

Prototipo Experimental “El Molino de Viento” para aplicar fórmulas de Aceleración Centrípeta

Experimental Prototype “The Windmill” to apply Centripetal Acceleration formulas.

Cristell Dayana González-González^a, José Alfredo Garmendia-Tercero^b Aner Yuniel Martínez-Garmendia^c, Clifford Jerry Herrera-Castrillo^d

Abstract:

This article examines the importance of the study of Uniform Circular Motion (UTC) in tenth grade high school students, focusing on how the use of experimental prototypes can facilitate the understanding of key concepts, such as Centripetal Acceleration. With a positivist and experimental approach, the research was carried out at the Luz Marina González Fajardo Public High School in Jalapa, Nueva Segovia, and the Rubén Darío High School in San Juan de Limay. The sample included 89 students and two teachers, selected by simple random probability sampling, from an initial population of 115 students and two teachers. For data collection, three instruments were applied: a standardized test, a student survey and a teacher survey. The results show that, although students understand what an experimental prototype is and recognize its value in the learning of the MCU, many still experience significant difficulties in understanding and differentiating the contents of this unit. Likewise, although teachers recognize that experimental prototypes could improve class development and foster deeper knowledge, they do not always incorporate them in their educational practices.

Keywords:

Prototipo, formulas, centripetal acceleration, physics.

Resumen:

Este artículo examina la importancia del estudio del Movimiento Circular Uniforme (MCU) en estudiantes de décimo grado de educación secundaria, enfocándose en cómo el uso de prototipos experimentales puede facilitar la comprensión de conceptos clave, como la Aceleración Centrípeta. Con un enfoque positivista y de carácter experimental, la investigación se llevó a cabo en el Instituto Público Luz Marina González Fajardo de Jalapa, Nueva Segovia, y el Instituto Rubén Darío de San Juan de Limay. La muestra incluyó 89 estudiantes y dos docentes, seleccionados mediante muestreo probabilístico aleatorio simple, de una población inicial de 115 estudiantes y dos docentes. Para la recolección de datos, se aplican tres instrumentos: una prueba estandarizada, una encuesta para estudiantes y otra para docentes. Los resultados evidencian que, aunque los estudiantes comprenden lo que es un prototipo experimental y reconocen su valor en el aprendizaje del MCU, muchos todavía experimentan dificultades significativas para entender y diferenciar los contenidos de esta unidad. Asimismo, aunque los docentes reconocen que los prototipos experimentales podrían mejorar el desarrollo de las clases y fomentar un conocimiento más profundo, no siempre los incorporan en sus prácticas educativas.

Palabras Clave:

Prototipo, formulas, aceleración centrípeta, física.

^a Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua | Centro Universitario Regional de Estelí | Estelí | Nicaragua,
<https://orcid.org/0009-0003-3277-2988>, Email: cristell.gonzalez21504295@estu.unan.edu.ni

^b Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua | Centro Universitario Regional de Estelí | Estelí | Nicaragua,
<https://orcid.org/0009-0004-5329-8450>, Email: jose.garmendia20513030@estu.unan.edu.ni

^c Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua | Centro Universitario Regional de Estelí | Estelí | Nicaragua,
<https://orcid.org/0009-0007-9809-7777>, Email: aner.martinez21508156@estu.unan.edu.ni

^d Autor de Correspondencia, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua | Centro Universitario Regional de Estelí | Estelí | Nicaragua, <https://orcid.org/0000-0002-7663-2499>, Email: cliffor.herrera@unan.edu.ni

Introducción

La enseñanza de los conceptos relacionados con el Movimiento Circular Uniforme (MCU) y la Aceleración Centrípeta representa un reto frecuente para docentes y estudiantes en el ámbito de la física. Estos temas suelen presentar dificultades de comprensión, en parte debido a la naturaleza abstracta de los fenómenos involucrados.

En este contexto, el diseño y aplicación de prototipos experimentales surge como una estrategia promisoría para facilitar el aprendizaje de estos contenidos. Los prototipos permiten materializar conceptos teóricos, promoviendo una comprensión más concreta y vivencial por parte de los estudiantes.

