



# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN**

## **Carrera de:**

Educación en Ciencias Experimentales

### **Prototipo basado en Arduino para el aprendizaje del Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado en el primero de Bachillerato de la Unidad Educativa Luis Cordero**

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Licenciado/a en Educación en Ciencias Experimentales

#### **Autores:**

Joseline Fernanda Calva Narvaez

CI: 0106405897

Bryan Sebastián Parra Garnica

CI: 0106232473

#### **Tutor:**

PhD. Luis Enrique Hernández Amaro

CI: 0150827103

#### **Cotutor:**

Lic. Marco Antonio García Pacheco

CI: 0105702898

**Azogues - Ecuador**

**Marzo, 2024**

## **Agradecimientos:**

**Autora: Joseline Fernanda Calva Narvaez**

En primer lugar, quiero dar gracias a Dios por iluminar mi camino y guiarme en este proceso académico. Pero de manera especial quiero dedicar este logro a mi ángel en el cielo, aunque hoy no esté presente te llevo en mi corazón y en mi alma. Ella mi mayor motor de lucha y perseverancia, siempre recordaba sus palabras de apoyo, desde pequeña guio mis pasos como una segunda mamá y velaba por mi felicidad, estoy segura que desde el lugar en donde estas cuidas de mí y estas orgullosa de lo que he logrado. Un abrazo eterno al cielo a mi ángel, te amare siempre.

Con mucho amor y enorme gratitud eterna a mi ángel en la tierra mi mamita Aly Narvaez, quien ha guiado mi camino, brindado amor, consejos y su sabiduría para no desistir en el proceso, ella mi motor de lucha. Eternamente agradecida por el apoyo incondicional y por ser mi mayor confidente, gracias por siempre creer en mí y no soltar mi mano jamás. Te amo eternamente, este logro siempre es y será para ti.

También quiero dar gracias a mis hermanos Edy y Alex que han velado y brindado su apoyo incondicional animándome y recordando lo valiente y capaz que soy de lograr mis propósitos. A mi cuñada que ha sido parte de este caminar y aliento en el mismo, a mi sobrino Sebas que es mi motivación y me recuerda con sus abrazos que siempre se puede volver a empezar y ser mejor que ayer. A mi abuelito Betito que es como mi padre, gracias por creer en mí y confiar en mis capacidades. Por siempre darme tu amor y enseñarme a ser fuerte. De manera general gracias a toda mi familia que siempre estuvieron alentándome, brindándome un abrazo y palabras de apoyo.

En el camino muchos se subieron conmigo al tren y pocos llegaron al final, les llevo en el corazón. Cada uno formo parte de mi camino, compartió conmigo noches y días de estudio, risas, viajes y aventuras. Gracias a cada uno de ellos por las cosas positivas que aportaron en mí. Sobre todo, a quien camino de mi mano en lo positivo y negativo, cuido de mí, me impulso a ser mejor y me alentó a no rendirme, a quienes en lo complicado siempre estuvieron presentes. Por todos y cada uno de las personas que jamás dejaron de creer en mis capacidades, por ustedes va este logro.

**Autor: Bryan Sebastián Parra Garnica**

En primer lugar, mi corazón rebosa de gratitud hacia Dios, fuente inagotable de fuerza y sabiduría, quien ha iluminado cada paso de este camino, brindándome la serenidad y la perseverancia necesarias para superar cada desafío que se ha presentado. Su presencia constante ha sido mi guía y consuelo en los momentos más difíciles.

A continuación, deseo expresar mi más profundo agradecimiento a mis queridos padres, Julio Sebastián Parra y Blanca Narcisa Garnica, cuyo amor incondicional, apoyo y sacrificios han sido el faro que me ha guiado hacia este logro. Ustedes han sido mi roca, mi refugio, y la razón por la que he seguido adelante. Gracias por creer en mí, incluso cuando yo mismo dudaba, por sus palabras de aliento y por todos los sacrificios realizados sin pensarlo dos veces, todo en pos de verme triunfar.

A Wilson y Jessica junto a mis sobrinos Santiago, Sofía y Rafael y resto de familia, gracias por su apoyo incondicional, su comprensión y paciencia. Cada uno de ustedes, de alguna manera, ha contribuido a este logro, sea a través de palabras de aliento, momentos de distracción y alegría, o simplemente estando allí para mí. Su amor y unidad han sido fundamentales en este viaje.

Mi gratitud se extiende también a mis profesores, quienes no solo me han impartido conocimientos, sino que también han sido mentores, inspirándome a superar mis límites y a explorar nuevas fronteras del saber. Gracias por su paciencia, dedicación y por desafiar constantemente mi pensamiento, ayudándome a crecer tanto académica como personalmente.

Finalmente, pero no menos importante, a mis amigos, compañeros de viaje, gracias por estar ahí en los momentos de tensión y de celebración. Su amistad, consejos y momentos de distensión han sido esenciales para mantener el equilibrio y seguir adelante. A Dayeli, mi compañera, gracias por tu paciencia, comprensión y tu amor, gracias por las risas, los desahogos nocturnos y por todo el apoyo incondicional.

Este logro no solo es mío, sino también de cada uno de ustedes que ha sido parte de este viaje. Gracias por todo.

**Resumen:**

Esta investigación se centra en el diseño, desarrollo e implementación de un prototipo basado en Arduino con el objetivo de optimizar el proceso de aprendizaje del Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA) en estudiantes de Física, guiados por el modelo de intervención ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación). Durante la fase de análisis, se evaluaron las necesidades del grupo estudiantil y se identificaron los conceptos clave del MRUA, mientras que en el diseño y desarrollo se establecieron las bases para la elaboración de las planificaciones y prototipo. La implementación se realizó en la Unidad Educativa Luis Cordero de la ciudad de Azogues, empleando un enfoque cuasiexperimental con un grupo control y un grupo experimental. Mientras que el grupo experimental interactuó con el prototipo basado en Arduino, el grupo control siguió métodos de enseñanza convencionales. Las sesiones abarcaron actividades teóricas, talleres grupales y evaluaciones para ambos grupos. Se incorporaron pretest y postest para medir la comprensión de los conceptos antes y después de la intervención. Además, se recopiló información cualitativa mediante diarios de campo y encuestas de satisfacción. Los resultados preliminares indican que el grupo experimental exhibió un mejor desempeño y una participación más activa, sugiriendo un impacto positivo del prototipo basado en Arduino en el aprendizaje del MRUA. Este enfoque pedagógico innovador se presenta como una vía prometedora para mejorar el aprendizaje de la Física, proporcionando un entorno propicio para un aprendizaje más significativo y aplicado.

- **Palabras claves:** Aprendizaje, Arduino, Física, MRUA, Prototipo.

**Abstract:**

This research focuses on the design, development and implementation of an Arduino-based prototype with the objective of optimizing the learning process of Uniformly Accelerated Rectilinear Motion (MRUA) in physics students, guided by the ADDIE intervention model (Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation). During the analysis phase, the needs of the student group were evaluated and the key concepts of the MRUA were identified, while in the design and development the bases were established for the preparation of the plans and prototype. The implementation was carried out at the Luis Cordero Educational Unit in the city of Azogues, using a quasi-experimental approach with a control group and an experimental group. While the experimental group interacted with the Arduino-based prototype, the control group followed conventional teaching methods. The sessions included theoretical activities, group workshops and evaluations for both groups. Pretest and posttest were incorporated to measure understanding of the concepts before and after the intervention. In addition, qualitative information was collected through field diaries and satisfaction surveys. Preliminary results indicate that the experimental group exhibited better performance and more active participation, suggesting a positive impact of the Arduino-based prototype on the learning of the MRUA. This innovative pedagogical approach is presented as a promising way to improve the learning of physics, providing an environment conducive to more meaningful and applied learning.

- **Keywords:** Learning, Arduino, Physics, MRUA, Prototype.

## Índice del Trabajo

<b>Contenido</b>	
<b>Introducción:</b>	9
<b>Planteamiento del Problema y Definición del Problema Científico de Investigación:</b>	14
<b>Interrogante de Investigación</b>	15
<b>Objetivo General:</b>	15
<b>Objetivos Específicos:</b>	15
<b>Justificación:</b>	16
<b>Capítulo 1: Marco Teórico</b>	17
<b>Antecedentes</b>	17
<b>Bases Teóricas</b>	22
<i>Proceso de Aprendizaje de la Física</i>	22
<i>Teorías del Aprendizaje</i>	23
<i>Conceptos de MRUA</i>	27
<i>Tecnologías de Visualización y Simulación</i>	31
<i>Prototipo Basado en Arduino para el Aprendizaje del MRUA</i>	33
<i>Diseño Instruccional para la Propuesta</i>	34
<b>Capítulo 2: Marco Metodológico</b>	36
<b>Paradigma y Enfoque</b>	36
<b>Tipo de Investigación:</b>	37
<b>Población y Muestra:</b>	38
<b>Operacionalización de las Variables</b>	39
<b>Métodos, Técnicas e Instrumentos de Investigación</b>	43
<i>Observación</i>	43
<i>Diario de Campo</i>	43
<i>Entrevista</i>	44
<i>Cuestionario</i>	44
<i>Pretest y Posttest</i>	45

<b>Análisis y Discusión de los Resultados del Diagnóstico</b>	45
<b>Capítulo 3: MoviBot</b>	48
<b>Introducción</b>	48
<b>Contextualización del Proyecto</b>	49
<b>Metodología de Implementación</b>	49
<i>Analizar</i>	50
<i>Diseñar</i>	51
<i>Desarrollar</i>	53
<i>Implementar</i>	60
<i>Evaluar</i>	68
<b>Resultados</b>	70
<i>Pretest</i>	70
<i>Postest</i>	73
<i>Recuperación</i>	76
<i>Encuesta de satisfacción</i>	78
<i>Entrevista aplicada a la docente</i>	79
<i>Resultados generales</i>	80
<b>Conclusiones</b>	82
<b>Recomendaciones</b>	83
<b>Referencias</b>	84
<b>Anexos</b>	88

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b> <i>Operacionalización de la variable dependiente</i>	40
<b>Tabla 2</b> Operacionalización de variable independiente	41
<b>Tabla 3</b> <i>Cronograma de actividades</i>	61



## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> <i>Velocidad vs. Tiempo</i>	30
<b>Figura 2</b> <i>Aceleración vs. Tiempo</i>	31
<b>Figura 3</b> <i>Distancia vs. Tiempo</i>	
<b>Figura 4</b> <i>Sistemas ESP32</i>	
<b>Figura 5</b> <i>Diseño final del prototipo</i>	
<b>Figura 6</b> <i>Sistema ESP32 construido con datos en tiempo real</i>	31
<b>Figura 7</b> <i>Sensor del Prototipo</i>	60
<b>Figura 8</b> <i>Implementación de MoviBot</i>	68
<b>Figura 9</b> <i>Comparación de promedios del pretest</i>	70
<b>Figura 10</b> <i>Comparación de resultados cualitativos del pretest</i>	71
<b>Figura 11</b> <i>Resultados por indicadores en el pretest del grupo experimental</i>	72
<b>Figura 12</b> <i>Comparación de promedios del pretest vs postest</i>	73
<b>Figura 13</b> <i>Crecimiento porcentual de promedios grupo control vs grupo experimental</i>	74
<b>Figura 14</b> <i>Resultados por indicadores en el postest del grupo experimental</i>	75
<b>Figura 15</b> <i>Promedios antes y después de la implementación en el resto de paralelos del primero de bachillerato</i>	76
<b>Figura 16</b> <i>Resultados cualitativos por aula antes y después de la implementación de MoviBot</i>	77
<b>Figura 17</b> <i>Resultados cualitativos totales antes y después de la implementación de MoviBot</i>	77
<b>Figura 18</b> <i>Resultados de encuesta aplicada a estudiantes</i>	78

## **Introducción:**

En la medida en la que la sociedad se va desarrollando, es necesario indagar nuevos procesos, estrategias o herramientas que se ajusten a las necesidades de enseñanza y aprendizaje. Con el fin de corresponder no solo de manera específica a las situaciones de la actualidad si no buscar mejoras que puedan aportar al desarrollo educativo a largo plazo. Es por ello que, en el proceso de formación de futuras generaciones es necesario potencializar el desarrollo intelectual que les permita crear pensamientos críticos y científicos lo cual genere de manera positiva la construcción y preparación de ideales. Con el objetivo de permitir realizar un análisis e indagar en el mundo de la era tecnológica, para brindar resultados en su desarrollo de manera fructífera en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

En contexto, para realizar el desarrollo esta investigación, las prácticas pre-profesionales se realizaron en la Unidad Educativa Luis Cordero en la ciudad de Azogues, provincia de Cañar. Las mismas se desarrollaron de manera presencial en los primeros años de [BGU] en la asignatura de Física. Para esta investigación se analiza como la tecnología y como un prototipo basado en Arduino puede contribuir en el aprendizaje de la Física, partiendo desde el campo de la cinemática para abordar específicamente el Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado.

Sin embargo, hay que tomar en cuenta las complicaciones existentes en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. La comprensión de la cinemática resulta ser esencial para la formación científica de los estudiantes de bachillerato, ya que es un punto de partida fundamental para entender otros conceptos más avanzados. Sin embargo, la enseñanza del MRUA puede resultar limitada y poco atractiva para los estudiantes. Especialmente si se utiliza solo la teoría, formulas o ejemplos que compliquen su interpretación, debido a que en la Física es adecuado aprender haciendo.

Para el desarrollo de esta investigación se realiza un análisis de estudios anteriores para tomar como punto de partida lo que mencionan otros autores del tema. A través de pruebas estandarizadas, revisión de registros de evaluación se determina las principales necesidades de aprendizaje. Se trabajará con una metodología cualitativa con el fin de poder indagar y recabar información óptima a través de recolección específica de información. Además, se diseña un prototipo y se evaluará la efectividad del mismo mediante la implementación de un modelo ADDIE (análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación) en el aprendizaje de los estudiantes y se comparará con los métodos tradicionales de enseñanza. Con la finalidad de poder conocer la percepción de los estudiantes, incluyendo su nivel de interés y la comprensión del MRUA.

Por último, se busca un análisis de un antes y después en los conocimientos de los estudiantes mediante el uso de técnicas e instrumentos como entrevistas, cuestionarios, observación en el aula de clase, aplicación de pretest y posttest. Para determinar si la implementación del prototipo en el aprendizaje tiene un impacto a largo plazo en la formación científica de los estudiantes de bachillerato.

Es por ello que la implementación de herramientas didácticas como un prototipo basado en Arduino, aportan de manera fructífera en sus procesos de aprendizaje en donde resulte interactivo. Ya que, desde tiempos memorables, los seres humanos debido a su curiosidad han tratado de explicar los diversos fenómenos naturales a través de la observación y la experimentación.

## **Planteamiento del Problema y Definición del Problema Científico de**

### **Investigación:**

El aprendizaje del movimiento rectilíneo uniformemente acelerado [MRUA] es un tema crucial en el estudio de la Física en el nivel de bachillerato. Sin embargo, los estudiantes enfrentan una serie de dificultades al tratar de llevar la teoría a la práctica.

A partir de la aplicación de diversos instrumentos, incluida la observación en el aula de clase, realización de los diarios de campo, aplicación de cuestionarios a los estudiantes y entrevista a la docente, se presentan una variedad de desafíos. Dentro de ellas la comprensión de los conceptos teóricos relacionados con el desplazamiento, velocidad y aceleración, dificultades para comprender y aplicar las relaciones entre magnitudes. Otro de los aspectos a considerar, es el problema que enfrentan en las lecciones, talleres y tareas evaluativas a la hora de aplicar las formulas debido a que existen diversas lo cual genera confusión y al momento de realizar el despeje de las mismas. Cabe mencionar que en el despeje de fórmulas el problema resulta matemático, debido a la confusión en una regla matemática básica de mnemotécnica. Un punto fuerte en donde se denota el problema surge en la interpretación teórica de problemas relacionados con la vida real, lo cual dificulta la obtención de datos y la resolución práctica de ejercicios.

Es por ello, que el problema científico de esta investigación surge debido a las diversas dificultades presentes en los estudiantes de primero de [BGU] de la Unidad Educativa Luis Cordero. Estos problemas pueden llevar a un aprendizaje con limitaciones y vacíos a lo largo de su proceso educativo, impactos en su aspecto emocional como la disminución en la motivación y el interés de los estudiantes por la Física, por lo que se plantea la siguiente pregunta de investigación.

## **Interrogante de Investigación**

¿Cómo contribuir al aprendizaje del Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado [MRUA] en los estudiantes de primero de bachillerato de la Unidad Educativa Luis Cordero durante el segundo trimestre del año lectivo 2023-2024?

### **Objetivo General:**

Elaborar un prototipo basado en Arduino para contribuir al aprendizaje del Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado en estudiantes de primero de [BGU] de la Unidad Educativa Luis Cordero.

### **Objetivos Específicos:**

Para los autores de este trabajo de investigación, la elaboración que se ha definido como objetivo general contiene desde el abordaje teórico hasta la evaluación de la implementación. Es por ello que los objetivos específicos son:

- Analizar referentes teóricos sobre el aprendizaje de la Física, cinemática y Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado de manera general a partir de la revisión bibliográfica.
- Determinar las principales necesidades de aprendizaje que los estudiantes presentan en el aprendizaje del Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado, a través de pruebas estandarizadas, revisión de registros de evaluación y observación dentro del aula.
- Diseñar un prototipo basado en Arduino que aporte al aprendizaje de los conceptos fundamentales del MRUA en la asignatura de Física.

- Evaluar la eficacia de la implementación del prototipo basado en Arduino, comparando resultados de aprendizaje del Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado [MRUA] antes y después de la implementación de un prototipo.

- **Justificación:**

El autor Hernández (2018) menciona que la justificación de una investigación debe tener lo siguiente: conveniencia, relevancia social, implicaciones prácticas, valor teórico y utilidad metodológica. Con esa base se presenta la siguiente justificación de la investigación.

Esta investigación se propone como un vehículo para fortalecer los procesos educativos, facilitando herramientas que promuevan una comprensión más intuitiva y aplicada de la Física. Se presenta como una iniciativa necesaria y oportuna para abordar las dificultades de aprendizaje, promoviendo una educación interactiva, comprensiva, práctica y motivadora, contribuyendo tanto al campo educativo como al desarrollo social y tecnológico. De forma fundamental en los aspectos emocionales para crear motivación, interés y despertar la curiosidad de los estudiantes por nuevas formas de aprendizaje.

Las implicaciones prácticas de este estudio son significativas, proponiendo la implementación de prototipos basados en Arduino como una herramienta para el aprendizaje interactivo del MRUA. Este enfoque no solo tiene el potencial de hacer los conceptos físicos más accesibles y comprensibles para los estudiantes, sino que también ofrece una metodología activa. En donde ellos interactúen de forma directa con el prototipo, planteando ejemplos cotidianos para resolución de ejercicios e interpretación de la velocidad, aceleración y desplazamiento en la vida real dentro del aula de clase usando el prototipo.

Es por ello que, en términos de valor teórico, la investigación aportará al conocimiento existente sobre métodos de enseñanza activa, evaluando cómo la integración

de tecnologías interactivas como Arduino puede facilitar la comprensión de conceptos complejos. Por último, la utilidad metodológica de este proyecto radica en su capacidad para ofrecer un modelo replicable y adaptable de enseñanza, que puede servir como referencia para futuras investigaciones interesadas en la incorporación de herramientas tecnológicas en el aula.

