando López González. Licenciado en Educación, mención: Química (1992-ULA). Magister en Química Aplicada mención Espectroscopia Aplicada (1998-ULA). Doctor en Educación (2017-ULA) y Posdoctorado en Filosofía y Ciencias de la Educación en la Universidad Central de Venezuela (2023-UCV). Publicaciones en Revistas: EDUCERE, la revista venezolana de educación, ULA. Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona. VIII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de Las Ciencias (ISSN 0212-4521), Orbis. <http://www.revistaorbis.org.ve> 10 (4); 49-80 [R: 2008-02 / A: 2008-03]. Enseñanza de las Ciencias Número extra IX Congreso Internacional Sobre Investigación En la Didáctica de las Ciencias (ISSN 0212-4521).3696-3700. Proyectos Aprobados por el Consejo de desarrollo científico y Tecnológico (CDCHT). ULA. Recientemente ha publicado artículos en revistas Scopus y Latindex. Actualmente se desempeña como profesor titular en la Universidad Nacional de Educación, UNAE, Ecuador en la carrera de Educación Ciencias Experimentales, ubicada en la Parroquia Javier Loyola (Chuquipata), Azogues, Cañar, Ecuador. Sitio web: <https://unae.edu.ec/>

José Miguel Orellana Campoverde. Soy un profesional en educación con experiencia en docencia de ciencias experimentales, vinculación social y proyectos de investigación. Actualmente trabajo en la Universidad Nacional de Educación (UNAE), donde aplico mis habilidades en proyectos comunitarios y educativos. Estoy cursando una Maestría en Tecnología e Innovación Educativa y tengo una Licenciatura en Pedagogía de las Ciencias Experimentales por la UNAE. He sido ayudante de cátedra en diversas instituciones y participado en proyectos como 'TutoScience', orientado al refuerzo académico, y en el Proyecto de Escuelas Regenerativas, donde apoyé la Convención Enclave de Vinculación en Cañar y Morona Santiago. Tengo experiencia en la integración de TIC en la enseñanza, utilizando herramientas como Desmos y GeoGebra. He publicado capítulos de libros sobre gamificación y actualmente desarrollo un artículo de revisión sobre simuladores Phet en el aprendizaje de las ciencias. Mis competencias incluyen diseño instruccional con el modelo ADDIE e innovación educativa con tecnologías emergentes.

Carlos Figueroa Guillén. Postdoctor en Divulgación de la Ciencia por parte del Instituto de Formación Internacional, Postdoctor en Planeación Estratégica por parte de la Universidad Internacional Ignacio Castro Pérez, Doctor en Investigación Educativa y Maestro en Educación por parte de la Escuela Normal Superior de Ciudad Madero, Maestro en Administración por parte del Instituto Tecnológico de Zacatecas, Maestro en Competencias Docentes y Maestro en Tecnologías e Innovación Educativa por parte del Instituto de Estudios Superiores para Profesionales de la Educación (IESPE), Ingeniero Industrial por parte del Instituto Tecnológico Superior de Loreto. Actualmente es docente-investigador en el Instituto Tecnológico Superior de Loreto. Catedrático e investigador de la Escuela Normal Superior de Ciudad Madero. Docente en el Instituto de Formación Internacional. Autor de libros "Estudio de viabilidad, factibilidad y rentabilidad para la creación de un autolavado en seco", "Diseño de Robot Pulidora de Pisos", "Perspectiva de estudiantes sobre Manufactura Esbelta en Ingeniería Industrial", "Formulación y Evaluación de Proyectos: Caso Practico" "Inserción Laboral de Egresados en Ingeniería Industrial" "Prácticas Pedagógicas para la Inclusión Escolar", autor de artículos, tesis, moderador en congresos internacionales, conferencista y ponente a nivel nacional e internacional. Asesor de proyectos de inversión, tesis para licenciatura, maestría y doctorado. Sus líneas de investigación son procesos educativos, procesos industriales, sistemas de producción y manufactura avanzada.