El prototipo experimental “El Molino de Viento” se destaca como una herramienta invaluable en la enseñanza de la Aceleración Centrípeta, ya que permite a los estudiantes aplicar fórmulas teóricas en un contexto práctico y visual. Al observar el movimiento de las aspas del molino, los estudiantes pueden analizar directamente cómo se genera y calcular la aceleración centrípeta, lo cual facilita la comprensión de conceptos abstractos y mejora su capacidad para resolver problemas de movimiento circular. Este enfoque práctico no solo fortalece el aprendizaje de las fórmulas matemáticas, sino que también fomenta un entendimiento más profundo de la física detrás del movimiento, promoviendo así un aprendizaje significativo y duradero.

El presente artículo describe el diseño, implementación y evaluación de un prototipo experimental, orientado a la aplicación de fórmulas relacionadas con la Aceleración Centrípeta. Este proyecto busca aportar evidencia empírica sobre los beneficios de incorporar recursos experimentales en la enseñanza de la física, con el objetivo de mejorar los procesos de aprendizaje de los estudiantes.

Al construir un prototipo experimental, es fundamental considerar los principios y leyes fundamentales de la física que se aplican al fenómeno en estudio. Además, es crucial tener en cuenta las limitaciones y condiciones específicas del experimento para asegurar que los resultados obtenidos sean confiables y significativos. De esta manera, se garantiza que el prototipo refleje adecuadamente el comportamiento del sistema o fenómeno bajo investigación, proporcionando información valiosa y confiable para el desarrollo de futuras aplicaciones o avances en el campo de estudio [1] [2].

Este artículo surge de la dificultad que presentan los estudiantes acerca de la comprensión del contenido “Aceleración Centrípeta” de la Unidad Movimiento Circular Uniforme, ya que este se desarrolla en la resolución de ejercicios y problemas que emplean el uso de fórmulas. Estas tienden a confundir al estudiante a la hora de interpretarlas, aplicarlas o despejarlas.

Los estudios revisados destacan la importancia de la aplicación de estrategias didácticas y recursos innovadores para facilitar el aprendizaje del Movimiento Circular Uniforme. Algunas conclusiones clave son:

- La aplicación de actividades didácticas basadas en ecuaciones diferenciales lineales de primer y segundo orden facilitó la comprensión del

movimiento circular uniforme en los estudiantes [3] [4].

- El diseño e implementación de una estrategia didáctica apoyada en el uso de tecnología, como el programa Tracker, permitió a los estudiantes interactuar con el fenómeno físico y su modelación [5] [6].
- La descripción del movimiento circular uniforme como un movimiento de dos dimensiones, considerando velocidad, aceleración y fuerza centrípeta, facilitó la comprensión de sus características [7].
- La determinación experimental de la relación entre velocidad, radio y aceleración centrípeta en el movimiento circular uniforme ayudó a comprender dicha relación [8] [9].
- La aplicación de estrategias metodológicas diversas permitió a los estudiantes aprender a resolver problemas por cuenta propia y deducir con facilidad las ecuaciones físicas [10] [11].

El objetivo principal de este estudio es diseñar prototipos experimentales para facilitar el aprendizaje a través de la aplicación de fórmulas en el contenido Aceleración Centrípeta de la unidad Movimiento Circular Uniforme con estudiantes de décimo grado, con el propósito de ayudar a los estudiantes en la obtención de un aprendizaje satisfactorio.

Materiales y Métodos

Paradigma de la investigación

El positivismo es una epistemología híbrida que combina elementos del racionalismo, el empirismo, la lógica deductiva e inductiva, y se ha denominado también como hipotético-deductivo, cuantitativo, empírico-analista y racionalista [12] [13]. Su premisa fundamental es que la vida social, al igual que las ciencias naturales, debe ser estudiada exclusivamente a través de la experiencia y su tratamiento lógico-matemático, lo que se considera la única fuente valiosa de información. Para el positivismo, toda ciencia debe adaptarse a los paradigmas de las ciencias naturales, caracterizados por el monismo metodológico, el método fisicomatemático, la explicación causal y la predicción, a fin de ser considerada una verdadera disciplina científica [14].