## **Capítulo 1: Marco Teórico**

### **Antecedentes**

Al introducirnos en los nuevos mundos que enfrenta la era tecnológica, se evidencia que el campo de la educación poco a poco se va adentrando en el uso de tecnologías emergentes que han demostrado ser una herramienta eficaz. Con el fin de contribuir en mejoras educativas, el uso de las mismas crea una forma diferente de aprendizaje de los estudiantes, potenciando la comprensión de conceptos complejos, el desarrollo de pensamiento crítico y la interacción de la teoría y la práctica. Se realiza un análisis de estudios extranjeros, nacionales y locales.

Dentro del contexto internacional se encuentra al autor Hernández (2018) el cual en su investigación desarrollada en el Instituto de Educación Media Superior de la Ciudad de México (IEMS) se basa en el aprendizaje de física con el uso de Arduino. En estudiantes entre los 14 y 17 años en el bachillerato, el cual tiene como objetivo potenciar el aprendizaje con herramientas como el Arduino. El problema surge debido a las limitaciones que presentan los estudiantes al comprender y adentrarse en el mundo de era tecnológica. Basado en una metodología cualitativa. En el cual se trabaja con proyectos, como una guía didáctica, para evaluar el mismo se trabaja por etapas tanto la planeación, diseño e instalación del Arduino, para finalizar el análisis y discusión de resultados.

Por ello se plantean cuestionarios en donde se plantean preguntas o problemas reales que son solventadas con la parte experimental mediante el dispositivo. En donde se evidencia que el uso de Arduino como herramienta para implementar proyectos pedagógicos es altamente viable. Esta tecnología no solo permite la implementación de proyectos de forma efectiva, sino que también promueve la iniciativa y la toma de decisiones entre los estudiantes, particularmente en cursos de física en el nivel de bachillerato.

Por otro aspecto los autores Castillo y Rodríguez (2021) realizan su investigación enfocada en prácticas de laboratorio como estrategia metodológica para poder contribuir en el aprendizaje de la cinemática, desde la Universidad de Salamanca en Colombia, en la Institución Educativa Los Volcanes. Surge de la necesidad de crear actividades prácticas con los estudiantes fuera del entorno tradicional del aula de clase.

Su muestra es de 8 estudiantes de décimo entre las edades de 14 a 17 años, con una población extendida a 10 estudiantes de 14 a 17 años de estratos 1 y 2, pertenecientes a la Institución Educativa Mercedes Abrego de Montería. Por ello se construye un simulador para MRUV en un prototipo de medición de Arduino en un riel, el cual es manejado por de forma física y mediante el código programable en el sistema de la plataforma.

Para evaluar la validez del mismo se crean guías de trabajo y en conjunto con el uso del simulador de la plataforma Arduino, a su vez el uso físico de la placa utilizada en el riel, a partir de los datos arrojados en el led para verificar el funcionamiento del mismo. Investigación basada en una metodología mixta.

Por ello hacen mención que el código flexible que opera la plataforma Arduino es relativamente simple de programar y se adapta a las necesidades específicas de cada maestro, además de ser ampliable para el desarrollo de múltiples prácticas. El aprovechar las ventajas de



estas tecnologías adaptativas permiten que los estudiantes utilicen herramientas de medición de alta precisión en el aula, reduciendo la brecha entre la educación secundaria y la educación superior.

Dentro del contexto nacional podemos realizar un abordaje diverso de acuerdo a dos zonas del Ecuador tanto en la región costa como la región sierra, en donde dos autores aportan de manera significativa con sus investigaciones.

Los autores Benites y Moran (2015) desde la Universidad Politécnica Salesiana de Guayaquil realizan una investigación enfocada en el diseño y construcción de un módulo didáctico a partir del uso de Arduino para el aprendizaje de MRUV en un plano. El problema surge de que el simulador muestra un margen de error al momento de expresar resultados. Con el fin de identificar el valor real e indagar el margen de error de la aceleración tanto de forma experimental como teórica en un movimiento rectilíneo, midiendo posiciones y tiempo.

Investigación de tipo mixto, en 40 estudiantes de bachillerato con edades entre los 14-17. Para su propuesta se pretende crear un módulo didáctico donde se trabaje en sesiones para interactuar con el dispositivo. Se orientan de apuntes y observación de comportamiento, para dar respuestas a sus preguntas en donde buscan saber cómo se comporta la aceleración, también como influye la aceleración de acuerdo a la distancia que se recorre.

Se da paso a un análisis en su módulo donde se evidencian los valores arrojados por el Arduino en tiempo real para su respectivo análisis mediante gráficas de interpretación. Donde se evidencia que el margen de error producidos por un simulador a comparación de un dispositivo físico es menor. Resultando interesante y más interactivo. Se muestran resultados positivos en la

integración de la teoría con la práctica mediante el uso de Arduino, mejorando el nivel de interés y resultando interactivo e interesante, esta nueva forma de aprendizaje.

El autor Chávez (2022) desde la Universidad Nacional del Chimborazo realiza una investigación enfocada en el diseño e implantación de un laboratorio mini de física basándose en sensores como el Arduino. La población determinada por 104 estudiantes de bachillerato entre los 14 y 18 años, de la Unidad Educativa Puruha y Colegio de Música Rodrigo Barreno Cobo. El objetivo principal es conocer las limitaciones y fortalezas de la creación de un mini laboratorio de física para la aplicación de sensores como el Arduino.

Con una metodología mixta. En su propuesta, se realiza una simulación de cine en 4D que están propuestos en módulos, en donde a partir del algoritmo de Arduino se identifican datos de velocidad, tiempo y aceleración en MRUV arrojados en la plataforma a partir del código verificable. El uso del dispositivo por parte de los estudiantes arrojó un 95,83% de satisfacción frente a un 4,16% de estudiantes que mostraron inconformidad. Esto permitirá que los maestros y los estudiantes innoven en los métodos de estudio y análisis utilizando este prototipo de laboratorio, ya que consta de dispositivos electrónicos, sensores de distancia y actuadores para el análisis de cinemática a distancia.

Por ende, estas formas de innovación educativa es una excelente oportunidad para mejorar el proceso de aprendizaje de los estudiantes de todos los niveles académicos.

Para finalizar se muestra una investigación local de la ciudad de Cuenca en donde se evidencia una investigación fructífera.

En la Universidad Politécnica Salesiana de Cuenca los autores Ortiz y Vázquez (2022), realizan una investigación basada en la creación de un Kit robótico. Su población centrada en

estudiantes de bachillerato con una población de 60 estudiantes, que se encuentran entre 14-17 años que están dentro del proyecto Pequeños Científicos. Con el fin de recabar datos para conocer como los estudiantes reaccionan a la interacción directa con dispositivos tecnológicos, mediante el uso del Software de Arduino. Para conocer como la implementación de un robot puede contribuir en el aprendizaje de la física. En su propuesta se interactúa con el Software de Arduino, que va conectado al robot que tiene forma de carrito en donde con el uso de un aplicativo móvil se ve reflejado en tiempo real los datos obtenidos. Mediante clases demostrativas pretenden implementar dentro del aula y hacerlos parte del proceso.

Investigación con metodología cualitativa. Se arrojan resultados positivos al ser implementado, muestras valores correctos de velocidad y el tiempo que emplea en realizar el movimiento. Para evaluar su efectividad se realizan guías de apoyo y cuestionarios para conocer lo que piensan los estudiantes. Es por ello, que se evidencia que el uso de herramientas didácticas en el aprendizaje, es importante ya que, se puede crear interacción entre la teoría y la practica haciendo uso de las tecnologías emergentes.

Como se evidencia en el análisis de estudios extranjeros, nacionales y locales el utilizar prototipos basados en Arduino los estudiantes pueden experimentar directamente los efectos de la aceleración en el movimiento de los objetos, lo que facilita la comprensión de las relaciones entre la posición, la velocidad y la aceleración. El uso de prototipos basados en Arduino en el aprendizaje de MRUA ofrece una forma innovadora y efectiva de abordar un tema desafiante en la física. Estos modelos permiten a los estudiantes visualizar y manipular objetos, lo que mejora su comprensión y les proporciona una experiencia de aprendizaje más práctica e inmersiva.

Al aprovechar las tecnologías se puede crear un entorno de aprendizaje interactivo y estimulante que motive a los estudiantes a explorar y comprender el MRUA de una manera más profunda. Comprender este concepto puede ser desafiante para muchos estudiantes, ya que implica visualizar y comprender los cambios en la velocidad y la aceleración de un objeto a lo largo del tiempo. Se evidencia la importancia de las nuevas adaptaciones a los procesos de cambios y mejoras en el mundo, en este caso específico en herramientas que pueden ser prácticas para la construcción de ideas creativas dentro de las aulas de clase con el fin de generar diversas maneras de procesos de aprendizaje, potenciando de manera fructífera la creatividad, motivación y trabajo colaborativo con la comunidad educativa.

### **Bases Teóricas**

En este apartado, atendiendo a los antecedentes ya descritos se delimita las bases teóricas que servirán de sustento para la investigación.

### ***Proceso de Aprendizaje de la Física***

Los procesos de enseñanza y aprendizaje resultan ser complejo y multifacético, el cual es desarrollado dentro de contexto dialéctico. Dentro de este escenario tanto el docente como el alumno cumplen roles importantes, ya que crean una relación interactiva y dinámica.

Por ello el autor García et al. (2015) hace mención que el docente y el estudiante juegan roles protagónicos, ya que crean espacios de interacción directa lo cual conecta con los diferentes escenarios educativos. Por ello, es necesario crear ambientes de comodidad en el aula de clase para que el estudiante sea participe activo, potenciando su motivación e interés por el aprendizaje de la física. Por consiguiente, la variedad de formas de evaluación y los recursos didácticos desempeñan grandes roles, ya que ellos sirven para complementar sus procesos de

aprendizaje. Dentro de ello se destaca las evaluaciones, tanto formativas o sumativas las cuales orientan y evidencian los procesos y progresos del alumno.

La Física se encuentra en un momento de auge de desarrollo, ya que presenta aplicaciones en muchos campos que abarcan desde la ingeniería hasta la medicina y la tecnología. La Física es una ciencia natural que estudia los procesos más simples de la naturaleza, adentrándose como un punto clave dentro de la comprensión y a su vez la integración con los problemas que abarca la sociedad.

El autor Burbano (2001) menciona que la Física es una disciplina fundamental que permite comprender la naturaleza del universo y su funcionamiento, desde sus aspectos fundamentales y a su vez en las aplicaciones prácticas, es una ciencia fascinante y relevante para nuestro futuro como especie y en nuestra vida diaria. Es por ello que la educación cumple un rol fundamental que encamina el proceso de desarrollo y formación académica, ya que al relacionarla con la vida cotidiana explica el porqué de varias situaciones y a su vez despierta curiosidad en los estudiantes, generando que los mismos sean proactivos dentro y fuera de un aula de clase.

### ***Teorías del Aprendizaje***

Dentro de este aspecto existen diversos tipos de teorías de aprendizaje, es por ello que el autor Quisphe (2022) hace alusión a que el aprendizaje forma parte de un proceso en donde las personas adquieren conocimientos, habilidades, aptitudes y por consiguiente habilidades mediante la interacción activa con su entorno y las experiencias. Por eso resulta ser un proceso dinámico y constante que de forma general involucra aspectos que influyen en su formación de pensamiento y emociones, de manera especial en la asimilación de información, comportamiento y desarrollo crítico del pensamiento.

A su vez el autor Rubio (2022) expresa que el aprendizaje no es limitante a una sola expresión, si no que forma parte de un proceso continuo de constante evolución a medida que el individuo experimenta nuevos desafíos y es parte de la adquisición de nuevos conocimientos. Es por ello que a través de la acomodación y la asimilación se pueden construir procesos de entendimiento significativo y profundo, lo cual representa el objetivo primordial del aprendizaje.

El objetivo primordial del aprendizaje es construir una comprensión más profunda y significativa de la realidad. Esto va más allá de la mera acumulación de hechos, ya que pretende desarrollar una comprensión reflexiva que sea aplicable en diversos contextos. El aprendizaje se convierte en un proceso enriquecedor que va más allá del aula y se extiende a la vida cotidiana, permitiendo a las personas adaptarse a nuevos retos, tomar decisiones con conocimiento de causa y realizar aportaciones significativas a su entorno.

Dentro del aprendizaje existen diversas teorías, de las cuales se mencionan algunas de ellas a continuación:

**Constructivismo.** Para Vargas y Acuña (2020) el constructivismo en educación se basa en la idea de que los alumnos son participantes activos en la construcción de su propio conocimiento a través de la interacción con su entorno y la participación en experiencias relevantes. Según esta teoría, el aprendizaje es un proceso dinámico en el que los alumnos crean su comprensión a través de experiencias previas, conocimientos e interacción con su entorno físico.

El uso de prototipos basados en Arduino en el método constructivista promueve el aprendizaje significativo al permitir a los estudiantes establecer vínculos más reales y tangibles

entre conceptos abstractos y sus representaciones visuales y espaciales. Además, al interactuar activamente con los prototipos, los estudiantes se sumergen en un proceso de producción de conocimiento que les permite explorar, extraer conclusiones y reflexionar sobre los fenómenos físicos de una manera más profunda y personalizada.

**Aprendizaje Significativo.** El aprendizaje significativo es una corriente pedagógica que, según Arévalo et al. (2020) se basa en la premisa de que la adquisición de nuevos conocimientos, el cual es más eficaz cuando es pertinente y significativa para los conocimientos y experiencias previos del alumno. En este enfoque de aprendizaje, el alumno trata de comprender la información y establecer conexiones con sus propios antecedentes y experiencia, en lugar de limitarse a memorizarla. En lugar de memorizar fórmulas y conceptos abstractos, el objetivo del aprendizaje del MRUA es que los alumnos comprendan y establezcan relaciones entre los principios y sus experiencias cotidianas y su entorno. Al conectar los conceptos del MRUA con situaciones del mundo real, como el movimiento de objetos en la vida cotidiana o en experimentos prácticos, se produce un aprendizaje significativo.

**Aprendizaje Colaborativo.** Para López et al. (2021) este modelo de aprendizaje fomenta la interacción y la colaboración entre los estudiantes, permitiéndoles construir juntos el conocimiento. Los alumnos pueden utilizar prototipos Arduino para visualizar y manipular objetos virtuales que representan el movimiento en el MRUA, lo que les proporciona una representación concreta y espacial de conceptos abstractos. La combinación del aprendizaje colaborativo y el uso de prototipos fomenta la participación activa de los estudiantes, estimula la exploración y la experimentación, y facilita la comunicación y la construcción colaborativa del conocimiento. Esto promueve un aprendizaje más profundo, significativo y a largo plazo de los conceptos clave.

**Aprendizaje Interactivo Y Participativo.** El aprendizaje interactivo y participativo, según Gallegos (s.f.) se refiere a un enfoque educativo en el que los estudiantes son participantes activos en su proceso de aprendizaje. Este tipo de aprendizaje fomenta la interacción entre los estudiantes, el entorno y los materiales didácticos. El aprendizaje interactivo y participativo tiene varias ventajas. Por un lado, promueve un mayor compromiso y motivación, ya que los estudiantes se sienten más comprometidos e implicados en su proceso de aprendizaje. Por otra parte, les permite desarrollar habilidades cruciales como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, el trabajo en equipo y la comunicación eficaz.

En el campo de la Física, el aprendizaje interactivo y participativo es especialmente importante porque permite a los estudiantes explorar y experimentar con fenómenos físicos, realizar mediciones, ejecutar simulaciones y construir modelos para adquirir una comprensión más profunda y significativa de los conceptos. Además, fomenta la colaboración y el intercambio de ideas entre los estudiantes, enriqueciendo el proceso de aprendizaje.

El aprendizaje interactivo y participativo del MRUA mediante prototipos Arduino permite a los estudiantes experimentar y explorar los fundamentos del movimiento acelerado en un entorno práctico. Permite a los estudiantes interactuar con objetos físicos, observar cambios visibles en las variables y colaborar con sus compañeros para construir un conocimiento colectivo. Esta combinación de enfoques promueve un aprendizaje más significativo y duradero de los conceptos.

### ***Conceptos de MRUA***

**Definición.** Según el autor Valencia (2017) el Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado [MRUA] hace alusión a un tipo de movimiento. El cual es generado en línea recta,



cuando un objeto experimenta una aceleración constante. Además, a lo largo del movimiento, la velocidad del cuerpo cambia uniformemente a lo largo del tiempo, aumentando o disminuyendo en cantidades iguales durante intervalos uniformes de tiempo. La aceleración constante puede ser positiva, provocando un aumento de la velocidad, o negativa, provocando una disminución de la velocidad.

**Distancia y Desplazamiento en el MRUA.** Para los autores Díaz y González (2010) la distancia y desplazamiento son dos conceptos distintos pero relacionados en el estudio del movimiento. Por un lado, la distancia (m) es una magnitud escalar que se refiere a la longitud total recorrida por un objeto, mientras que el desplazamiento (m) es una idea vectorial que se refiere al cambio de posición de un objeto tomando como puntos de referencia un punto inicial y un punto final.

**Velocidad en el MRUA.** Es un concepto fundamental dentro de la Física que según Díaz y González (2010) procede del desplazamiento y del tiempo. Es decir, la velocidad (m/s) es una medida que establece una relación directa entre la distancia recorrida por un objeto y el tiempo necesario para completar ese desplazamiento.

**Aceleración en el MRUA.** La aceleración desempeña un papel crucial en el análisis del movimiento y la comprensión de los fundamentos de los objetos cinematográficos. Hornillos (2010) define la aceleración (m/s<sup>2</sup>) como una magnitud que describe cómo cambia la velocidad de un objeto con el tiempo. Sin embargo, si el movimiento es vertical, la aceleración toma un valor fijo de 9,81 m/s<sup>2</sup>.

**Relación entre Posición, Velocidad y Aceleración.** La distancia, la velocidad y la aceleración están relacionadas en el MRUA, ya que la distancia recorrida por un objeto, viene

determinada por su velocidad inicial, la aceleración y el tiempo. Para estudiar estas relaciones, se establecieron tres ecuaciones:

**Ecuación de aceleración:** describe cómo cambia la velocidad de un objeto con el tiempo en un MRUA. Demuestra que la velocidad en cualquier momento es igual a la velocidad inicial más la velocidad adicional ganada debido a la aceleración constante a lo largo del tiempo.

$$a = \frac{dv}{dt}$$

$$adt = dv$$

$$\int_0^t adt = \int_{v_0}^v dv$$

$$at|_0^t = v|_{v_0}^v$$

$$at = v - v_0$$

$$a = \frac{v - v_0}{t}$$

**Ecuación de la distancia:** representa la posición de un objeto en el tiempo cuando se mueve a velocidad constante. La primera parte describe la distancia que habría recorrido el objeto si hubiera mantenido su velocidad inicial durante ese tiempo. La segunda parte representa la distancia adicional que el objeto ha recorrido debido a la aceleración constante durante ese tiempo.

$$v = \frac{dx}{dt}$$

$$vdt = dx$$

$$(v_0 + at)dt = dx$$

$$\int_0^t (v_0 + at) dt = \int_{x_0}^x dx$$

$$v_0 t + \frac{at^2}{2} \Big|_0^t = x \Big|_{x_0}^x$$

$$v_0 t + \frac{at^2}{2} = x - x_0$$

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

**Ecuación de la velocidad:** La velocidad se encuentra relacionada con la distancia recorrida por un objeto a aceleración constante. Demuestra cómo la velocidad final al cuadrado es igual a la velocidad inicial al cuadrado más el producto de la aceleración y la distancia.