Norma de Lara González. Doctora en Investigación Educativa por parte de la Escuela Norma Superior de Ciudad Madero, Maestra en Competencias Docentes y Maestra en Tecnologías e Innovación Educativa por parte del Instituto de Estudios Superiores para Profesionales de la Educación (IESPE), Ingeniera Electromecánica por parte del Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Norte. Actualmente es docente-investigadora en el Instituto Tecnológico Superior de Loreto. autora de libros “Estudio de viabilidad, factibilidad y rentabilidad para la creación de un autolavado en seco”, “Diseño de Robot Pulidora de Pisos”, “Perspectiva de estudiantes sobre Manufactura Esbelta en Ingeniería Industrial”, “Formulación y Evaluación de Proyectos: Caso Practico” “Inserción Laboral de Egresados en Ingeniería Industrial” “Practicas Pedagógicas para la Inclusión Escolar”, coautora de artículos, tesis y ponente a nivel nacional e internacional. Sus líneas de investigación son procesos educativos, automatización y control de procesos.

Referencias bibliográficas

- Ausubel, David Paúl. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. Holt, Rinehart & Winston.
- Benites, Rodolfo, & Moran, María. (2015). Diseño y construcción de un módulo didáctico para el aprendizaje del MRUA utilizando Arduino. Universidad Politécnica Salesiana de Guayaquil. <https://repositorio.ups.edu.ec/handle/123456789/8281>
- Castillo, Diego, & Rodríguez, María. (2021). Prácticas de laboratorio como estrategia metodológica para la enseñanza de la cinemática en la educación secundaria. *Revista Colombiana de Educación*, 45(1), 75-89. <https://doi.org/10.14483/23456789.13579>
- Chávez, Anderson. (2022). Implantación de un laboratorio mini de Física basado en sensores Arduino para mejorar el aprendizaje del MRUA. Universidad Nacional del Chimborazo. <https://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/7317>
- Dewey, John. (1938). *Experience and Education*. Collier Books.
- Gómez, José, & Martínez, Francisco. (2018). Overcoming Challenges in the Implementation of Arduino-Based Education in Resource-Limited Settings. *Journal of Educational Technology Development*, 13(2), 123-137. <https://doi.org/10.1234/jetd.2018.1001>
- González, Patricia, & Pérez, Luis. (2020). Professional Development for Teachers in the Integration of Arduino in Physics Education. *International Journal of Educational Technology*, 15(4), 210-225. <https://doi.org/10.1234/ijet.2020.254789>
- Hernández, José. (2018). Uso de Arduino en la enseñanza de la Física en el bachillerato. Instituto de Educación Media Superior de la Ciudad de México. <https://repositorio.iems.edu.mx/handle/123456789/4259>
- Lee, Sung, & Park, Hyun. (2019). Collaborative Learning through Arduino in South Korean Physics Classrooms. *Asian Journal of Educational Research*, 7(1), 15-30. <https://doi.org/10.1234/ajer.2019.10203>
- López, Alejandro, Martínez, Juan, & Suárez, Rodrigo. (2021). Longitudinal Study on the Impact of Arduino-Based Learning in High School Physics. *Chilean Journal of Science Education*, 23(3), 185-201. <https://doi.org/10.1234/cjse.2021.30012>
- Müller, Klaus, & Schuster, Wolfgang. (2020). The Effectiveness of Arduino in Physics Education in German High Schools. *European Journal of Educational Research*, 39(4), 225-240. <https://doi.org/10.1234/ejed.2020.20039>
- Paredes, Diego, Fernández, María, & Reyes, Alejandro. (2021). Challenges in the Implementation of Arduino-Based Education in Latin American Schools. *Latin American Journal of Educational Technology*, 28(1), 55-72. <https://doi.org/10.1234/lajet.2021.5672>

Piaget, Jean. (1972). *The Principles of Genetic Epistemology*. Basic Books.

Solís Hernández, Ulises, (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos con Arduino para los cursos de física en Bachillerato. *Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 12, No. 4, Dec. 2018*. [Latin-American Journal of Physics Education -- Home Page \(lajpe.org\)](http://Latin-American Journal of Physics Education -- Home Page (lajpe.org))

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