Enfoque de la investigación

El enfoque cuantitativo se caracteriza por ser un proceso secuencial y probatorio, donde cada etapa sigue rigurosamente a la anterior, sin omitir pasos, aunque con la posibilidad de redefinir alguna fase. Este enfoque parte de una idea que se va delimitando, de la cual se derivan objetivos, preguntas de investigación y la revisión de literatura para construir un marco teórico. A partir de las preguntas, se plantean hipótesis y se determinan variables, trazando luego un plan para probarlas mediante un diseño. Posteriormente, se miden las variables en un

contexto específico, se analizan los datos utilizando métodos estadísticos y, finalmente, se extraen conclusiones. Este proceso sistemático y secuencial es la esencia del enfoque cuantitativo de investigación [15].

Tipo de investigación

Esta investigación es de carácter Experimental, ya que se cuenta con dos variables: dependiente e independiente, con el objetivo de confirmar que a través de la variable independiente se logrará un cambio positivo en la dependiente.

Área Geográfica

Se emplearon dos lugares de estudio para esta investigación:

- Instituto Público Luz Marina González Fajardo, ubicado en la comunidad Los chiquirines de la ciudad de Jalapa, departamento de Nueva Segovia.
- Instituto Rubén Darío, ubicado en la comunidad de San Juan de Limay, Estelí.

Población y muestra

La población de estudio se define como el conjunto de casos delimitados, accesibles y predeterminados que servirán como referencia para seleccionar la muestra [16]. En este trabajo, la población incluye cinco aulas de décimo grado: tres del Instituto Público Luz Marina González Fajardo en Jalapa y dos del Instituto Rubén Darío en San Juan de Limay, conformadas por un total de 115 estudiantes y dos docentes de física. La muestra extraída de esta población proporciona información que permite aumentar el conocimiento sobre la misma, siendo la muestra el elemento clave que permite inferir características de la población de estudio.

La muestra fue calculada a través de la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N * Z_a^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_a^2 * p * q}$$

Siendo entonces:

$$n = \frac{115 * 1,96^2 * 0,5 * 0,5}{0,05^2(115 - 1) + 1,96^2 * 0,5 * 0,5} = 88,68 \approx 89$$

La muestra conformada para esta investigación cuenta con 89 estudiantes más dos docentes de física.

Muestreo

El muestreo probabilístico, específicamente el muestreo aleatorio simple, es la técnica empleada en esta investigación. Este enfoque asegura que cada individuo de la población tenga la misma oportunidad de ser seleccionado aleatoriamente para formar parte de la muestra, lo que aumenta la representatividad y confiabilidad de los resultados [15]. El uso de este método de muestreo probabilístico se considera más recomendable dado que es eficiente, preciso y garantiza que la muestra extraída sea representativa de la población de estudio.

Métodos, técnicas e instrumentos de recopilación de datos

Las técnicas de evaluación utilizadas en esta investigación incluyen la prueba escrita y la encuesta. La prueba escrita tiene como objetivo que los estudiantes demuestren la adquisición de aprendizajes, el dominio de destrezas y el desarrollo de habilidades. Por otro lado, la encuesta es una herramienta de investigación que permite recolectar información de un grupo de personas a través de preguntas estructuradas y predefinidas. Los instrumentos asociados a estas técnicas son, respectivamente, la prueba estandarizada, que mide el nivel de conocimientos y habilidades de forma uniforme, y la guía de cuestionario, que recoge de manera organizada los indicadores de las variables de la encuesta.

Etapas del estudio

En la figura 1, se muestran las diferentes etapas que se realizaron en la elaboración de este artículo.



Figura 1. Etapas de elaboración del estudio

Análisis y discusión de resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de los tres instrumentos aplicados a estudiantes y docentes de física de décimo grado de los Institutos Luz Marina González Fajardo y Rubén Darío: Prueba estandarizada, Encuesta a estudiantes y docentes; los cuales están representados en tablas y gráficos para una mejor comprensión. Estos instrumentos fueron aplicados en función de los objetivos de investigación, con el fin de dar solución a cada uno de estos.

Se aplicó una prueba estandarizada acerca del Movimiento Circular Uniforme a estudiantes de décimo grado de los Institutos Luz Marina González Fajardo y Rubén Darío. Esta prueba consta de 7 preguntas de elección múltiple con 5 opciones de respuesta, una de ellas correcta. Dicha prueba está dirigida a dar salida al primer objetivo específico: Identificar las dificultades de los estudiantes de décimo grado con respecto a la aplicación de fórmulas en el contenido Aceleración Centrípeta.