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$$t = \frac{v - v_0}{a}$$

$$x = x_0 + v_0 \left( \frac{v - v_0}{a} \right) + \frac{a \left( \frac{v - v_0}{a} \right)^2}{2}$$

$$x = x_0 + \frac{vv_0}{a} - \frac{v_0^2}{a} + \frac{1}{2} \frac{v^2 - 2vv_0 + v_0^2}{a}$$

$$x - x_0 = \frac{vv_0}{a} - \frac{v_0^2}{a} + \frac{v^2}{2a} - \frac{vv_0}{a} + \frac{v_0^2}{2a}$$

$$\Delta x = \frac{v^2}{2a} - \frac{v_0^2}{2a}$$

$$2a \Delta x = v^2 - v_0^2$$

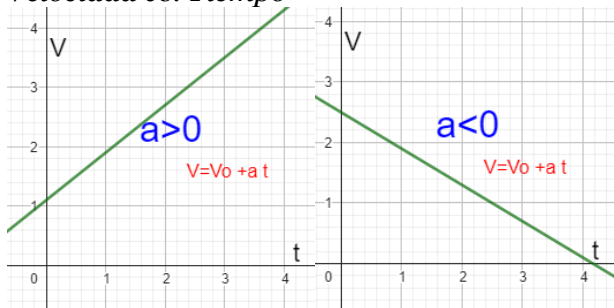
$$v^2 = v_0^2 + 2a \Delta x$$

Donde:

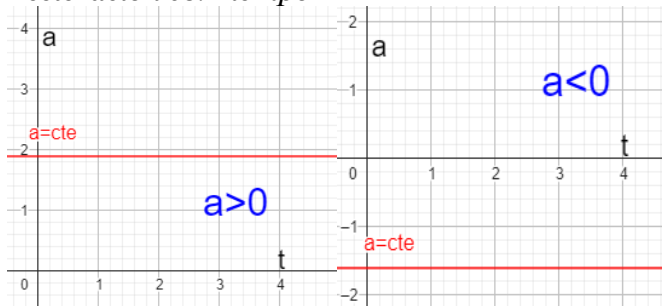
- x: distancia
- $v_0$ : velocidad inicial
- v: velocidad final
- a: aceleración
- t: tiempo

**Gráficos De MRUA.**

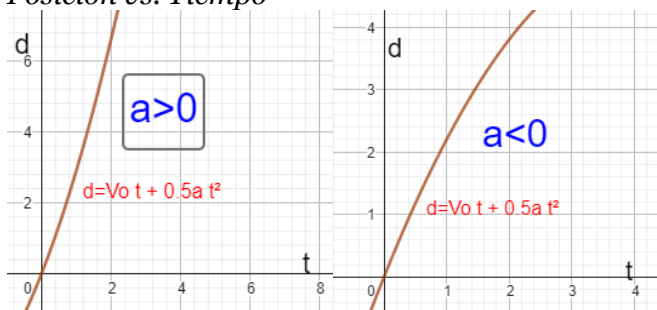
**Figura 1**  
Velocidad vs. Tiempo



**Figura 2**  
Aceleración vs. Tiempo



**Figura 3**  
Posición vs. Tiempo



## ***Tecnologías de Visualización y Simulación***

Las tecnologías de visualización y simulación son cruciales para el aprendizaje de la física y la comprensión de fenómenos complejos. Según Tumino y Bournissen (2020), el uso de estas tecnologías en el aprendizaje del MRUA proporciona beneficios significativos como la visualización interactiva, el acceso a recursos digitales, el aprendizaje personalizado y la colaboración entre estudiantes. Estas tecnologías mejoran las oportunidades de enseñanza y aprendizaje, aumentando la comprensión y el interés de los estudiantes por la Física. Para Mayet et al. (2022) la visualización implica utilizar herramientas y software para presentar de manera visual datos y conceptos físicos. A través de gráficos, animaciones, prototipos y simulaciones interactivas, los estudiantes tienen la oportunidad de observar de manera más precisa y realista cómo se aplican los principios físicos en diferentes situaciones. Esto les permite comprender de manera visual y espacial el fenómeno estudiado, lo que facilita su comprensión y retención.

La simulación consiste en crear entornos virtuales en los que los alumnos puedan interactuar con modelos y sistemas físicos. Estas simulaciones recrean condiciones y escenarios específicos, permitiendo a los estudiantes cambiar variables y ver los efectos en tiempo real. Esto les permite realizar experimentos virtuales, investigar diversas situaciones y comprender cómo afectan las variables a los resultados (Castro et al., 2020).

**Arduino.** Arduino es una plataforma de código abierto que combina hardware y software libre para crear proyectos electrónicos interactivos. Según Vega et al. (2014), consiste en una placa programable con un microcontrolador como componente principal, así como una variedad de pines de entrada y salida que permiten la conectividad con diversos componentes electrónicos como sensores, actuadores y dispositivos de comunicación. Esta plataforma permite

crear proyectos personalizados mediante la programación del microcontrolador y la conexión de diversos módulos y sensores, lo que permite crear sistemas interactivos y automatizar tareas.

Arduino puede utilizarse para una gran variedad de proyectos electrónicos, desde sistemas de control automatizados hasta dispositivos interactivos. La versatilidad y flexibilidad de esta plataforma permiten la creación rápida de prototipos, así como la experimentación con diversas ideas y conceptos. Con Arduino es posible materializar ideas y soluciones electrónicas de forma práctica y tangible, permitiendo a los usuarios explorar y desarrollar sus proyectos de forma ágil y creativa.

Para los autores Alegre y Cuetos (2021) afirman que el uso de Arduino en el aprendizaje permite exponer a los estudiantes conceptos complejos de forma significativa y accesible. La creación de proyectos interactivos permite a los estudiantes comprender mejor los principios del MRUA, a la vez que les motiva y compromete con el aprendizaje a través de la tecnología y el trabajo colaborativo.

Cuando los alumnos utilizan Arduino, tienen la oportunidad de experimentar y practicar conceptos abstractos relacionados con este tipo de movimiento. Pueden diseñar y construir circuitos que simulen el movimiento de un objeto y utilizar sensores para recoger datos en tiempo real. Estos datos se analizan y se muestran para comprender mejor la relación entre distancia, velocidad y aceleración.

### ***Diseño Instruccional para la Propuesta***

Un diseño estructural es un proceso sistemático el cual es utilizado para el desarrollo, implementación y evaluación de las etapas de aprendizaje relevantes y efectivas. Por ello, el autor Domínguez et al, (2018) menciona que una planificación y creación de ambientes en un

entorno educativo que promuevan la comprensión, adaptabilidad, adquisición de conocimiento y su vez de las actitudes y habilidades de los estudiantes son indispensables para garantizar el proceso. Dentro de este aspecto, un diseño educativo toma en cuenta una variedad de factores, como objetivos de aprendizaje, público objetivo, contenido y recursos educativos, estrategias educativas, evaluación y logística de implementación. Es por ello que el objetivo principal es diseñar una experiencia de aprendizaje orientada a las consecuencias estructurada por coherente.

**Modelo ADDIE.** Dentro de las etapas del diseño instruccional puede existir una variación de las mismas, dependiendo del enfoque que se utilice. Sin embargo, para Centeno (2017) el modelo ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación) consta de un enfoque sistemático el cual es abordado dentro del diseño instruccional. Con el fin de desarrollar y crear mejorar en diferentes procesos de formación y aprendizaje. Cabe mencionar que cada uno de las diferentes fases que existe en él se considera fundamental en el desarrollo y proceso general del diseño para materiales educativos. Por ende, el mismo modelo consta de:

- **Análisis:** dentro de esta fase es importante realizar una evaluación integral que parten de las necesidades de aprendizaje, a su vez es determinante para poder identificar los fines educativos, a su vez se estipula el grupo a analizar y se hace una indagación para recopilar información importante del entorno educativo.
- **Diseño:** en el apartado se busca crear una planificación en donde se muestre las estrategias que se van a emplear en la enseñanza. También de manera fundamental se plantea de forma específica los objetivos de aprendizaje, por otro aspecto se determinan los métodos, recursos y el contenido a utilizar de forma lógica y secuencial.

- **Desarrollo:** partiendo de los materiales y a su vez de los recursos establecidos en el diseño se crea lo requerido. Desarrollando el contenido del curso a partir de lo solicitado como, por ejemplo, mediante actividades de aprendizaje se desarrolla materiales didácticos que van desde presentaciones, videos o simulaciones.
- **Implementación:** en este punto una vez que se tiene todo el material requerido listo, a partir de un buen plan de ejecución y gestión adecuada de recursos se lleva a cabo la implementación. Esto llevado a cabo mediante una clase demostrativa que facilite el aprendizaje y la interacción efectiva con los estudiantes.
- **Evaluación:** como punto final se hace una recopilación de datos y se lleva a cabo una evaluación sistemática para verificar cuales son los resultados del programa de aprendizaje planteado. Partiendo de la evaluación se delimitan las fortalezas y complicaciones para posibles mejoras a largo plazo.

## **Capítulo 2: Marco Metodológico**

### **Paradigma y Enfoque**

La presente investigación se rige dentro de un paradigma socio-crítico, este busca abordar de forma específica problemas dentro de una comunidad tomando en cuenta un contexto. Por ello el autor Loza et al. (2020), hace mención que dentro de una comunidad los actores principales en el proceso de investigación son los miembros de la misma. No solo busca abogar por situaciones concretas, si no va más allá de la identificación de problemas que promuevan mejoras significativas en el entorno.

Por ende, esta investigación es desarrollada con los miembros activos de la comunidad que son los estudiantes y docente, los cuales brindan conocimientos y perspectivas que aportan para el proceso de creación de la implementación y diseño de estudio. Se busca, así, generar



soluciones contextualizadas y relevantes que puedan contribuir al mejoramiento de la comunidad en relación con el aprendizaje de la Física y la incorporación de prototipos basados en Arduino para el estudio del MRUA.

En cuanto al enfoque de la investigación, se trabajó con un enfoque mixto. Como menciona López y Ríos (2022) el enfoque mixto en la investigación implica la recopilación y análisis de datos, utilizando técnicas como la entrevista, observación, diario de campo, pretest, postest, encuesta, lo que proporciona una perspectiva más amplia y profunda del fenómeno estudiado, la confiabilidad y validez de los resultados. Este enfoque permite capturar las experiencias y percepciones de los participantes, así como obtener datos numéricos para identificar patrones, tendencias y relaciones entre variables, sin crear generalizaciones estadísticas.

### **Tipo de Investigación:**

El presente proyecto se basa en el tipo de investigación cuasi experimental, por lo cual Fernández et al. (2014) menciona que esta tiene como objetivo general analizar una hipótesis causal en donde se logre manipular al menos una variable independiente, a su vez la misma será mediante la aplicación de un pretest y postest a un determinado grupo tanto el de control como el experimental. Por consiguiente, se realiza una recopilación de información en la Unidad Educativa Luis Cordero para la investigación, es por ello que, a partir de la entrevista, observación en el aula de clase y un análisis minucioso de datos se recopila información que fundamenta el tipo de investigación a realizar.

## **Población y Muestra:**

El autor Ventura (2017) señala una clara diferencia entre población y muestra, aludiendo que la población es el conjunto total de individuos que poseen características específicas para llevar a cabo una investigación, mientras que la muestra es un subconjunto de la población. Basado en esto, los resultados obtenidos son de carácter inductivo, es decir, se analiza la muestra y se emite un juicio sobre la población. Para la población de estudio de esta investigación se tomó en cuenta a los estudiantes de los primeros de BGU de la Unidad Educativa Luis Cordero. De esta forma, la población se encuentra compuesta por 165 estudiantes, en edades que de manera aproximada oscilan entre los 14 y 16 años de edad.

Es por ello que, para la elección de la muestra se aplicó un muestreo intencional, que según Arias et al. (2016) consiste en la selección por métodos no aleatorios de una muestra cuyas características sean similares a las de la población objetivo. Esto debido a la asignación por parte de la docente a dos aulas específicas con un tamaño de muestra para el estudio de 68 estudiantes de los paralelos C y D, donde el paralelo D (34 estudiantes) actuará como grupo control y el paralelo C (34 estudiantes) como grupo experimental.

## **Operacionalización de las Variables**

La operacionalización es un punto importante en el desarrollo de la investigación, pues Townsend (2021) menciona que es un proceso enumerado de operaciones que indica que debe realizar un investigador para observar y producir el fenómeno de estudio. También se la conoce como un proceso de transformar una variable teórica en variable empírica con el fin de medirla, entendiendo que una variable que se define como empírica ya no puede ser operacionalizada.

Se trabajó con dos variables, que para Arroyo (2022) representa una característica que puede tomar diferentes valores, siendo todo aquello que puede ser medido y de lo cual se

recolecta información y cantidad de datos con el objetivo de poder dar una respuesta a la interrogante de investigación. La variable dependiente de esta investigación es el aprendizaje del MRUA, mientras que la independiente es el prototipo basado en Arduino.

**Tabla 1**

*Operacionalización de la variable dependiente*

<b>VARIABLE</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>SUBDIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>TÉCNICAS/INSTRUMENTOS</b>	<b>MÉTODO DE VALORACIÓN</b>
Aprendizaje del MRUA	Rendimiento académico	Conceptos del MRUA	Dominio de conceptos: Distancia, Velocidad, Aceleración, Tiempo. Interpretación gráfica de conceptos.	Cuestionario/Pre test y Postest	Escala de evaluación del Ministerio de Educación
		Resolución de ejercicios	Manejo y aplicación de fórmulas. Cálculos matemáticos. Proceso matemático gráfico.		
		Interpretación de problemas de la vida cotidiana	Relación de conceptos en situaciones de movimiento acelerado y desacelerado		
	Comprensión del tema	Nivel de interés	Expresión Verbal Expresión Oral	Observación/Diario de Campo	Muy Bueno Bueno Regular

			Búsqueda de información adicional		Malo Muy Malo
		Participación en clase	Participación espontánea		
			Participación no espontánea		

**Tabla 2**

Operacionalización de variable independiente

<b>DIMENSIONES</b>	<b>SUBDIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS</b>	<b>MÉTODO DE VALORACIÓN</b>
Diseño	Objetivos	Cumplimiento de objetivos	Encuesta/Cuestionario Entrevista/Guía de preguntas	Si No
	Metodología	Cumplimiento del diseño estructural ADDIE		Muy Bueno Bueno Regular Malo Muy Malo
Implementación	MRUA	Nivel de comprensión de las actividades teóricas	Pretest y Postest de variable dependiente/Cuestionario	Escala de evaluación del Ministerio de Educación
		Nivel de comprensión de las actividades prácticas		
		Nivel de cumplimiento de las destrezas con criterio de desempeño	Análisis de desempeño	Muy Bueno Bueno Regular

		Nivel de cumplimiento de las competencias		Malo Muy Malo
Evaluación	Funcionamiento. Interacción del prototipo con el estudiante.	Actividades de consolidación	Taller/Rúbrica de Evaluación	Muy Bueno Bueno Regular Malo Muy Malo

## **Técnicas e Instrumentos de Investigación**

### ***Observación***

La observación es una de las técnicas más usada por los investigadores pues consiste en observar cuidadosamente fenómenos, hechos o casos, tomar información y registrarla para su posterior análisis, logrando así una comprensión del fenómeno estudiado de manera óptima gracias los patrones observados por el investigador (Paredes et al., 2021).

Esta técnica se la aplicó en la Unidad Educativa Luis Cordero durante las prácticas preprofesionales, donde se detectó los problemas con el aprendizaje a la hora de aprender la teoría y resolver los ejercicios que se planteaban durante las sesiones de clase.

### ***Diario de Campo***

Para Paredes et al. (2021) el diario de campo (Anexo 6) es una herramienta esencial que permite al investigador registrar y documentar de manera sistemática los datos y las impresiones recopiladas durante la investigación de campo. Su uso contribuye a una comprensión más profunda y contextualizada del fenómeno estudiado. En el diario de campo, los investigadores escriben sus observaciones, reflexiones e ideas en relación con el medio y los participantes de la investigación. Los registros organizados en este instrumento proporcionan pistas valiosas sobre el funcionamiento del sistema social y ayudan a comprender el contexto desarrollado por la investigación.

El diario de campo se utiliza para explicar quién participa y qué sucede, dónde, cuándo, cómo, cómo, cómo se desarrollan eventos, actividades o procesos relacionados para preguntas de investigación. Además, puede incluir la interacción de los investigadores, las emociones percibidas, los problemas y las reflexiones. Este instrumento fue usado durante las prácticas

preprofesionales para recopilar la información relacionada a la investigación de manera organizada y sistemática.

### ***Entrevista***

Es una técnica de recolección de datos que según Feria et al. (2020) implica una interacción directa entre el entrevistador y el entrevistado, siendo utilizada para obtener información y datos relevantes sobre un tema específico utilizando preguntas y respuestas. El propósito de la entrevista (Anexo 1) es obtener información de primera mano, capturar la perspectiva y la experiencia del entrevistado, y profundizar el problema relevante para la investigación. Las respuestas dadas en la entrevista pueden proporcionar datos valiosos y enriquecer la comprensión del sujeto que se está investigando. De este modo se realizó una entrevista a la docente del área de Física con el objetivo de recopilar información referente a quien en ese momento eran sus estudiantes, obteniendo información de mucha importancia y de primera mano.

### ***Cuestionario***

Un cuestionario es un instrumento que tiene por objetivo recolectar datos de manera cualitativa o cuantitativa que consta de una serie de preguntas que están estructuradas para evaluar a la muestra con la que se trabaja en una investigación, mismas que pueden ser abiertas o cerradas a las cuales se les asignará una escala de valoración (Feria et al.,2020).

Dentro de esta investigación se utilizó el cuestionario para la recolección de datos cuantitativos, mismos que se les asignará una valoración de acuerdo a la escala de calificaciones del Ministerio de Educación. Este cuestionario se utilizó tanto en la entrevista como en los test aplicados a los estudiantes, obteniendo así datos de carácter cualitativo y cuantitativo.



### ***Pretest y Postest***

Un pretest y un postest son dos tipos de evaluaciones utilizadas dentro de la investigación usados para medir cambios o diferencias de las medias obtenidas en grupos de participantes antes y después de la intervención o el tratamiento. El pretest (Anexo 4) es utilizado para evaluar el conocimiento inicial de los participantes previo a la intervención, esto con el fin de ofrecer una línea de base para evaluar los resultados que se obtengan luego de la intervención (Rodríguez et al.,2017).

Para Rodríguez et al. (2017) el postest (Anexo 5) tiene como finalidad evaluar el conocimiento de los participantes luego de la intervención, cuyos resultados serán comparados con el pretest para así medir la eficacia de la intervención realizada. Tanto el pretest y postest fueron diseñados para obtener información cuantitativa sobre el aprendizaje del MRUA, cuyas preguntas están directamente relacionadas a responder sobre conceptos, resolución de ejercicios e interpretación de problemas reales.

### **Análisis y Discusión de los Resultados del Diagnóstico**

Dentro de los resultados encontrados a partir de los instrumentos aplicados en el desarrollo de esta investigación, a través de una observación exhaustiva del aula de clases, se ha identificado un problema que tiene un impacto significativo en el proceso de aprendizaje de los estudiantes en el área de Física. El cual se ve relacionado con las dificultades en sus procesos de aprendizaje. Para afirmar esta problemática se realizó, una entrevista con el profesor responsable, el cual brindó una perspectiva amplia sobre el tema, para validar esta primera observación. Un análisis detenido de las calificaciones de los estudiantes se llevó a cabo como paso final en el proceso de evaluación. Estos procesos de evaluación han reflejado de manera

integral los problemas en el contexto educativo gracias a la combinación de estos métodos de recopilación de datos.