Los resultados del análisis de las preguntas correctas e incorrectas se encuentran plasmados en las tablas 1 y 2, y están representados en las figuras 2 y 3:

Tabla 1. Resultados de la prueba estandarizada aplicada a estudiantes de Jalapa

Preguntas	Respuestas Jalapa	
	Correctas	Incorrectas
Pg. 1	2	39
Pg. 2	2	39
Pg. 3	3	38
Pg. 4	20	21
Pg. 5	14	27
Pg. 6	19	22
Pg. 7	11	30

La figura 2 representa gráficamente estos datos, esto para una mejor comprensión y análisis de los mismo.

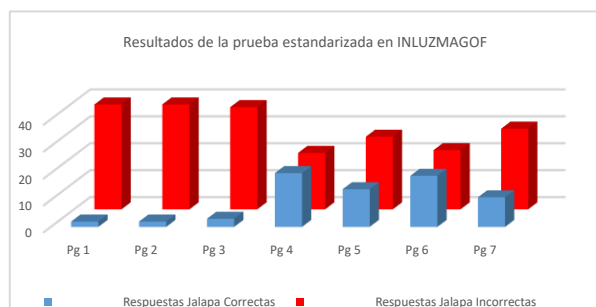


Figura 2. Resultados de la prueba estandarizada aplicada en INLUZMAGOF

- Instituto Rubén Darío:

Tabla 2. Resultados de la prueba estandarizada aplicada a estudiantes de Limay

Preguntas	Respuestas Limay	
	Correctas	Incorrectas
Pg. 1	1	40
Pg. 2	4	37
Pg. 3	2	39
Pg. 4	17	24
Pg. 5	12	29
Pg. 6	20	21
Pg. 7	18	23

En la figura 3 se muestran los resultados de los estudiantes en la prueba estandarizada.

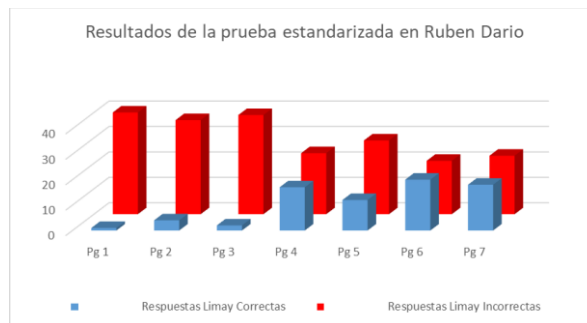


Figura 3. prueba estandarizada aplicada en Inst. Rubén Darío

Para el análisis de cada pregunta de las pruebas estandarizadas se hizo uso de diagramas de pastel para ambos institutos:

- Pg. 1:

Si dos cuerpos se movilizan con un Movimiento Circular Uniforme, estos llevarán distintas rapidezces si: c. Realizan un número de vueltas diferentes. (Respuesta correcta) en la figura 4 se muestran los resultados de ambos centros educativos.



Figura 4. Respuesta 1 Prueba estandarizada Jalapa y Limay

Se puede observar que en el caso del Instituto Luz Marina González Fajardo ubicado en la comunidad Los chiquirines de Jalapa, solamente el 5 % de los estudiantes tienen conocimiento acerca de conceptos básicos relacionados al Movimiento Circular Uniforme, ya que respondieron correctamente a esta pregunta; mientras que en el caso del Instituto Rubén Darío ubicado en la comunidad San Juan de Limay de Estelí, el 2 % de los estudiantes tienen conocimiento del tema.

- Pg. 2:

120 revoluciones por minuto (rpm) es lo mismo que: d. 2 rps (Respuesta correcta) en la figura 5 se muestran los resultados de ambos centros educativos.

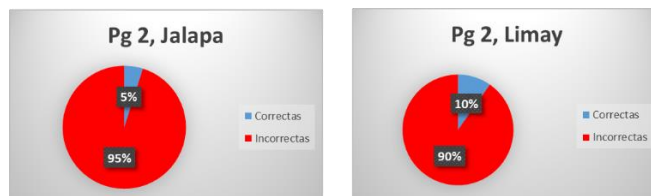


Figura 5. Respuesta 2 Prueba estandarizada Jalapa y Limay

Se observa que en el Instituto Luz Marina González Fajardo nuevamente solo el 5 % de los estudiantes eligieron la respuesta correcta; mientras que en el Instituto Rubén Darío el 10 % de los estudiantes respondieron correctamente. Esto demuestra que tienen dificultad en la

conversión de unidades, más que nada en el cálculo de estas.

• Pg. 3:

El Movimiento Circular uniforme es acelerado si: d. Cambia el tamaño del vector velocidad (Respuesta correcta) en la figura 6 se muestran los resultados de ambos centros educativos.

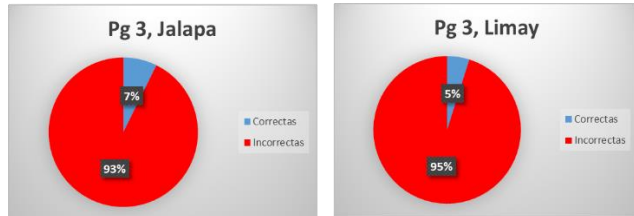


Figura 6. Respuesta 3 Prueba estandarizada Jalapa y Limay

En el caso de esta pregunta, se puede observar que en el Instituto Luz Marina González Fajardo solamente el 7 % de los estudiantes escogieron la respuesta correcta, mientras que en el Instituto Rubén Darío fueron el 5 % de estos. Presentando más dificultad en el segundo instituto, relacionándose siempre a los conceptos básicos.

• Pg. 4:

En el Movimiento Circular Uniforme de una partícula, la magnitud de su aceleración: a. Permanece constante. (Respuesta correcta) en la figura 7 se muestran los resultados de ambos centros educativos.

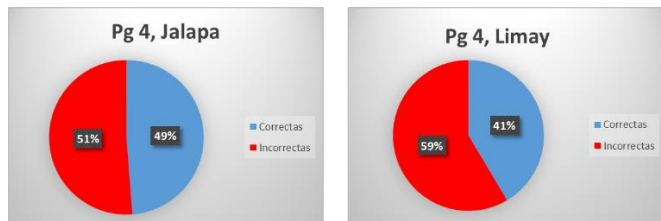


Figura 7. Respuesta 4 Prueba estandarizada Jalapa y Limay

En el caso de esta pregunta, los resultados son algo positivos, ya que el nivel de dificultad a pesar de que sigue siendo alto, comparado con los demás viene siendo menos notable. En el caso del Instituto Luz Marina González Fajardo el 49 % de los estudiantes escogieron la respuesta correcta, y en el Instituto Rubén Darío el 41 % de los estudiantes hicieron elección de esta.

• Pg. 5:

Si la magnitud de la velocidad permanece constante y su dirección es siempre perpendicular a la aceleración, el movimiento es: c. Circular Uniforme. (Respuesta correcta) en la figura 8 se muestran los resultados de ambos centros educativos.

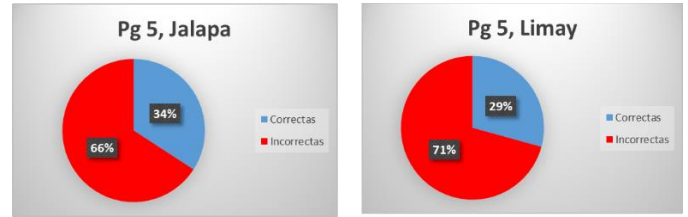


Figura 8. Respuesta 5 Prueba estandarizada Jalapa y Limay

En el caso de esta pregunta, el nivel de dificultad es más alto en el Instituto Rubén Darío que en el Instituto Luz Marina González Fajardo; ya que en el primero el 29 % de estudiantes fueron los que eligieron la opción correcta, mientras que en el segundo fue el 34 %.

• Pg. 6:

¿Qué es la aceleración centrípeta?: a. Es el cambio de velocidad que está dirigido hacia el centro de la trayectoria. (Respuesta correcta) en la figura 9 se muestran los resultados de ambos centros educativos.