Por otro aspecto, cabe mencionar la importancia del docente en este punto para corroborar la información recabada sobre las dificultades que los estudiantes enfrentan con el tema. En el cual durante la entrevista con el maestro mencionó varias dificultades particulares que enfrentan los estudiantes, las mismas se encuentran analizadas desde los diversos puntos que se mencionan a continuación:

**1. Dificultades para despejar fórmulas:** se mencionó que muchos estudiantes tienen dificultades para realizar el despeje de fórmulas debido a que se les complica hallar la incógnita, también por el uso de constantes Físicas que existen en las fórmulas. También se encuentra el hecho de que se requiere manipulación algebraica (suma, resta, multiplicación y división). Esto muestra complicación en sus habilidades de resolución de ecuaciones, lo que obstaculiza su capacidad para aplicar conceptos básicos de este campo.

**2. Relación de fundamentos y conceptos con ejemplos básicos de la vida:** los estudiantes presentan dificultades para relacionar el concepto abstracto con situaciones de la vida real. Por lo cual, su motivación y comprensión del tema puede verse limitado por la falta de conexión con aplicaciones prácticas.

**3. Confusión en el uso de fórmulas:** la docente hace mención que los estudiantes confunden o utilizan incorrectamente las fórmulas con frecuencia, debido a que dentro del tema de movimientos existen diversas fórmulas para cada uno de ellos. Esta confusión puede resultar en cálculos incorrectos y malentendidos importantes sobre el concepto.

Partiendo de aquello, se analiza las calificaciones de los estudiantes con autorización de la docente. Se evidencia un vínculo significativo entre el bajo rendimiento académico y la

dificultad para comprender conceptos, el cual se encontró al analizar cuidadosamente las calificaciones de los estudiantes. Se notó que un gran número de estudiantes obtuvieron calificaciones por debajo del promedio. Esta situación está directamente relacionada con las dificultades que enfrentan al abordar los conceptos fundamentales, sus complicaciones al realizar despeje de las fórmulas y la complicación de asociar de conceptos entre la teoría y la práctica. Un desempeño bajo en las evaluaciones y tareas relacionadas se debe a una comprensión limitada de los fundamentos de este fenómeno físico. Además, existe una correlación entre las calificaciones y la falta de motivación en la materia, lo que sugiere que los resultados académicos deficientes pueden afectar negativamente la actitud de los estudiantes hacia el aprendizaje de esta materia.

Cabe mencionar que estos resultados resaltan la importancia de abordar no solo la comprensión del MRUA en sí, sino también la implementación de herramientas para mejorar el rendimiento académico en general con el objetivo de aumentar la participación, la comprensión y el entendimiento de las correlaciones existentes entre la teoría y la práctica. Estas observaciones destacan la importancia de abordar estos problemas particulares. Es fundamental tener en cuenta las dificultades y limitaciones existentes en el aula de clase, es por ello que buscar alternativas como el uso de herramientas para un mejor aprendizaje es importante en su proceso de desarrollo. Lo cual permite a los estudiantes mejorar sus habilidades, establecer conexiones con la vida cotidiana.

## **Capítulo 3: MoviBot**

### **Introducción**

El presente capítulo se centra en la fase crucial de la implementación del prototipo basado en Arduino para el aprendizaje del Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado

denominado MoviBot en el contexto educativo. Esta etapa representa la materialización y aplicación práctica de la propuesta diseñada para enriquecer el proceso de aprendizaje en el ámbito de la Física. La implementación de este prototipo se llevó a cabo con el objetivo de explorar su utilidad como herramienta didáctica para comprender y visualizar los conceptos.

A lo largo de este capítulo, se detalla el proceso de construcción y desarrollo del prototipo, incluyendo la metodología aplicada, los recursos utilizados y las estrategias adoptadas para integrarlo de manera efectiva en el entorno educativo. Se describe cómo se ha llevado a cabo la interacción entre el dispositivo y los estudiantes, así como los resultados obtenidos y las lecciones aprendidas durante esta fase de aplicación práctica.

La implementación de este prototipo busca no solo enriquecer el proceso de aprendizaje en Física, sino también ofrecer una herramienta innovadora que facilite la comprensión de los conceptos teóricos, permitiendo a los estudiantes experimentar de manera práctica y tangible los principios físicos involucrados. Esta sección detallada de implementación busca compartir las experiencias y resultados obtenidos en el terreno, ofreciendo una visión integral sobre la efectividad y la utilidad de este enfoque educativo innovador.

### **Contextualización del Proyecto**

La implementación del prototipo basado en Arduino para el aprendizaje del MRUA se llevó a cabo en la Unidad Educativa Luis Cordero, ubicada en la ciudad de Azogues, durante el segundo trimestre del año lectivo 2023-2024. El estudio involucra tanto un grupo control como un grupo experimental, con el objetivo de comparar la efectividad del uso del prototipo en el aprendizaje del movimiento rectilíneo uniformemente acelerado.

El proceso metodológico inicia con la aplicación de pretest, que permitieron evaluar el nivel de conocimiento inicial de los estudiantes en relación con los conceptos. Posteriormente,

se lleva a cabo la enseñanza utilizando hojas de trabajo que abordaban la teoría, fórmulas y ejercicios prácticos. Estas actividades se desarrollan en grupos, facilitando la interacción y el intercambio de ideas entre los estudiantes.

Luego de la clase teórica, se realiza un postest para evaluar el aprendizaje adquirido por los estudiantes. Este proceso se ejecuta para comparar y analizar el progreso y la eficacia del uso del prototipo Arduino como herramienta de apoyo en contraste con el método tradicional de enseñanza.

### **Metodología de Implementación**

El desarrollo e implementación de la propuesta pedagógica para el aprendizaje del Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA) se llevó a cabo mediante el enfoque del modelo ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación), reconocido por su estructura secuencial y su adaptabilidad a diferentes contextos educativos.

#### ***Analizar***

En el proceso de diseño de la metodología educativa para el aprendizaje del MRUA, se han identificado tres etapas cruciales para asegurar un enfoque efectivo y significativo. Primero, se define los objetivos de aprendizaje específicos que buscan asegurar que los estudiantes comprendan conceptos clave como la distancia, la velocidad y la aceleración de manera profunda y aplicable. Seguidamente, se lleva a cabo un análisis minucioso de las necesidades y características del grupo de estudiantes, para adaptar la metodología a sus habilidades, intereses y estilos de aprendizaje individuales. Finalmente, se evalúa cuidadosamente la disponibilidad de recursos educativos, destacando el prototipo basado en Arduino como una herramienta valiosa para proporcionar una experiencia práctica e interactiva. Al abordar estas tres ideas de manera

integral, se pretende garantizar un aprendizaje efectivo y significativo que motive y potencie el desarrollo académico de los estudiantes.

Dentro del análisis realizado, este se enfoca de manera general en cuatro puntos claves que proporcionan información puntual. Dentro de los mismos, se encuentra la observación en clase, siendo principal indicador de información para la problemática establecida que va de la mano con la entrevista a la docente quien afirma las dudas observadas en el aula de clase, dónde los estudiantes presentan problemas de confusión, despeje de fórmulas y asociación de teoría con la práctica y la vida real. Por otro aspecto, se toma en cuenta las notas de los estudiantes a lo largo de su desempeño, para finalizar el pretest confirma de manera directa el análisis realizado con los diversos puntos dónde se evidencia las dificultades presentes.

### ***Diseñar***

Se establece los cimientos para la creación de una metodología educativa efectiva en el aprendizaje del MRUA. Primero, se definen los contenidos y conceptos clave que serán abordados, asegurando que estén alineados con los objetivos de aprendizaje específicos previamente identificados. Posteriormente, se seleccionan estrategias de enseñanza adecuadas que promuevan un entendimiento profundo de los conceptos, como la presentación de teoría, ejemplos prácticos y ejercicios de aplicación. De forma complementaria para poder realizar el diseño de una manera adecuada se selecciona material que se encontrará en hojas de trabajo, las cuales formarán parte del desarrollo de las clases teóricas y prácticas dentro de las aulas seleccionadas como objeto de estudio.

**Taller Grupal para Despeje de Fórmulas.** Este taller grupal tiene como objetivo principal reforzar la comprensión y habilidades de los estudiantes en el despeje de fórmulas relacionadas con el Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA). Se utiliza

ejemplos prácticos para guiar a los estudiantes a través del proceso de despeje, aplicando las fórmulas específicas que se han presentado en las sesiones teóricas previas. Los estudiantes trabajarán en grupos pequeños, discutiendo y resolviendo problemas desafiantes que requieran el despeje de una fórmula específica para determinar una variable desconocida. Se proporciona la debida orientación por parte del docente para abordar preguntas y dudas que surjan durante el desarrollo de los ejercicios.

**Taller Grupal para Resolución de Ejercicios.** Este taller grupal tiene como objetivo consolidar la comprensión de los estudiantes sobre la aplicación práctica de las fórmulas en la resolución de ejercicios. Los estudiantes trabajarán en equipos para resolver una serie de problemas desafiantes que involucran el cálculo de la distancia, velocidad, tiempo o aceleración en situaciones concretas de movimiento rectilíneo uniformemente acelerado. El enfoque estará en la aplicación precisa de las fórmulas aprendidas previamente, utilizando el prototipo basado en Arduino (MoviBot) para obtener mediciones y datos, lo que permitirá a los estudiantes realizar cálculos y verificar sus resultados. El docente estará disponible para orientar y resolver consultas a medida que los estudiantes avancen en la resolución de los ejercicios.

**Prototipo basado en Arduino.** El prototipo basado en Arduino se fundamenta en su condición de herramienta esencial para la concepción y ejecución de actividades prácticas y experimentales relacionadas con el Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA). Este enfoque proporciona a los estudiantes una oportunidad única para aplicar y visualizar de manera práctica los conceptos teóricos, fomentando así un aprendizaje interactivo.

El prototipo en consideración está diseñado de manera específica, constando de un pequeño carro controlado por una placa de Arduino. Es importante destacar que, en aras de garantizar un monitoreo efectivo, se implementa un sistema de cables no inalámbricos para

supervisar el desplazamiento y las variables asociadas al movimiento. El prototipo se configura como un circuito controlado por sensores, los cuales desempeñan un papel crucial al determinar diversas magnitudes Físicas.

En detalle, este dispositivo experimental se perfila como un instrumento de medición capaz de captar datos específicos que caracterizan el movimiento bajo estudio. La incorporación de sensores específicos facilita la recopilación precisa de información relacionada con fuerzas, velocidades y aceleraciones, entre otras variables fundamentales.

Esta fase del proceso, centrada en la implementación del prototipo, se erige como un pilar fundamental para asegurar la coherencia, relevancia y estimulación de la metodología de enseñanza. La interactividad proporcionada por la manipulación directa del prototipo enriquece la experiencia de aprendizaje, estableciendo un terreno propicio para el desarrollo de comprensiones conceptuales profundas y significativas en el ámbito del MRUA. La integración de la tecnología Arduino y la instrumentación precisa mediante sensores contribuye a la creación de un entorno de aprendizaje inmersivo y enriquecedor para los estudiantes.

### ***Desarrollar***

Se ha creado el material de enseñanza, el cual incluye presentaciones teóricas que explican los contenidos y conceptos clave de manera clara y concisa. Para asegurar el correcto funcionamiento del prototipo, se ha llevado a cabo la programación del dispositivo, adaptándolo para que funcione como un instrumento de medición y cálculo. De esta manera, los estudiantes podrán recolectar datos y analizar resultados de manera precisa y efectiva, fortaleciendo su comprensión de los principios físicos estudiados.



Se han preparado también todos los materiales y recursos necesarios para las actividades prácticas, incluyendo sensores, cables y dispositivos adicionales que complementen la experiencia de laboratorio.

La combinación de estos esfuerzos en la etapa de Desarrollo permite contar con una propuesta sólida y bien estructurada, que brinda a los estudiantes una experiencia de aprendizaje interactiva y significativa en el estudio del MRUA, promoviendo la participación activa y el desarrollo de habilidades prácticas y analíticas.

### **Material para talleres.**

#### ***Taller sobre despeje de fórmulas.***

1. Repaso de Fórmulas:
  - 1.1. Presentación de las fórmulas fundamentales del MRUA, incluyendo aquellas que expresan la relación entre la distancia, velocidad inicial, velocidad final, aceleración y tiempo.
  - 1.2. Clarificación de la función de cada variable en las fórmulas y su relación con el movimiento acelerado.
  
2. Ejercicios Guiados:
  - 2.1. Ejemplos prácticos y ejercicios simples para que los estudiantes comprendan cómo realizar los despejes de fórmulas.
  - 2.2. Demostración paso a paso del proceso de despeje de cada variable en las fórmulas, utilizando ejemplos concretos y aplicados
  
3. Trabajo en Grupo:

3.1. Los estudiantes se organizan en grupos de 3 para resolver ejercicios desafiantes que requieren el despeje de variables específicas en las fórmulas.

3.2. Cada grupo recibe problemas que varían en dificultad y aplicación, lo que fomenta la colaboración y la resolución conjunta de desafíos planteados.

4. Orientación del Docente:

4.1. El docente facilita el taller, brindando explicaciones adicionales, respondiendo preguntas y ofreciendo asesoramiento a medida que los estudiantes trabajan en los ejercicios.

4.2. Se fomenta un ambiente de interacción y diálogo donde los estudiantes pueden expresar sus dudas y compartir sus métodos de resolución.

5. Conclusión:

5.1. Se realiza una recapitulación final para reforzar los conceptos aprendidos durante el taller.

5.2. Los estudiantes pueden plantear preguntas adicionales o aclarar dudas para consolidar su comprensión sobre el despeje de fórmulas del MRUA.

### ***Taller grupal para resolución de ejercicios.***

1. Interpretación del Problema:

1.1. Presentación de diferentes situaciones problemáticas relacionadas con el MRUA que involucran la distancia, la velocidad inicial, la aceleración, el tiempo y la velocidad final.

1.2. Análisis detallado del enunciado de los problemas para identificar las variables relevantes y comprender lo que se solicita.

2. Obtención de Datos y Conversión de Unidades:

2.1. Identificación y extracción de los datos proporcionados en los problemas para resolver.

2.2. Proceso para asegurar la uniformidad de las unidades de medida (si es necesario) para facilitar los cálculos.

3. Aplicación de Fórmulas:

- 3.1. Presentación y recordatorio de las fórmulas pertinentes del MRUA, junto con sus componentes y su utilización.
- 3.2. Explicación paso a paso sobre cómo aplicar las fórmulas a los problemas dados.
4. Proceso de Resolución:
  - 4.1. Los estudiantes trabajan en grupos para resolver los problemas asignados, utilizando las fórmulas apropiadas y aplicando los datos proporcionados.
  - 4.2. Proceso detallado y organizado que incluye la sustitución de valores, cálculos y manipulación algebraica para llegar a los resultados.
5. Orientación del Docente:
  - 5.1. El docente asiste y orienta a los estudiantes mientras resuelven los problemas, ofreciendo sugerencias, aclaraciones y apoyo según sea necesario.
  - 5.2. Se enfatiza la importancia de mostrar el proceso de resolución paso a paso para una comprensión completa.
6. Conclusión y Comentarios Finales:
  - 6.1. Se lleva a cabo una revisión final de los problemas resueltos para garantizar que los estudiantes comprendan completamente el enfoque y los conceptos aplicados.
  - 6.2. Se alienta a los estudiantes a plantear preguntas adicionales y a compartir diferentes métodos de resolución para fomentar la discusión y el aprendizaje colectivo.

### **Evaluaciones.**

#### ***Pretest.***

Objetivo: el propósito principal de este pretest (Anexo 4) es evaluar el nivel de conocimiento y comprensión de los estudiantes sobre los conceptos fundamentales relacionados con el Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA). Esto implica evaluar la

familiaridad con los conceptos teóricos, la identificación y aplicación de las fórmulas asociadas, así como la habilidad para realizar cálculos y procesos matemáticos específicos.

Estructura:

1. Preguntas de opción múltiple para conceptos:

1.1. Se presentan preguntas con múltiples opciones relacionadas con conceptos clave que abarcan temas como la definición, las variables involucradas, las características del movimiento, etc.

1.2. Las preguntas se diseñan para evaluar la comprensión conceptual de los estudiantes.

2. Preguntas de unir con línea para identificación de fórmulas:

2.1. Se incluyen ítems donde se presentan fórmulas del MRUA junto con fórmulas del MRU de manera correcta e incorrecta.

2.2. Los estudiantes deben emparejar cada fórmula con el movimiento correspondiente en caso de ser correctas.

3. Ejercicios para cálculos y procesos matemáticos:

3.1. Se presentan ejercicios específicos que requieren la conversión de unidades.

3.2. Los problemas pueden incluir conversiones de distancia, velocidad, aceleración, tiempo y otros conceptos en relación a la materia.

Enfoque y Evaluación: el pretest está diseñado para proporcionar una evaluación integral de los conocimientos previos de los estudiantes. Esto incluye una evaluación de la comprensión conceptual, la capacidad para identificar y aplicar las fórmulas correctas, así como la competencia en la resolución de problemas matemáticos. Los resultados del pretest servirán como punto de referencia inicial para medir el progreso y la efectividad del aprendizaje durante la implementación de la propuesta educativa.

### ***Postest***

Objetivo: el objetivo principal de este postest (Anexo 5) es evaluar el nivel de conocimiento adquirido y la comprensión alcanzada por los estudiantes sobre los conceptos fundamentales relacionados con el Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado luego de haber completado el proceso educativo propuesto.

#### Estructura:

1. Preguntas de verdadero y falso para conceptos:
  - 1.1. Se presentan afirmaciones relacionadas con conceptos específicos en formato verdadero/falso.
  - 1.2. Los estudiantes deben determinar si las afirmaciones presentadas son verdaderas o falsas en relación con los conceptos adquiridos durante el proceso educativo.
2. Preguntas de Unir con Línea para Identificación de Fórmulas, Magnitudes, Símbolos y Unidades de Medida:
  - 2.1. Se incluyen ítems donde se presentan magnitudes, símbolos y unidades de medida.
  - 2.2. Los estudiantes deben emparejar cada elemento con su correspondiente magnitud, símbolo o unidad de medida.
3. Ejercicios para Cálculos y Procesos Matemáticos:
  - 3.1. Se presentan ejercicios específicos de MRUA que requieren la aplicación de fórmulas, el proceso de resolución y la conversión de unidades.
  - 3.2. Los problemas pueden incluir cálculos de distancia, velocidad, aceleración, tiempo, conversión de unidades y otros conceptos básicos del tema establecido.

Enfoque y Evaluación: el postest está diseñado para evaluar el nivel de aprendizaje alcanzado por los estudiantes después de completar el proceso educativo propuesto. Se evaluará

la comprensión conceptual, la identificación precisa de fórmulas, magnitudes, símbolos y unidades, así como la capacidad para resolver problemas matemáticos. Los resultados del postest servirán para comparar el progreso y medir la efectividad del proceso educativo implementado.

### **MoviBot (Anexo 7).**

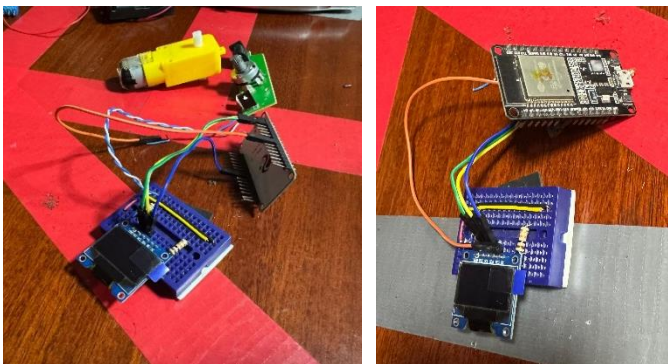
#### ***Objetivos.***

- Diseñar un dispositivo basado en ESP32 y un sensor de aceleración y giroscopio para capturar datos de velocidad, aceleración y fuerzas.
- Crear una interfaz web desde el ESP32 para visualizar los datos en tiempo real.
- Diseñar un carrito a control remoto independiente que responda a las señales de velocidad generadas por el ESP32.

#### ***Alcance del Proyecto.***

- Diseño y construcción del sistema de captura de datos basado en ESP32.

**Figura 4.** *Sistemas ESP32*



- Desarrollo de una interfaz web para visualización en tiempo real de los datos capturados.

- Diseño y construcción del carrito a control remoto independiente.
- Integración de los componentes para una operación conjunta.
- Pruebas exhaustivas y ajustes finales.

**Figura 5.** Diseño final del prototipo



**Requisitos.**

- El ESP32 deberá capturar datos de velocidad, aceleración y fuerzas con precisión y transmitirlos en tiempo real.

**Figura 6.** Sistema ESP32 construido con datos en tiempo real



- La interfaz web generada por el ESP32 deberá ser accesible desde cualquier dispositivo con una conexión a la red local.
- El carrito a control remoto deberá responder a las señales de velocidad generadas por el ESP32 de manera independiente.

***Presupuesto.***

- Componentes electrónicos y materiales: \$115
- Mano de obra y programación: \$100

**Figura 7.**  
*Sensor del Prototipo*



***Implementar***

La implementación de la propuesta basada en el modelo ADDIE ha involucrado la realización de sesiones de enseñanza en las cuales se presentan los conceptos teóricos del MRUA de forma didáctica y comprensible para los estudiantes. Durante estas sesiones, se ha fomentado la participación activa de los estudiantes, permitiéndoles hacer preguntas y aclarar dudas para fortalecer su entendimiento.

Asimismo, se han facilitado actividades prácticas donde los estudiantes utilizan el prototipo de Arduino para medir y calcular variables. Durante estas actividades, los estudiantes



han tenido la oportunidad de aplicar en la práctica los conocimientos adquiridos en las sesiones teóricas, lo que les ha permitido experimentar de manera directa los fenómenos físicos y reforzar su comprensión.

Durante el desarrollo de las actividades prácticas, se ha brindado apoyo y orientación individualizada a los estudiantes, asegurándose de que comprendan el uso adecuado del prototipo de Arduino y puedan interpretar correctamente los resultados obtenidos. De esta manera, se ha garantizado una experiencia de aprendizaje más efectiva y enriquecedora.

**Tabla 3**  
*Cronograma de actividades*

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES						
Actividades Específicas	MIÉRCOLES 29-11	JUEVES 30-11	VIERNES 1-12	MIÉRCOLES 6-12	JUEVES 7-12	VIERNES 8-12
Aplicación de Pretest	Grupo Control	Grupo Experimental				
Teoría sobre MRUV						
Despeje de fórmulas						
Taller grupal sobre despeje de fórmulas						
Resolución de ejercicios			Grupo Control y Experimental	Grupo Control		
Implementación de prototipo					Grupo Experimental	
Taller grupal sobre resolución de ejercicios			Grupo Experimental	Grupo Control		
Posttest						Grupo Control y Experimental

### **Grupo Control.**

#### **Sesión 1.**

1. **Pretest:** inicio de la sesión con la administración de una evaluación inicial (pretest) para determinar el nivel de conocimiento previo de los estudiantes sobre los conceptos relacionados con el Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA).

2. **Teoría:** introducción teórica de la temática, presentación de los conceptos fundamentales y explicación detallada de los principios básicos del movimiento acelerado. Esto incluyó el contexto histórico, definiciones, conceptos y leyes que rigen este tipo de movimiento.
3. **Fórmulas y despeje de fórmulas:** enseñanza y explicación de las fórmulas matemáticas pertinentes, junto con ejemplos prácticos. Los estudiantes trabajaron de manera grupal en el despeje de estas fórmulas para comprender su aplicación en la resolución de problemas específicos relacionados con el movimiento acelerado.

Esta sesión no solo estableció la base teórica, sino también fomentó la colaboración entre los estudiantes al trabajar juntos en la resolución de problemas y el despeje de fórmulas, lo que permitió un enfoque práctico para comprender los conceptos presentados.

### ***Sesión 2.***

1. **Aplicación de Fórmulas:** se realizó la continuación de la aplicación de fórmulas explicadas en la sesión anterior. Se mostraron ejemplos prácticos por parte del docente, resolviendo problemas relacionados con el Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA).
2. **Resolución de Ejercicios:** Los estudiantes, bajo la guía del docente, observaron y analizaron la resolución de ejercicios prácticos para aplicar las fórmulas presentadas. El docente explicó paso a paso cómo resolverlos, alentando la participación activa de los estudiantes a través de preguntas y discusiones.

En esta sesión, el objetivo fue consolidar los conocimientos teóricos adquiridos en la primera sesión, mostrando a los estudiantes ejemplos prácticos y guiándolos en la resolución de problemas para fortalecer su comprensión del tema.

### ***Sesión 3.***

1. **Taller Grupal de Resolución de Ejercicios:** Se organizó un taller donde los estudiantes trabajaron en grupos para resolver ejercicios relacionados con el Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado. Se fomentó la participación activa y colaborativa entre los estudiantes, quienes aplicaron las fórmulas y conocimientos previamente adquiridos para resolver los problemas planteados.
2. **Retroalimentación y Repaso del Tema:** Se llevó a cabo una revisión general del tema tratado, donde se brindó retroalimentación sobre los ejercicios resueltos en el taller grupal. El docente clarificó dudas, reforzó conceptos clave y proporcionó un repaso general de los contenidos teóricos, preparando así a los estudiantes para la evaluación final o postest.

En esta sesión, se enfatizó la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos, permitiendo a los estudiantes trabajar colaborativamente y recibir retroalimentación para reforzar su comprensión de la temática estudiada antes de la evaluación final.

#### ***Sesión 4.***

1. **Evaluación Final o Postest:** En esta sesión, se administró una evaluación final para medir el nivel de comprensión adquirido por los estudiantes en relación con el Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA). La evaluación consistió en una serie de ejercicios y preguntas que abarcaban los conceptos teóricos y prácticos trabajados durante las sesiones anteriores. Esta evaluación permitió identificar el progreso de los estudiantes, así como el nivel de asimilación y aplicación de los conocimientos adquiridos en el tema.

Esta sesión final fue crucial para determinar el grado de aprendizaje alcanzado por los estudiantes después de haber completado el proceso de aprendizaje utilizando el prototipo basado en Arduino como herramienta didáctica.

## **Grupo experimental.**

### ***Sesión 1.***

1. **Pretest:** Se llevó a cabo una evaluación inicial, denominada pretest, para identificar el nivel de conocimiento previo de los estudiantes sobre el Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA) antes de abordar el tema en profundidad. Esta evaluación sirvió como referencia para medir el progreso y la efectividad del aprendizaje posterior.
2. **Abordaje Teórico:** Los estudiantes recibieron una presentación teórica que abarcaba los conceptos fundamentales del MRUA, incluyendo las fórmulas relacionadas y su aplicación práctica. Se explicaron detalladamente los principios básicos y se proporcionaron ejemplos ilustrativos para una mejor comprensión.
3. **Proceso sobre Despeje de Fórmulas:** Se realizó una actividad guiada enfocada en el despeje de fórmulas. Los estudiantes participaron en ejercicios prácticos, resolución de problemas y ejemplos específicos que les permitieron adquirir habilidades para trabajar con las fórmulas del movimiento, facilitando su comprensión y aplicación.
4. **Taller Grupal sobre Despeje de Fórmulas:** Como complemento al proceso anterior, se llevó a cabo un taller grupal donde los estudiantes trabajaron en equipos para resolver problemas relacionados con el despeje de fórmulas. Esta actividad fomentó el trabajo colaborativo, permitiendo discusiones entre pares para reforzar el entendimiento de los conceptos teóricos.

Al término de esta sesión, los estudiantes del grupo experimental demostraron un interés activo. La evaluación inicial (pretest) permitió identificar el nivel de conocimiento previo de los estudiantes sobre el tema. La combinación de la instrucción teórica, el enfoque en el despeje de fórmulas y la actividad grupal proporcionó una base sólida para la comprensión de los conceptos

fundamentales del tema. El trabajo en equipo durante el taller facilitó el intercambio de ideas entre los estudiantes, permitiendo aclarar dudas y reforzar la asimilación de los conceptos abordados. En general, esta sesión sentó las bases para un aprendizaje efectivo y participativo durante las siguientes sesiones del proyecto experimental.

### ***Sesión 2.***

1. **Aplicación de Fórmulas:** En esta sesión, se procedió a aplicar las fórmulas previamente enseñadas en la sesión anterior. El docente introdujo ejercicios prácticos y a su vez explicó cómo utilizar las fórmulas pertinentes para resolverlos. Se resaltaron las diferentes variables presentes como la velocidad inicial, la aceleración y el tiempo.
2. **Resolución de Ejercicios Dirigidos por el Docente:** El profesor demostró de manera detallada el proceso de resolución de ejercicios, proporcionando ejemplos paso a paso. Los estudiantes observaron la aplicación de las fórmulas y cómo se relacionan con el movimiento físico. El docente alentó la participación activa, permitiendo a los alumnos plantear preguntas y dudas relacionadas con los ejercicios.
3. **Enfoque en la Práctica y la Comprensión:** Se enfatizó la importancia de entender el significado detrás de las fórmulas y cómo aplicarlas en situaciones del mundo real. La sesión se centró en brindar una comprensión más profunda de tema a través de ejemplos concretos y ejercicios prácticos.

La sesión proporcionó a los estudiantes una visión más clara de cómo aplicar las fórmulas en problemas específicos. Se reforzó el entendimiento teórico con aplicaciones prácticas, lo que ayudó a los estudiantes a visualizar y comprender mejor la relación entre las fórmulas y el movimiento acelerado. La interacción guiada con el docente les permitió aclarar dudas y consolidar su aprendizaje en la resolución de ejercicios.

### ***Sesión 3.***

1. **Uso de MoviBot:** En esta sesión, se introdujo el MoviBot (Anexo 8), un prototipo basado en Arduino diseñado para aplicar y visualizar el MRUA. Los estudiantes interactuaron con el dispositivo y comprendieron cómo se relaciona con los conceptos teóricos del MRUA. Se realizaron demostraciones sobre cómo el MoviBot calcula la velocidad, distancia y tiempo en situaciones de movimiento acelerado.
2. **Taller Grupal sobre Resolución de Ejercicios:** Los estudiantes participaron en un taller grupal donde se propusieron y resolvieron ejercicios utilizando el MoviBot como herramienta de apoyo. Se promovió la colaboración entre los estudiantes para resolver problemas y aplicar los conocimientos adquiridos, reforzando así su comprensión de los conceptos.
3. **Retroalimentación Previa a la Evaluación Final:** Antes de la evaluación final, se llevó a cabo una sesión de retroalimentación. Se alentó a los estudiantes a expresar sus inquietudes, compartir sus experiencias con el MoviBot y discutir los aspectos que les resultaron más útiles o desafiantes. Esto permitió al docente comprender las áreas donde los alumnos necesitaban mayor apoyo o clarificación antes de la evaluación final.

La introducción del MoviBot permitió una comprensión más práctica y visual del MRUA. El taller grupal fomentó la colaboración entre los estudiantes, fortaleciendo su capacidad para resolver problemas y aplicar los conceptos aprendidos. La retroalimentación proporcionada antes de la evaluación final brindó la oportunidad de aclarar dudas y consolidar el aprendizaje, permitiendo al docente adaptar la enseñanza según las necesidades identificadas.

#### ***Sesión 4.***

1. **Evaluación Final o Postest:** se llevó a cabo la aplicación de la evaluación final diseñada para medir el nivel de comprensión y aplicación de los conceptos adquiridos sobre el MRUA. Los estudiantes respondieron a una serie de preguntas que abarcaban

los temas teóricos, la aplicación de fórmulas y la resolución de problemas relacionados con el movimiento rectilíneo uniformemente acelerado. La evaluación final se realizó de manera individual y permitió evaluar el aprendizaje alcanzado durante las sesiones anteriores, brindando una visión general del progreso y la comprensión de los estudiantes sobre el tema.

Esta sesión ofreció la oportunidad de evaluar de manera individual el nivel de comprensión alcanzado por los estudiantes en relación con los conceptos teóricos y su capacidad para aplicar las fórmulas en la resolución de problemas asociados al movimiento rectilíneo uniformemente acelerado. Asimismo, representó el cierre de las actividades de aprendizaje planificadas, brindando una visión general sobre el progreso y los logros obtenidos durante todo el proceso de enseñanza-aprendizaje.

**Recuperación General.** En vista de los buenos resultados obtenidos en el grupo experimental con la implementación de MoviBot, se extendió la implementación del mismo durante dos sesiones extra al resto de paralelos de primero de bachillerato, con la intención de reforzar los aprendizajes adquiridos durante las sesiones tradicionales.

Así, en la primera sesión se hizo uso de MoviBot para reforzar los conceptos y como estos se relacionan con la vida cotidiana. Además, se plantearon ejercicios donde los estudiantes hicieron uso de MoviBot como herramienta de apoyo para la interpretación y resolución de los mismos. Finalmente, los estudiantes compartieron sus experiencias con el prototipo y como este les ayudó en el proceso de aprendizaje.

Para la segunda sesión, se realizó a cabo la implementación de una evaluación donde los estudiantes respondieron una serie de preguntas relacionadas al tema en cuestión, abarcando

desde conceptos, hasta resolución de problemas. Esto para mediar el progreso y comprensión del tema por parte del alumnado.

### ***Evaluar***

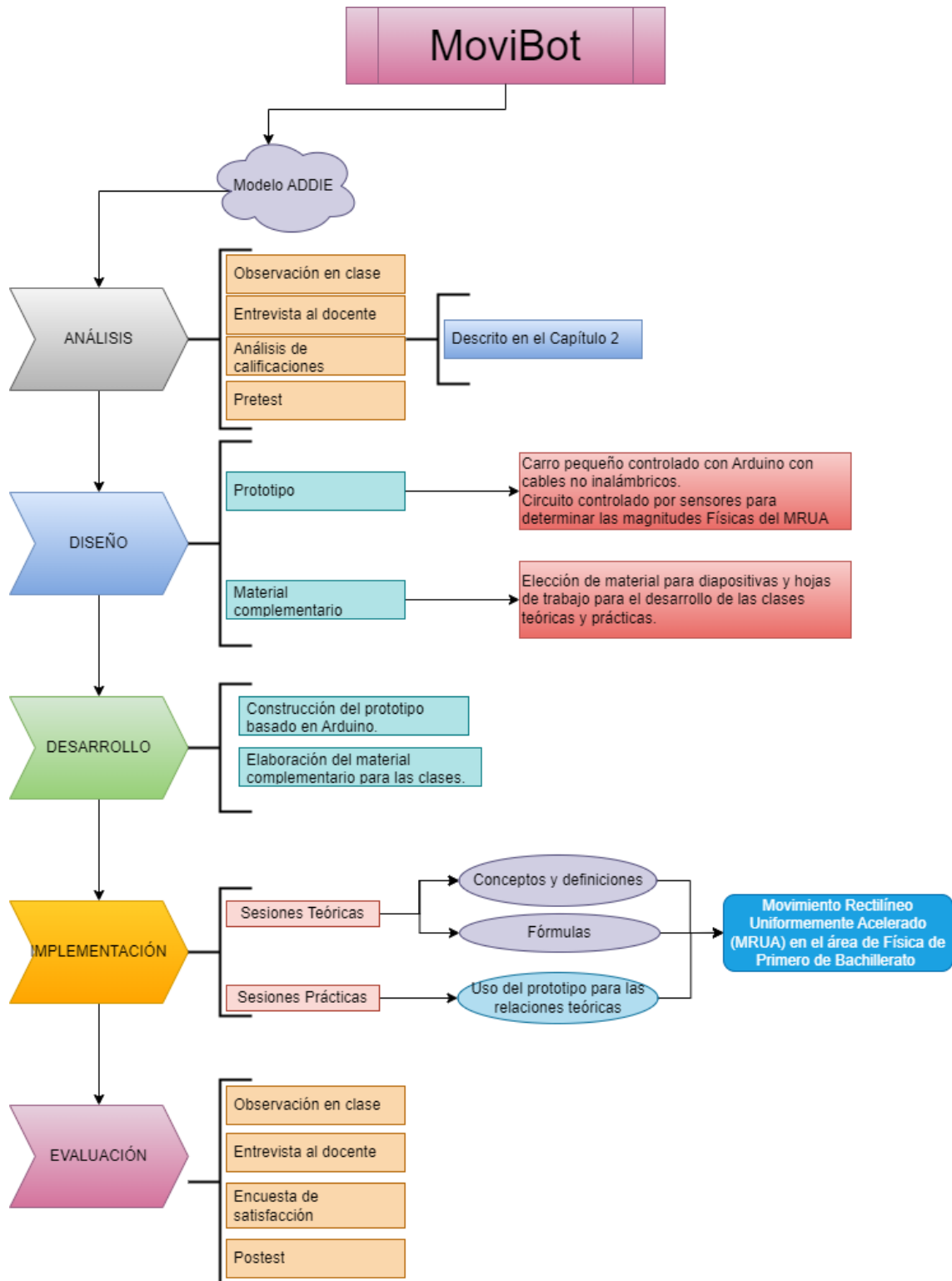
Se lleva a cabo la evaluación del aprendizaje de los estudiantes a través de lecciones de desempeño en las actividades prácticas. Estas evaluaciones permiten medir el nivel de comprensión y dominio de los conceptos por parte de los estudiantes, así como identificar posibles áreas de mejora.

Por otro aspecto, se ha recopilado retroalimentación de los estudiantes sobre la utilidad y efectividad del prototipo de Arduino en el aprendizaje del MRUA. Mediante encuestas y entrevistas, se ha obtenido información valiosa sobre la percepción de los estudiantes respecto a la incorporación de esta tecnología en el proceso de aprendizaje. Esta retroalimentación es de gran importancia para realizar ajustes y mejoras en la propuesta y asegurar su relevancia y pertinencia.

Posteriormente, se realiza una revisión y análisis de los resultados obtenidos en las evaluaciones y la retroalimentación de los estudiantes. Esto ha permitido identificar áreas en las que los estudiantes puedan estar teniendo dificultades o necesiten mayor apoyo, así como validar la efectividad del uso del prototipo.

### **Figura 8** *Implementación de MoviBot*



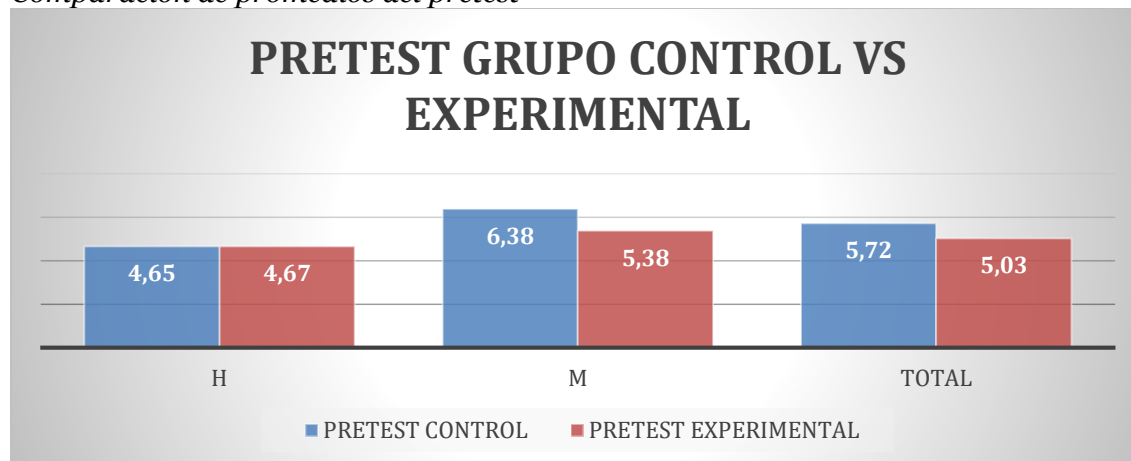


## Resultados

### Pretest

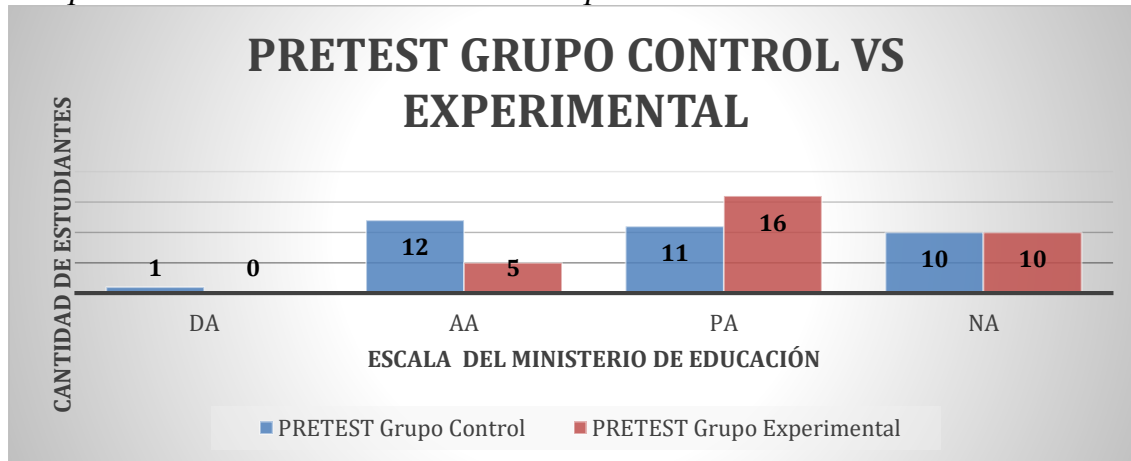
#### Figura 9

Comparación de promedios del pretest



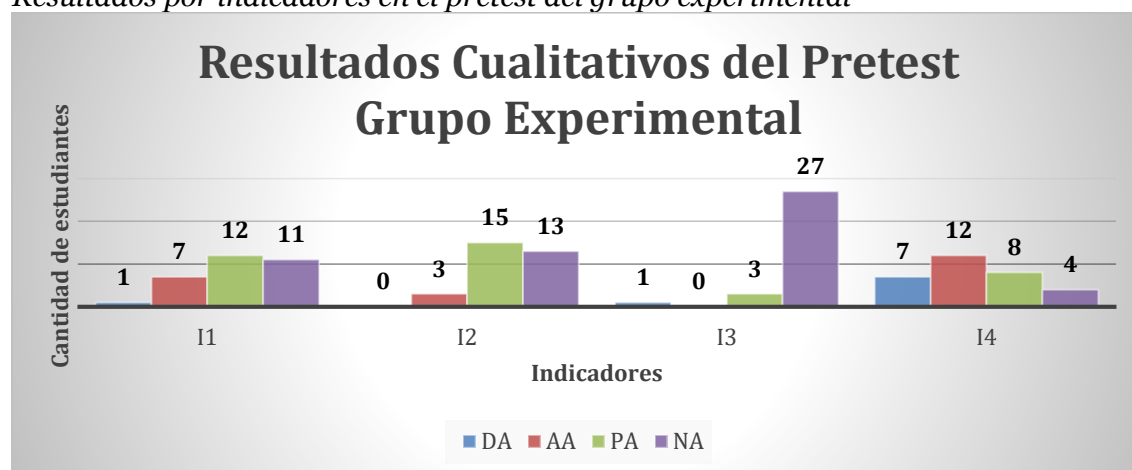
El análisis comparativo de los resultados del pretest entre el grupo control y el grupo experimental revela patrones significativos. Los datos indican que el grupo control exhibió un promedio superior de calificaciones (5,72) en contraste con el grupo experimental, que registró un promedio ligeramente inferior (5,03). Esta diferencia sugiere una variabilidad notable entre los grupos, sugiriendo que los participantes del grupo control presentaron evaluaciones superiores en el pretest en comparación con los del grupo experimental. Además, se observó una consistente disparidad de género en ambos grupos, con las mujeres obteniendo puntajes promedio más altos que los hombres. Aunque esta discrepancia se mantuvo en ambos conjuntos, el diferencial entre las calificaciones de hombres y mujeres fue menos marcado en el grupo experimental. Dentro de la escala cualitativa del Ministerio de educación se obtiene que ambos grupos tomando en consideración el promedio general obtenido en el pretest están próximos a alcanzar los aprendizajes requeridos.

**Figura 10**  
Comparación de resultados cualitativos del pretest



Los datos cualitativos del pretest entre el grupo control y el grupo experimental presentan diferencias notables en la distribución de los estudiantes según su nivel de dominio de los aprendizajes requeridos. En el grupo control, se observó que 1 estudiante domina los aprendizajes requeridos, 12 alcanzan los niveles necesarios, 11 están próximos a alcanzarlos y 10 no los logran. En contraste, en el grupo experimental, no se identificó ningún estudiante que dominara los aprendizajes requeridos, 5 alcanzaron los niveles deseados, 16 están próximos a alcanzarlos y 10 no los consiguen. Estas disparidades sugieren una marcada diferencia entre los grupos en cuanto a la distribución del rendimiento académico, siendo el grupo control el que exhibe un mayor número de estudiantes que logran o están cerca de alcanzar los aprendizajes requeridos en comparación con el grupo experimental.

**Figura 11**  
*Resultados por indicadores en el pretest del grupo experimental*

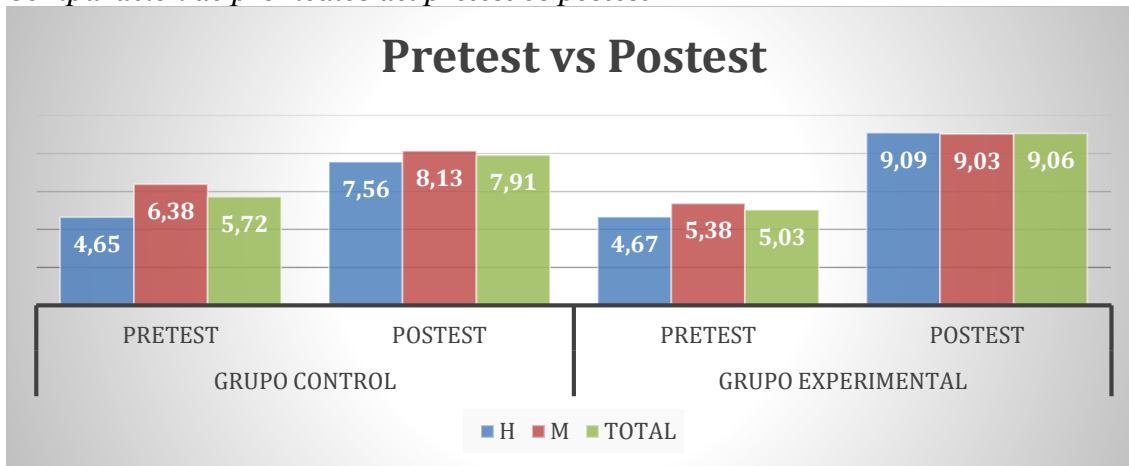


Estos resultados evidencian deficiencias significativas en los indicadores I1, I2 e I3, lo que indica áreas críticas de aprendizaje que requieren atención inmediata relacionada a la parte teórica del MRUA (conceptos, fórmulas y procesos matemáticos). Por otro lado, el indicador I4 muestra un rendimiento más equilibrado, con un número significativo de estudiantes demostrando competencia, aunque aún existen oportunidades para mejorar, esto se debe a que el indicador 4 se refiere a la relación de conceptos con situaciones reales, mismo que es tratado en temas anteriores por lo que los estudiantes están mayormente familiarizados.

**Postest**

**Figura 12**

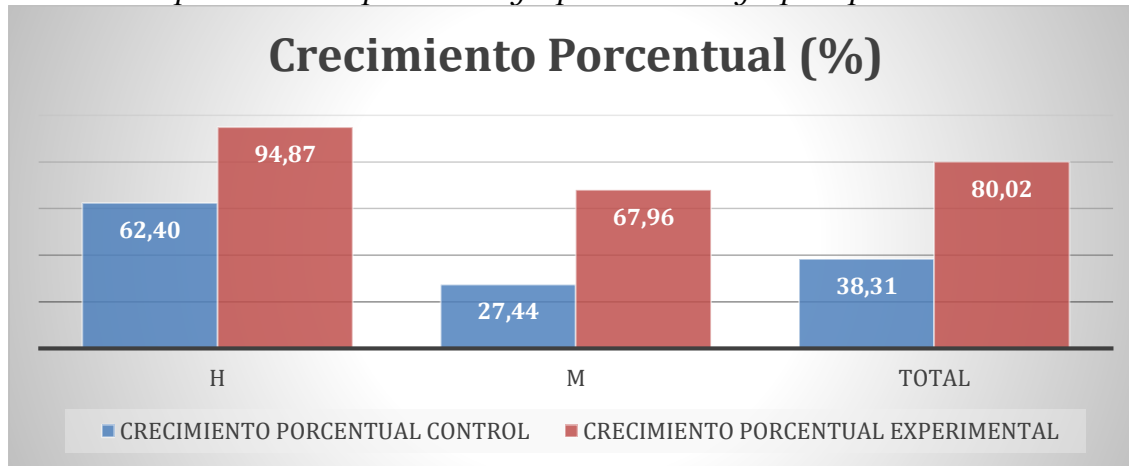
*Comparación de promedios del pretest vs postest*



Se observaron diferencias significativas en el cambio de calificaciones entre el grupo experimental, que experimentó la implementación del MoviBot, y el grupo de control, que siguió un enfoque de enseñanza tradicional.

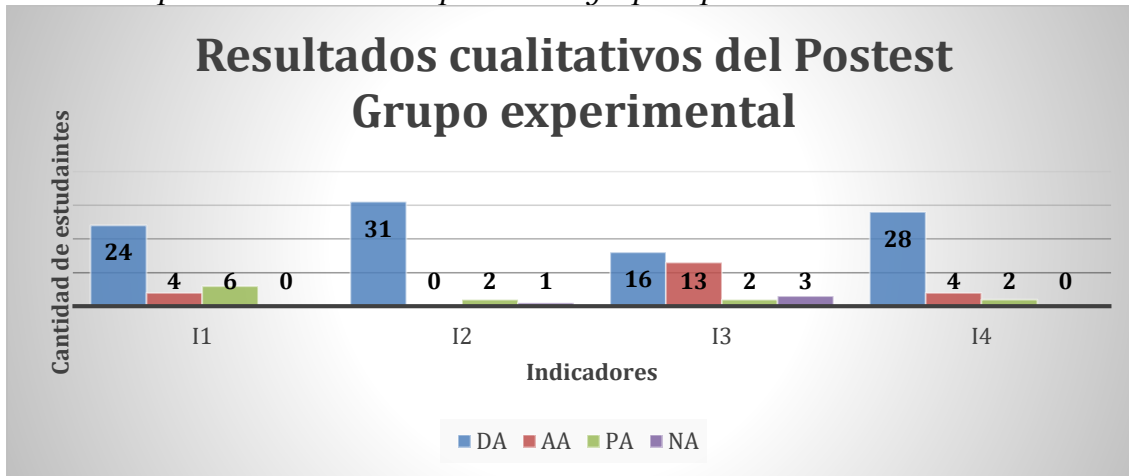
El grupo control, que siguió métodos convencionales, mostró mejoras modestas en las calificaciones. Los hombres evidenciaron un incremento promedio de 2,91 puntos entre el pretest y el postest, mientras que las mujeres tuvieron un aumento promedio de 1,75 puntos. El aumento general en este grupo fue de 2,19 puntos.

En contraste, el grupo experimental, que recibió la enseñanza a través del MoviBot, demostró incrementos más sustanciales en las calificaciones. Los hombres experimentaron un aumento promedio de 4,42 puntos, mientras que las mujeres mostraron un incremento promedio de 3,65 puntos. En conjunto, el grupo experimental experimentó un aumento promedio de 4,03 puntos.

**Figura 13***Crecimiento porcentual de promedios grupo control vs grupo experimental*

Los datos presentan el crecimiento porcentual entre los puntajes obtenidos en el posttest con respecto a los puntajes del pretest, tanto para el grupo de control (enseñanza tradicional) como para el grupo experimental (implementación del MoviBot). Los datos revelan un crecimiento porcentual significativo en ambos grupos (control y experimental) entre los puntajes del pretest y el posttest. En términos generales, el grupo experimental (implementación del MoviBot) muestra un crecimiento porcentual del 80,02%, siendo superior en comparación con el grupo de control (clase tradicional) que presenta un incremento del 38,31% en el promedio obtenido. Además, fueron los estudiantes varones quienes obtuvieron un mayor porcentaje de incremento en sus notas en ambos grupos en comparación con las mujeres.

**Figura 14**  
*Resultados por indicadores en el postest del grupo experimental*

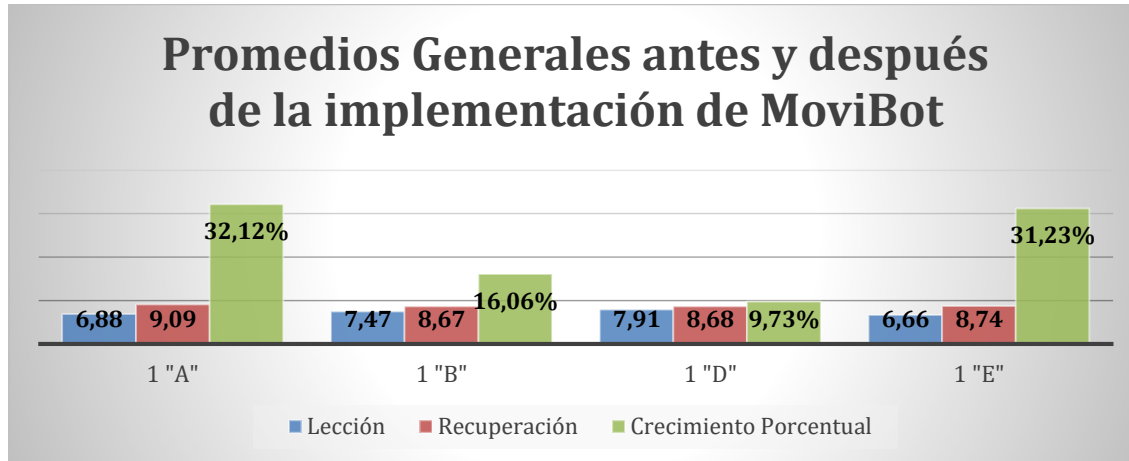


Los datos del postest muestran cambios cualitativos interesantes en el rendimiento de los estudiantes en cada indicador en comparación con el pretest en el grupo experimental, siendo los primeros 3 indicadores los que obtuvieron mejores resultados al pasar la mayoría de los estudiantes a dominar los aprendizajes requeridos quienes estuvieron en su momento por debajo por debajo de la calificación mínima para aprobar. No obstante, se puede observar que ciertos estudiantes aún no alcanzan los aprendizajes requeridos en los diferentes indicadores, lo que indica que pueden necesitar una atención más focalizada para lograr mejoras significativas en el rendimiento dichos estudiantes.

## Recuperación

**Figura 15**

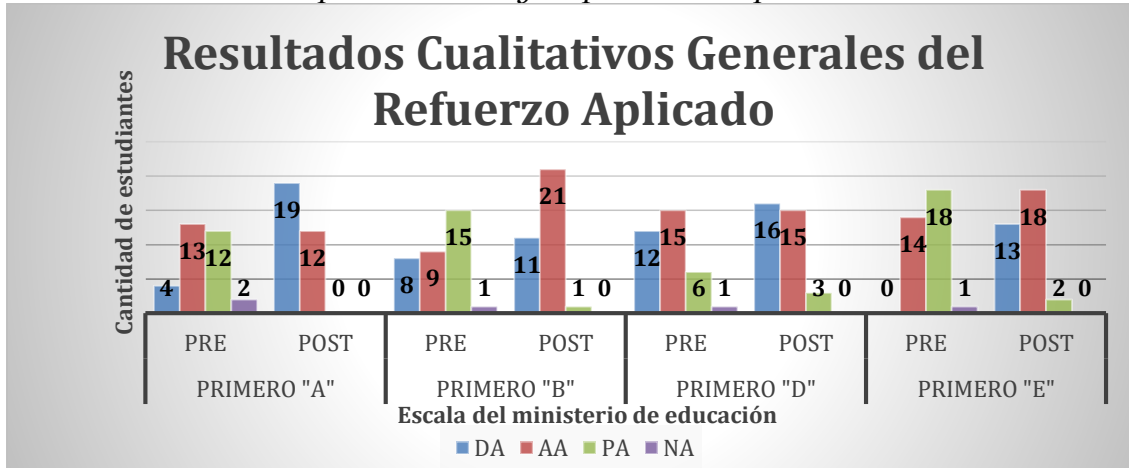
*Promedios antes y después de la implementación en el resto de paralelos del primero de bachillerato*



Los datos observados evidencian como los paralelos A (6,88) y E (6,66) no alcanzan los aprendizajes requeridos, mientras que los paralelos A (7,47) y D (7,91) si alcanzan dichos aprendizajes, pero se puede mejorar en varios aspectos. Una vez realizada la implementación de MoviBot Los resultados indican que los grupos A y E mostraron los mayores avances en términos de crecimiento porcentual (32,12% y 31,23% respectivamente) entre la evaluación inicial y la de recuperación. Estos grupos lograron mejoras notables en sus puntajes. Los grupos A y D también mostraron mejoras, aunque en menor medida en comparación con los otros dos grupos. Aunque hubo progreso, este fue menos significativo en términos relativos al crecimiento porcentual. Finalmente, dentro de la escala cualitativa de calificación del ministerio de educación se obtuvo que el paralelo A domina los aprendizajes requeridos, mientras que los paralelos A, D y E están muy cerca de dominar dichos aprendizajes.



**Figura 16**  
Resultados cualitativos por aula antes y después de la implementación de MoviBot



**Figura 17**  
Resultados cualitativos totales antes y después de la implementación de MoviBot

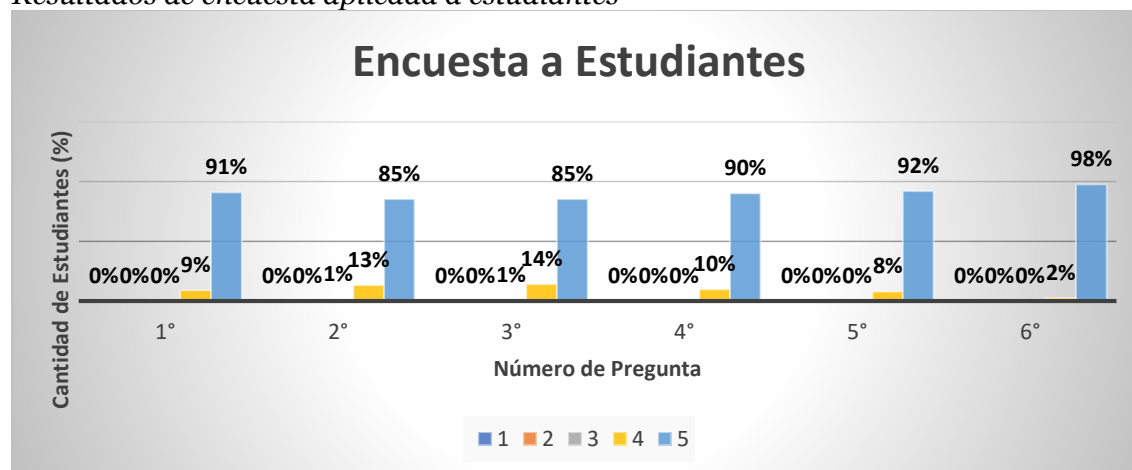


Se observa un progreso positivo en el aprendizaje de los estudiantes, pues de los 56 estudiantes que no alcanzaban los aprendizajes necesario solo 6 estudiantes siguen en ese nivel cualitativo. Por otro lado, el aumento de estudiantes que dominan los aprendizajes pasó a ser más del doble después de la recuperación, lo que indica una mejora en el rendimiento académico.

## Encuesta de satisfacción

**Figura 18**

Resultados de encuesta aplicada a estudiantes



Una vez aplicada la encuesta (Anexo 3) a 165 estudiantes de primero de bachillerato sobre el beneficio de la implementación de MoviBot para el aprendizaje del MRUA, misma que contenía 6 preguntas a valorar con escala de Likert (1 significa totalmente en desacuerdo, 2 significa en desacuerdo, 3 significa ni en acuerdo ni en desacuerdo, 4 significa de acuerdo y 5 significa totalmente de acuerdo) se obtuvo lo siguiente:

- En la primera pregunta relacionada con el dominio de los conceptos del MRUA, el 91% de estudiantes estaban totalmente de acuerdo en que el uso de MoviBot ayudó a comprender y dominar los conceptos abordados en clase, mientras que el porcentaje restante estuvieron de acuerdo con la premisa.
- En la segunda pregunta relacionada con la resolución de ejercicios, el 85% de estudiantes estuvieron totalmente de acuerdo en que MoviBot mejoró sus habilidades para resolver ejercicios, un 13% estuvieron de acuerdo y el 1% restante ni en acuerdo ni en desacuerdo sobre dicha premisa.

- En la tercera pregunta relacionada a la interpretación de problemas de la vida cotidiana, el 85% de estudiantes estuvieron totalmente de acuerdo en que MoviBot ayudó a que interpreten problemas de la vida real y el 14% estuvieron de acuerdo con la premisa.
- La cuarta pregunta recopila información sobre el nivel de interés por la temática, a lo cual el 90% de los estudiantes resaltaron que estaban totalmente de acuerdo en que MoviBot permitió aumentar el interés en la clase, y un 10% mencionó estar de acuerdo con la premisa.
- En la quinta pregunta sobre la participación de los estudiantes, el 92% de encuestados mencionaron estar totalmente de acuerdo en que MoviBot fomentó la participación en clase, y un 8% de los encuestados están de acuerdo de la premisa.
- Finalmente, la sexta pregunta sobre si los estudiantes desearían que este tipo de prototipos se usaran para dar más temáticas de Física, el 98% está totalmente de acuerdo en que se pueda implementar los prototipos para el aprendizaje de la Física en general y un 2% están de acuerdo con lo mencionado.

MoviBot ha causado un impacto positivo en el aprendizaje de los estudiantes, reconociendo como favorable su implementación en el aula de clase, ya que no solamente a mejorando su dominio en conceptos y resolución de problemas, sino que también aporta directamente en el interés y participación de los estudiantes durante las clases.

### ***Entrevista aplicada a la docente***

Durante la entrevista (Anexo 2), la docente expresó una evaluación positiva sobre el uso de MoviBot en el aprendizaje de Física. La docente consideró a MoviBot como una herramienta invaluable que facilita la comprensión de estos conceptos mediante su capacidad interactiva para visualizar el movimiento acelerado que a su vez se refleja en una mejora significativa en la

habilidad de los estudiantes para abordar problemas de Física debido a las actividades prácticas de MoviBot.

Así mismo, facilita la interpretación de problemas de la vida cotidiana, MoviBot fue destacado por la docente como una herramienta que ha mejorado la aplicación práctica de los conceptos físicos a situaciones prácticas, produciendo un aumento notable del interés de los estudiantes después de la implementación de MoviBot, gracias a su enfoque interactivo y aplicación práctica de conceptos. También la docente confirmó que la participación en clase de los estudiantes sufrió un aumento claro debido a las actividades interactivas de MoviBot, que fomentan la colaboración y la discusión en el aula.

Con relación a la implementación en otras temáticas de Física, la docente expresó su convicción de que MoviBot y otros prototipos sería igualmente efectivo, destacando su capacidad de visualización e interactividad como elementos valiosos. Estas respuestas reflejan la perspectiva positiva de la docente sobre el impacto de MoviBot, respaldando los resultados obtenidos en las encuestas a los estudiantes.

### ***Resultados generales***

Una vez aplicada la propuesta de intervención se evalúa la eficacia de la misma con base en a los resultados obtenidos en cada uno de los instrumentos de evaluación.

Como hacen mención los autores Izquierdo et al. (2020) y Rúa et al. (2018) los prototipos ayudan en el aprendizaje del MRUA pues permiten a los estudiantes comprender y analizar el movimiento de manera más eficiente mejorando el aprendizaje del tema tratado. Es así que, con base en los resultados obtenidos, se evidencia como el uso de MoviBot ha tenido gran impacto en el aprendizaje de los estudiantes de primero de bachillerato, pues en base la

encuesta aplicada a los estudiantes ha manifestado estar totalmente de acuerdo con que el uso de MoviBot en el aula les ayudó a comprender mejor los conceptos del MRUA e influyó en su capacidad para resolver problemas.

Esto se evidencia comparando los promedios obtenidos por el grupo control (7,91) y el grupo experimental (9,06) una vez implementada la propuesta, dejando en claro la diferencia de puntajes entre una clase impartida de manera tradicional y la clase utilizando MoviBot. A esto se suma las declaraciones de la docente al manifestar que el uso de MoviBot ha generado que sus estudiantes alcancen mejores resultados en sus aprendizajes, siendo clave el interés y la participación que estos tuvieron durante cada una de las sesiones de clases en las que se hizo uso de MoviBot.

Así mismo, luego de la implementación de MoviBot en el resto de paralelos de primero de bachillerato, se obtuvo un incremento en las notas de dichos paralelos, logrando en gran manera el dominio del tema por parte de los estudiantes. De este modo se obtuvo que en la recuperación (131 estudiantes que no fueron parte del grupo experimental) el 45,04% de estudiantes llegaron a dominar los aprendizajes requeridos y el 50,38% alcanzan los aprendizajes requeridos, dejando un mínimo del 4,58% (6 estudiantes) que no alcanzan los resultados de aprendizaje.

Finalmente, al generarse buenos resultados con la implementación de MoviBot, el 98% de los estudiantes que fueron parte de proceso sugieren el uso de prototipos para trabajar el resto de temáticas dentro del área de Física que a su vez se suma las declaraciones de la docente al destacar la capacidad de visualización e interactividad que dichos prototipos brindan a los estudiantes durante su proceso de aprendizaje.

## Conclusiones

- El análisis previo y exhaustivo de los diversos estudios orientados en el aprendizaje de la cinemática en Física y a su vez las revisiones de estudios extranjeros muestran la importancia y la necesidad de integrar estrategias innovadoras en el aula de clase. Se evidencia una diversidad de enfoques que son fundamentales para la creación de una propuesta pedagógica efectiva. Evidenciando en diferentes estudios la eficacia y limitaciones de la incorporación de tecnologías activas en el entorno educativo.
- A partir del uso de pruebas estandarizadas, observaciones en el aula de clase y análisis de los registros de evaluación se evidencia que los estudiantes poseen errores conceptuales, interpretativos y dificultades en el aspecto práctico a la hora de resolución de ejercicios. Lo cual limita y genera problemas en la comprensión de aspectos básicos como reconocer formulas y aplicarlas, diferenciación de magnitudes y conceptos.
- El uso e implementación de un prototipo basado en Arduino se presentó como una solución viable e interactiva que permite a los estudiantes mejorar la comprensión de conceptos fundamentales de velocidad, aceleración y distancia. La integración del mismo proporciona espacios de interacción práctica que permiten que los estudiantes descubran sus habilidades y destrezas potenciando su creatividad y asimilación de información.
- La eficacia de la propuesta parte del análisis comparativo de los resultados de aprendizaje antes y después de la implementación del prototipo, lo cual revela que los estudiantes lograron interacción fructífera con el prototipo. Logrando mejoras en sus calificaciones, adecuada interpretación y comprensión de conceptos básicos, de manera fundamental llevar la teoría a la practica con la resolución adecuada de problemas reales. Estos hallazgos evidencian la importancia de crear espacios educativos que complementen sus procesos de aprendizaje fuera de lo tradicional.

## Recomendaciones

- Se sugiere integrar proyectos dentro de la carrera de Experimentales en el que abarque el uso de tecnologías que sirvan como herramientas para el proceso de aprendizaje-enseñanza interactivo en el desarrollo académico. Como el prototipo basado en Arduino permitiendo a los estudiantes mantener el interés, poner sus conocimientos en práctica y contribuir en sus habilidades tecnológicas y científicas.
- Considerar el uso de prototipos a largo plazo en diversos niveles educativos y unidades temáticas, al ampliar el enfoque de creación de prototipo o el uso de los mismos puede ofrecer una mejora en las experiencias de aprendizaje y a su vez en la comprensión general de los principios de la Física.
- Profundizar en otros modelos y desarrollar contenido interactivo para el prototipo, tales como las simulaciones, actividades prácticas y los diversos recursos en línea que puedan complementar su proceso académico. Con el fin de obtener comprensión óptima y hacer el prototipo aún más accesible y atractivo para los estudiantes.
- Fomentar la colaboración para enfrentar los desafíos del aula moderna y promover la innovación en la educación científica, para indagar a largo plazo el impacto del uso continuo del prototipo en su rendimiento académico.

## Referencias

Alegre, M. y Cuetos, M. (2021). Sensores y equipos de captación automática de datos en los trabajos prácticos de Física y Química de Secundaria y Bachillerato: el uso de Arduino. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1-21.

Recuperado de:

<https://www.redalyc.org/journal/920/92064232008/92064232008.pdf>

Arias, J., Villasís, M. y Miranda, M. (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México*, 63(2), 201-206. 18(1). Recuperado de:

<https://www.redalyc.org/journal/920/92064232008/92064232008.pdf>

Arroyo, J. (2022). Las variables como elemento sustancial en el método científico. *Revista Educación*, 46(1), 1-10. Recuperado de:

<https://www.scielo.sa.cr/pdf/edu/v46n1/2215-2644-edu-46-01-00657.pdf>

Benites, A., y Moran, J. (2015). Diseño y construcción de un módulo didáctico para la comprobación de las leyes de movimiento rectilíneo uniformemente variado y plano inclinado (Bachelor's thesis). Recuperado de:

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10409/1/UPS-GT001460.pdf>

Burbano, P. (2001). REFLECCIONES SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA FISICA. *Universitas Scientiarum*, 6(2). Recuperado de:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49912126008>

Castillo, H., y Rodríguez, J. (2021). Prácticas de laboratorio de precisión basadas en la aplicación del sistema AD-RIEL, como estrategia metodológica para contribuir al aprendizaje de la cinemática en los estudiantes de 10° de la Institución Educativa Los



Volcanes. Recuperado de:

<https://repositorio.unicordoba.edu.co/entities/publication/f7defd2f-9f65-4460-8163-6a063ca245f9>

Castro, J., Bedoya, K. y Pino, A. (2020). La simulación como aporte para la enseñanza y el aprendizaje en épocas de Covid-19. *Aibi Revista De investigación, administración E ingeniería*, 8(S1), 315-324. Recuperado de:

[https://revistas.udes.edu.co/aibi/article/view/la\\_simulacion\\_como\\_aporte\\_para\\_la\\_ense%C3%B1anza\\_y\\_el\\_aprendizaje\\_en\\_/2352](https://revistas.udes.edu.co/aibi/article/view/la_simulacion_como_aporte_para_la_ense%C3%B1anza_y_el_aprendizaje_en_/2352)

Centeno, P. (2017). Una experiencia de estandarización utilizando el modelo ADDIE en la elaboración de guías temáticas. *E-Ciencias de la Información*, 7(1), 1-12.

Recuperado de: <https://doi.org/10.15517/eci.v7i1.25755>

Chávez, F. (2022). Diseño e implementación de un mini laboratorio de física para el análisis del movimiento en 1D con acceso remoto (Bachelor's thesis, Riobamba, Universidad Nacional de Chimborazo). Recuperado de: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/9617>

Díaz, S. y González, L. (2010). Reflexiones sobre los conceptos velocidad y rapidez de una partícula en Física. *Revista Mexicana de Física*, 56(2), 181-189.

Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57048175005>

Domínguez, C., Organista, J. y López, M. (2018). Diseño instruccional para el desarrollo de contenidos educativos digitales para teléfonos inteligentes. *Apertura*, 10(2), 80-93. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=68857368006>

Feria, H., Matilla, M. y Mantecón, S. (2020). La entrevista y la encuesta: ¿métodos o técnicas de indagación empírica? *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 11(3),

62-79. Recuperado de:

<https://revistas.ult.edu.cu/index.php/didascalia/article/view/992/997>

Fernández, P., Vallejo, G., Livacic, P., y Tuero, E. (2014). Validez Estructurada para una investigación cuasi-experimental de calidad. Se cumplen 50 años de la presentación en sociedad de los diseños cuasi-experimentales. *Anales de Psicología*, 30(2),756-771. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=16731188039>

Flórez, E. P., Hoyos, A. y Martínez, L. (2021). El aprendizaje de la Física centrado en el estudiante, desde el Aprendizaje Basado en Problemas. *Revista de la asociación colombiana de ciencias biológicas*, 1(33), 120–132. Recuperado de: <https://doi.org/10.47499/revistaaccb.v1i33.242>

Foronda, J., y Foronda, C. (2007). La evaluación en el proceso de aprendizaje. *Perspectivas*, (19), 15-30. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/4259/425942453003.pdf>

Gallegos, A. (s.f.). Experiencias de aprendizaje interactivo y colaborativo mediadas por TIC. Recuperado de: <https://encuentro.educatic.unam.mx/educatic2018/memorias/59p.pdf>

García, F., Fonseca, G. y Concha, L. (2015). Aprendizaje y rendimiento académico en educación superior: un estudio comparado. *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación"*, 15(3), 1-26. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/447/44741347019.pdf>

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2018). *Metodología de la investigación* (4), 310-386. México: McGraw-Hill Interamericana.

Hernández, U. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos con Arduino para los cursos de física en Bachillerato. *Latin-American journal of physics education*, 12(4), 13. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6960479>

Hornillos, I. (2010). La capacidad acelerativa en el deporte. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 5(15),12-14. Recuperado de:  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=163017569002>

Izquierdo, J., Pardo, M. e Izquierdo, J. (2020). Modelos digitales 3D en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias médicas. *MEDISAN*, 24(5), 1035-1048. Recuperado de:  
<https://www.redalyc.org/journal/3684/368464850020/html/#:~:text=Los%20modelos%20digitales%203D%20constituyen,y%20tecnolog%C3%ADas%20relacionadas%20con%20estos.>

López, R., Nieto, L., Vera, J. y Quintana, M. (2021). Modos de aprendizaje en los contextos actuales para mejorar el proceso de enseñanza. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(5), 542-550. Recuperado de:  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202021000500542](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202021000500542)

López, R. y Ríos, R. (2022). *Diseño de un eva como apoyo al aprendizaje de cinemática (mru y mrw) en los estudiantes de tercer nivel de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales Informática de la Universidad Central del Ecuador en el periodo académico 2022-2022* [Tesis de licenciatura, Universidad Central Del Ecuador]. Recuperado de: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/29369>

Loza, R., Mamani, J., Mariaca, J. & Yanqui, F. (2020). Paradigma sociocrítico en investigación. *PsiqueMag*, 9(2), 30–39. Recuperado de: <https://doi.org/10.18050/psiquemag.v9i2.2656>

Mayet, T., Alonso, I., Gorina, A. y Martín, M. (2022). Consideraciones epistemológicas sobre la comunicación de la ciencia en la formación de investigadores de las ciencias sociales. *RECIE. Revista Caribeña de Investigación Educativa*, 6(1), 44-62. Recuperado de: <https://revistas.isfodosu.edu.do/index.php/recie/article/view/337/322>

Ortiz, D., y Vásquez, C. (2022). Diseño e implementación de un kit de robótica móvil para un taller introductorio de robótica dirigido a estudiantes de bachillerato de la ciudad de Cuenca dentro del proyecto Pequeños Científicos (Bachelor's thesis). <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22401/1/UPS-CT009713.pdf>

Paredes, M., Paredes, L., Carbajal, K. y Curo, L. (2021). Método por descubrimiento estructural en el aprendizaje matemático universitario durante la nueva normalidad por Covid-19. *Revista de ciencias sociales*, 27(4), 426-440. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8145531>

Quispe, B. (2022). *Enseñanza multisensorial en la asignatura de Química en estudiantes con dificultad sensorio-visual del Bachillerato General Unificado, Unidad Educativa “Leonardo Ponce Pozo”, DM de Quito, 2021-2022* [Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador]. Recuperado de: <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/c131daee-2fa6-492e-ab59-dfo2e3e3a7ab/content>

Rodríguez, M., García, F. y García, A. (2017). Pretest y post-test para evaluar la implementación de una metodología activa en la docencia de Ingeniería del Software

(Technical Report GRIAL-TR-2017-007). Retrieved from Salamanca, Spain: Grupo GRIAL. Recuperado de: <https://zenodo.org/records/1011121>

Rúa, E., Jiménez, F., Gutiérrez, G. y Villamizar, N. (2018) 3D Printing as a Didactic Tool for Teaching some Engineering and Design Concepts. *Ingeniería*, 23(1), 70-83. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/journal/4988/498858053005/html/>

Rubio, J. (2022). Efecto del aula virtual con Moodle en el aprendizaje de ofimática en estudiantes del Instituto Arzobispo Loayza, 2019. *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, (2). Recuperado de: <https://dilemascontemporaneoseduccionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/3088/3079>

Townsend, J. (2021). De lo abstracto a lo concreto en la construcción de una matriz de operacionalización. *Revista Conrado*, 17(S3), 522-531. Recuperado de: <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/2202>

Tumino, M. y Bournissen, J. (2020). Integración de las TIC en el aula e impacto en los estudiantes: elaboración y validación de escalas. *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*, (13), 62-73. Recuperado de: <https://www.upo.es/revistas/index.php/IJERI/article/view/4586/4906>

Valencia, R. (2017). CINEMÁTICA 1, MOVIMIENTO RECTILINEO UNIFORME Y VARIADO (Doctoral dissertation).

Vargas, K. y Acuña, J. (2020). El constructivismo en las concepciones pedagógicas y epistemológicas de los profesores. *Revista Innova Educación*, 2(4), 555-

575. Recuperado de:

<https://www.revistainnovaeducacion.com/index.php/rie/article/view/119/184>

Vega, A., Santamaría, F. y Rivas, E. (2014). Internet de los objetos empleando Arduino para la gestión eléctrica domiciliaria. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, (77), 24-41. Recuperado de:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=20633274004>

Ventura, J. (2017). ¿Población o muestra?: Una diferencia necesaria. *Revista Cubana de Salud Pública*, 43(4), 648-649.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=21453378014>

## Anexos

### Anexo 1: Estructura de entrevista docente en el diagnóstico

#### Entrevista Docente

Preguntas que se realizó a la docente:

1. ¿Considera usted que el tema de cinemática y en especial de MRUA es un tema complicado para los estudiantes?
2. ¿Cómo considera que el tema de MRUA fue interpretado con los estudiantes?
3. ¿Cuáles creen que fueron los principales retos que se presentaron al momento de explicar el tema en el aula de clase?
4. Al realizar un análisis de las notas de los grupos de los cuales usted está a cargo, considera usted que existen limitaciones que impiden obtener resultados positivos por parte de los estudiantes.
5. En el momento que usted toma una prueba a los chicos, cuáles cree usted que son las principales dificultades a la hora de resolver ejercicios.

**Anexo 2:** Estructura de entrevista docente luego de la implementación

## Entrevista

**Sobre el uso de MoviBot en la enseñanza del MRUA:**

- ¿Cómo percibe la influencia de MoviBot en el dominio de conceptos de los estudiantes en relación al Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA)?
- ¿Qué aspectos específicos de MoviBot considera que han contribuido más al entendimiento de los conceptos del MRUA?

**Respecto a la resolución de problemas:**

- ¿Ha notado mejoras en la habilidad de los estudiantes para resolver problemas de física después de la implementación de MoviBot?
- ¿Cómo ha impactado MoviBot en la resolución de ejercicios prácticos y problemas complejos en comparación con métodos tradicionales?

**En relación a la interpretación de problemas de la vida cotidiana:**

- ¿Ha observado cambios en la forma en que los estudiantes interpretan y aplican los conceptos físicos a situaciones de la vida cotidiana después de utilizar MoviBot?
- ¿Puede identificar algún ejemplo específico de cómo MoviBot ha facilitado la interpretación de problemas prácticos?

**Sobre el interés de los estudiantes en la clase:**

- ¿Cómo ha influido MoviBot en el nivel de interés de los estudiantes hacia la física en comparación con métodos de enseñanza convencionales?
- ¿Ha notado algún cambio en la participación y actitud de los estudiantes hacia la materia desde la introducción de MoviBot?

**En cuanto a la participación en clase:**

- ¿Cómo percibe la participación activa de los estudiantes en clase después de la implementación de MoviBot?
- ¿Ha notado un aumento en la colaboración y la interacción entre los estudiantes durante las actividades relacionadas con MoviBot?

**Sobre la posible implementación de MoviBot en otras temáticas de física:**

- ¿Considera que MoviBot podría ser igualmente efectivo en la enseñanza de otras temáticas de física?
- ¿Ha recibido comentarios por parte de los estudiantes expresando interés en la expansión del uso de MoviBot a otras áreas?



**Anexo 3:** Encuesta de satisfacción aplicada a los estudiantes

## MoviBot

Estimado/a estudiante:

Gracias por participar en esta encuesta. Tu opinión es fundamental para evaluar la eficacia de MoviBot en tu aprendizaje. Por favor, responde honestamente el siguiente cuestionario, donde 1 significa "Totalmente en desacuerdo" y 5 significa "Totalmente de acuerdo".

Por favor, indica el número que mejor represente tu opinión en cada pregunta. Tus respuestas serán anónimas y utilizadas únicamente con fines académicos. ¡Gracias por tu colaboración!

bryanparrag968@gmail.com [Cambiar de cuenta](#) 

 No compartido

\* Indica que la pregunta es obligatoria

**MoviBot me ayudó a comprender y dominar los conceptos abordados en clase. \***

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**MoviBot mejoró mi habilidad para resolver ejercicios \***

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**MoviBot me ayudó a interpretar problemas de la vida cotidiana \***

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**El uso de MoviBot ha aumentado mi interés por la materia. \***

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**MoviBot ha fomentado mi participación activa en clase. \***

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Me gustaría que MoviBot se use para aprender otros temas relacionados con la física. \***

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Anexo 4:** Estructura pretest

**PRETEST**

- 1. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera en relación con el MRUV?**
  - a) La velocidad siempre aumenta.
  - b) La velocidad siempre disminuye.
  - c) La velocidad puede aumentar o disminuir.
  - d) La velocidad es constante.
- 2. El MRUV (Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado) se caracteriza por:**
  - a) Velocidad constante y aceleración nula.
  - b) Velocidad constante y aceleración variable.
  - c) Velocidad variable y aceleración constante.
  - d) Velocidad variable y aceleración nula.
- 3. En un MRUA, ¿cómo se relaciona la velocidad con la aceleración?**
  - a) La velocidad es siempre constante.
  - b) La velocidad cambia uniformemente en el tiempo, siguiendo la aceleración.
  - c) La velocidad es independiente de la aceleración.
  - d) La velocidad aumenta sin cesar.
- 4. ¿Qué representa la aceleración en un MRUA?**
  - a) La velocidad inicial.
  - b) La velocidad final.
  - c) La variación de la velocidad por unidad de tiempo.
  - d) La distancia total recorrida.

5. **Relacione la fórmula con su respectivo movimiento (si considera que la fórmula no corresponde a ninguno de los movimientos no unir)**

$$d = \frac{v}{t}$$

$$d = v * t + \frac{1}{2}(a * t^2) \quad \text{MRU}$$

$$t = \frac{v - v_o}{a}$$

$$t = \frac{d}{v}$$

$$v^2 - v_o^2 = 2td \quad \text{MRUV}$$

$$v = \frac{d}{t}$$

6. **Complete el cuadro con el nombre de la magnitud, símbolos y unidades del Sistema Internacional.**

Nombre	Símbolo	Unidad de medida
tiempo		
		m/s
	d	
aceleración		

7. **Transforme las siguientes unidades:**

- 3600 cm a Km
- 13h a min
- 30Km/min a m/s

## Anexo 5: Estructura postest

## LECCIÓN

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Paralelo: \_\_\_\_\_

## 1. Verdadero o falso:

- En un MRUA, si la velocidad inicial es cero, la distancia recorrida durante el movimiento siempre será cero. \_\_\_\_\_
- En un MRUA, la aceleración es constante durante todo el movimiento. \_\_\_\_\_
- En un MRUA, si el objeto parte del reposo significa que se aceleración es 0. \_\_\_\_\_
- En un MRUA, la velocidad aumenta si la aceleración es positiva y disminuye si es negativa. \_\_\_\_\_

## 2. Unir con líneas según corresponda (cada magnitud con su símbolo y unidad de medida).

distancia	t	m/s
aceleración	a	m
tiempo	d	s
velocidad	v	m/s <sup>2</sup>

## 3. Resolución de Problema

- Un objeto parte del reposo y acelera uniformemente a  $4 \text{ m/s}^2$  durante 6 segundos. Calcula: a) La velocidad final del objeto.
- Un avión aterriza con una aceleración constante de  $3 \text{ m/s}^2$ . Si el avión reduce su velocidad desde  $240 \text{ km/h}$  hasta detenerse, determina: a) El tiempo que tarda en detenerse desde que toca la pista. b) La distancia que recorre durante el proceso de desaceleración.

## Anexo 6: Formato de diario de campo

**DIARIO DE CAMPO**

Colegio: UNIDAD EDUCATIVA LUIS CORDERO

Lugar: CAÑAR-AZOGUES

Nivel/Subnivel. Bachillerato: Primeros, segundo y tercero de bachillerato

Pareja Pedagógica: Joseline Fernanda Calva Narvaez y Bryan Sebastián Parra Garnica

Hora de inicio: 07:00am

Hora final: 12:00pm

Fecha de práctica: 11/04/23 -14/04/23

Nro. de práctica: 1

Tutor académico: PhD. Arellys García Chávez

Tutor profesional: Lic. Paola Saula

Núcleo problémico: ¿Qué valores, funciones y perfil del docente?

Eje integrador: Investigación y Diseño como estrategias de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias de la Vida en el Bachillerato

Relatoría de las actividades desarrolladas.

**Martes 11/04/23**

- En el primer día con fecha 11/04/23 se tuvo el primer acercamiento a la institución educativa. En este día en primera instancia se tuvo un conversatorio con los dirigentes de la institución educativa, los cuales nos brindaron una cálida acogida. Se brindó indicaciones puntuales por parte del rector de la institución y de nuestra tutora académica. Se tuvo el primer acercamiento con el tutor profesional de la institución.
- Por otra parte, tuvimos nuestro conversatorio con la docente, la cual con mucha atención y educación nos brindó breves indicaciones y nos dirigimos con ella a su aula de clase. En donde por primera vez tuvimos un acercamiento directo con una de las aulas de clase que la docente de física maneja en la institución.
- Con la pareja pedagógica fuimos parte del acompañamiento en la toma de lección en la clase de física en el tema de "sumatoria de fuerzas y descomposición de vectores" con la tutora profesional en el primero de bachillerato del paralelo "F".
- Así mismo para finalizar, fuimos encargados en la calificación de las lecciones tomadas a los chicos. Pero con anterioridad la docente nos explicó su método de calificación, pudimos observar que se tomaron dos tipos de pruebas diferentes.

**Miércoles 12/04/23**

- En nuestro segundo día de prácticas en nuestra primera actividad realizada en el segundo de bachillerato del paralelo "A" fuimos parte de la "clase de campos eléctricos" impartida por la docente de física, observamos como ella impartía la clase en donde se evidencia su buen desempeño como docente y como su proceso de enseñanza- aprendizaje con los alumnos.

**DIARIO DE CAMPO**

- Se pudo observar cómo se impartió el que el tema de "campos eléctricos", el cual abarca diversos subtemas donde se había tratado la "ley de ohm", "ley de coulomb", circuitos en donde se puede apreciar que existen tanto en paralelo como en serie, tomando en cuenta que en cada uno de ellos existe un voltaje, una resistencia e intensidad.
- Fuimos parte de la observación e intervención directa con los chicos ante dudas presentes sobre el tema en donde se acercaron a cada uno de nosotros y pidieron nuestra ayuda. Es por ello, que se evidenció que el tema fue comprendido de manera correcta por la mayoría de estudiantes ya que sus confusiones fueron en situaciones mínimas.
- Por otra parte, fuimos parte de la clase del primero de bachillerato del paralelo "B" en el cual también como todos los primeros estaban en la parte del tema de "descomposición de fuerzas" en el cual fuimos parte del control del aula, observadores del aula y como la profe tiene capacidad de manera fluida de captar la atención de los estudiantes.
- Dentro del aula del del primero de bachillerato del paralelo "B" la docente después de explicar el tema planteo un ejercicio para sus alumnos, en lo cual junto con la pareja pedagógica tuvimos acercamiento con los estudiantes ante dudas y pudimos indicar en que podrían fallar mientras la docente se encargaba de sus demás alumnos en aclarar dudas.
- Para finalizar, nos acercamos a la clase del primero de bachillerato del paralelo "D" en donde también se encontraban en el tema de "descomposición de fuerzas" en el cual fuimos parte del control del aula, observadores del aula y como la profe tiene capacidad de manera fluida de captar la atención de los estudiantes.
- Dentro del aula del del primero de bachillerato del paralelo "D" la docente después de explicar el tema planteo un ejercicio para sus alumnos, en lo cual junto con la pareja pedagógica tuvimos acercamiento con los estudiantes ante dudas y pudimos indicar en que podrían fallar mientras la docente se encargaba de sus demás alumnos en aclarar dudas. También en el pizarrón pudimos explicar de manera directa al aula como podrían resolver el ejercicio, también preguntar de manera general si a todos los alumnos les había dado la misma respuesta y así poder dar indicaciones breves y una pequeña retroalimentación.
- Por último, se nos envió a calificar pruebas que fueron tomadas por la docente en donde también nos brindó una inducción de cómo se podrían calificar, lo cual es fructífero ya que forma parte importante en un acercamiento directo para nuestro proceso de formación como docentes.



## DIARIO DE CAMPO

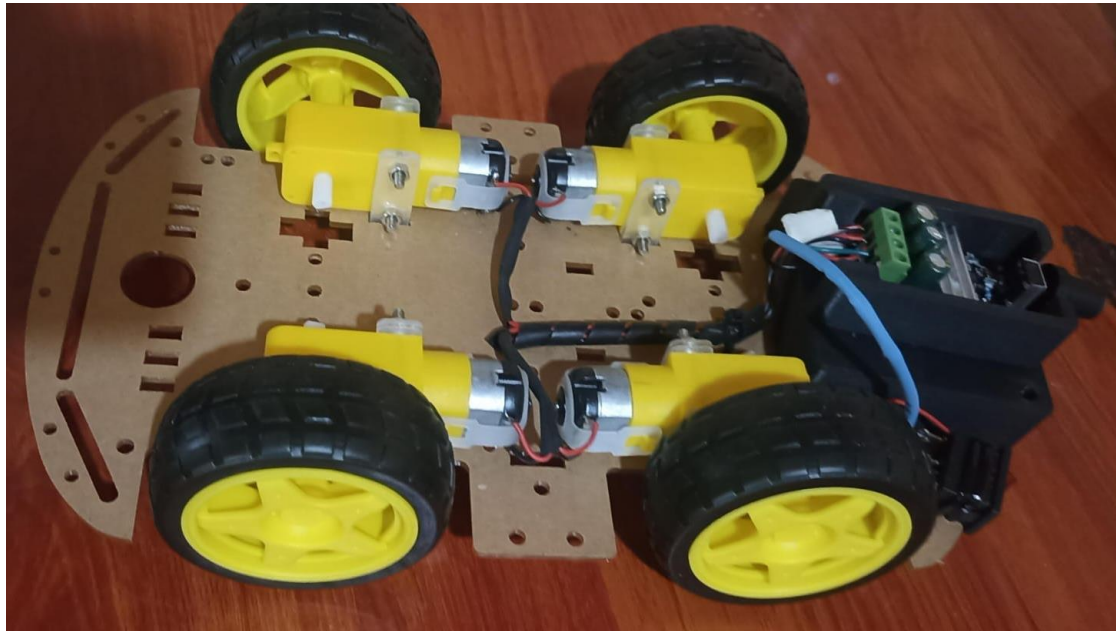
**Jueves 13/04/23**

- Dentro de este día, por motivos extracurriculares no tuvimos acercamiento a la institución. Sin embargo, se trabajó de manera asincrónica con la pareja pedagógica desde casa con el fin de proponer un posible tema para la realización de la tesis.
- Se realizó una breve propuesta donde el tema de "campos eléctricos" y el manejo de circuitos podrían aportar de manera fructífera una nueva forma de innovación estudiantil.
- También se le dio continuidad a la calificación de las lecciones que no se terminaron de calificar.

**Viernes 14/04/23**

- Asistencia a clases de física al paralelo de primero de bachillerato "E", en donde la docente impartió el tema "Equilibrio de Fuerzas". También se calificó pruebas y se ayudó en la clase
- En el primero de bachillerato del paralelo "B" se les tomó la lección donde fuimos veedores y guías de la misma.
- Por otra parte, en el primero "C" también se tomó lección donde fuimos guías y veedores de la misma.

## Anexo 7: Prototipo basado en Arduino: MoviBot



## Anexo 8: Implementación de MoviBot con el grupo experimental







**DECLARATORIA DE PROPIEDAD INTELECTUAL Y CESIÓN DE DERECHOS DE PUBLICACIÓN  
PARA EL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR  
DIRECCIONES DE CARRERAS DE GRADO PRESENCIALES - DIRECCIÓN DE BIBLIOTECA**

---

Yo, *Bryan Sebastián Parra Garnica*, portador de la cedula de ciudadanía nro. *0106232473* estudiante de la carrera de Educación en Ciencias Experimentales en el marco establecido en el artículo 13, literal b) del Reglamento de Titulación de las Carreras de Grado de la Universidad Nacional de Educación, declaro:

Que, todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en el trabajo de Integración curricular denominada *Prototipo basado en Arduino para el aprendizaje del Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado en el primero de Bachillerato de la Unidad Educativa Luis Cordero* son de exclusiva responsabilidad del suscribiente de la presente declaración, de conformidad con el artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, por lo que otorgo y reconozco a favor de la Universidad Nacional de Educación - UNAE una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra con fines académicos, además declaro que en el desarrollo de mi Trabajo de Integración Curricular se han realizado citas, referencias, y extractos de otros autores, mismos que no me tribuyo su autoría.

Asimismo, autorizo a la Universidad Nacional de Educación - UNAE, la utilización de los datos e información que forme parte del contenido del Trabajo de Integración Curricular que se encuentren disponibles en base de datos o repositorios y otras formas de almacenamiento, en el marco establecido en el artículo 141 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.

De igual manera, concedo a la Universidad Nacional de Educación - UNAE, la autorización para la publicación de Trabajo de Integración Curricular denominado *Prototipo basado en Arduino para el aprendizaje del Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado en el primero de Bachillerato de la Unidad Educativa Luis Cordero* en el repositorio institucional y la entrega de este al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor, como lo establece el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Ratifico con mi suscripción la presente declaración, en todo su contenido.

Azogues, 6 de marzo de 2024

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Bryan Sebastián Parra Garnica', is written over a horizontal line.

**Bryan Sebastián Parra Garnica**  
C.I.: 0106232473



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
EDUCACIÓN

DECLARATORIA DE PROPIEDAD INTELECTUAL Y CESIÓN DE DERECHOS DE PUBLICACIÓN  
PARA EL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR  
DIRECCIONES DE CARRERAS DE GRADO PRESENCIALES - DIRECCIÓN DE BIBLIOTECA

Yo, *Joseline Fernanda Calva Narvaez* portador de la cedula de ciudadanía nro. *0106405897* estudiante de la carrera de Educación en Ciencias Experimentales en el marco establecido en el artículo 13, literal b) del Reglamento de Titulación de las Carreras de Grado de la Universidad Nacional de Educación, declaro:

Que, todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en el trabajo de Integración curricular denominada *Prototipo basado en Arduino para el aprendizaje del Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado en el primero de Bachillerato de la Unidad Educativa Luis Cordero* son de exclusiva responsabilidad del suscribiente de la presente declaración, de conformidad con el artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, por lo que otorgo y reconozco a favor de la Universidad Nacional de Educación - UNAE una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra con fines académicos, además declaro que en el desarrollo de mi Trabajo de Integración Curricular se han realizado citas, referencias, y extractos de otros autores, mismos que no me tribuyo su autoría.

Asimismo, autorizo a la Universidad Nacional de Educación - UNAE, la utilización de los datos e información que forme parte del contenido del Trabajo de Integración Curricular que se encuentren disponibles en base de datos o repositorios y otras formas de almacenamiento, en el marco establecido en el artículo 141 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.

De igual manera, concedo a la Universidad Nacional de Educación - UNAE, la autorización para la publicación de Trabajo de Integración Curricular denominado *Prototipo basado en Arduino para el aprendizaje del Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado en el primero de Bachillerato de la Unidad Educativa Luis Cordero* en el repositorio institucional y la entrega de este al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor, como lo establece el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Ratifico con mi suscripción la presente declaración, en todo su contenido.

Azogues, 6 de marzo de 2024

*Joseline Fernanda Calva Narvaez*  
C.I.: 0106405897



**CERTIFICACIÓN DEL TUTOR Y COTUTOR PARA  
TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR  
DIRECCIONES DE CARRERAS DE GRADO PRESENCIALES**

---

Carrera de: Educación en Ciencias Experimentales

Yo, Luis Enrique Hernández Amaro tutor y Marco Antonio García Pacheco, cotutor del Trabajo de Integración Curricular denominado "Prototipo basado en Arduino para el aprendizaje del Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado en el primero de Bachillerato de la Unidad Educativa Luis Cordero" perteneciente a los estudiantes: Joseline Fernanda Calva Narvaez con C.I. 0106405897, Bryan Sebastián Parra Garnica con C.I. 0106232473. Damos fe de haber guiado y aprobado el Trabajo de Integración Curricular. También informamos que el trabajo fue revisado con la herramienta de prevención de plagio donde reportó el 8 % de coincidencia en fuentes de internet, apegándose a la normativa académica vigente de la Universidad Nacional de Educación.

Azogues, 05 de enero de 2024

Docente Tutor/a  
Luis Enrique Hernández Amaro  
C.I: 0150827103



Docente Cotutor/a  
Marco Antonio García Pacheco  
C.I: 0105702898