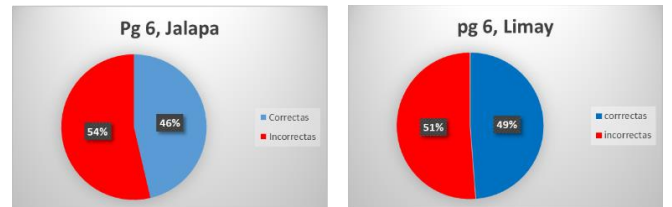


Figura 9. Respuesta 6 Prueba estandarizada Jalapa y Limay

Como en el caso de la pregunta 4, el nivel de dificultad de los estudiantes en esta es menor en comparación con las demás preguntas; ya que se puede observar que en el Instituto Luz Marina González Fajardo el 46 % de estudiantes respondió correctamente y en el Instituto Rubén Darío, el 49 % lo hizo, con una diferencia nada más del 3 % entre los Institutos.

• Pg. 7:

La aceleración centrípeta es igual a la velocidad al cuadrado dividido por: a. El radio (Respuesta correcta) en la figura 10 se muestran los resultados de ambos centros educativos.



Figura 10. Respuesta 7 Prueba estandarizada Jalapa y Limay

En el caso de esta pregunta, se puede observar que el nivel de dificultad es más alto en el Instituto Luz Marina González Fajardo, ya que solamente el 27 % de estudiantes respondieron correctamente la pregunta,

mientras que en el Instituto Rubén Darío el 44 % eligieron la respuesta correcta.

Al finalizar con el análisis de cada pregunta, se puede sintetizar que los estudiantes de ambos Institutos presentan una seria incomprensión de la Unidad Movimiento Circular Uniforme, específicamente no pueden diferenciar los contenidos de esta, y, de igual manera con las fórmulas. Esto se puede evidenciar en cada gráfico presentado anteriormente, en los cuales con facilidad presenta el nivel de dificultad de los estudiantes en cada pregunta realizada en la prueba estandarizada. Se aplicó una encuesta acerca de prototipos experimentales en la educación a estudiantes de décimo grado de los institutos Luz Marina González Fajardo y Rubén Darío, con el fin de dar solución al según objetivo de investigación: Evaluar prototipos experimentales para la aplicación de fórmulas en el contenido Aceleración Centrípeta. Esta consta de 9 preguntas cerradas con escala Si – No. Los resultados de la encuesta (véase en el Anexo C.2) fueron los siguientes:

✓ Instituto Luz Marina González Fajardo:

En la tabla 3 se muestran resultados de los estudiantes de Jalapa, en total 9 interrogantes.

Tabla 3. Resultados de encuesta aplicada a estudiantes de décimo grado de Jalapa

Preguntas	Respuestas, Jalapa	
	Si	No
Pg. 1	41	0
Pg. 2	39	2
Pg. 3	39	2
Pg. 4	41	0
Pg. 5	41	0
Pg. 6	41	0
Pg. 7	41	0
Pg. 8	41	0
Pg. 9	38	3

En la figura 11, se representan visualmente los resultados

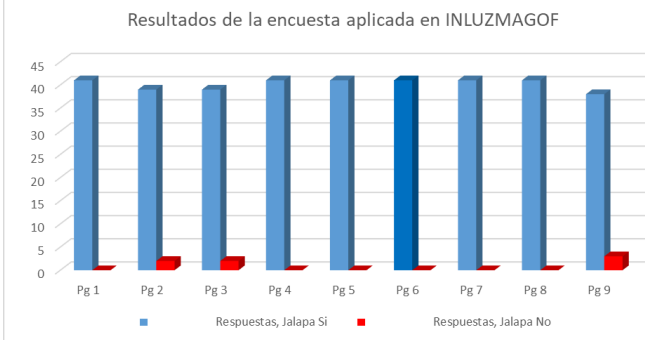


Figura 11. Resultados de encuesta aplicada a estudiantes de Jalapa

En la tabla 4 se evidencia la contestación de estudiantes de San Juan de Limay

Tabla 4. Resultados de Encuesta aplicada a estudiantes de Limay

Preguntas	Respuestas Limay	
	Si	No
Pg. 1	41	0
Pg. 2	37	4
Pg. 3	37	4
Pg. 4	41	0
Pg. 5	41	0
Pg. 6	41	0
Pg. 7	41	0
Pg. 8	41	0
Pg. 9	37	4

En la figura 12, se representan visualmente los resultados

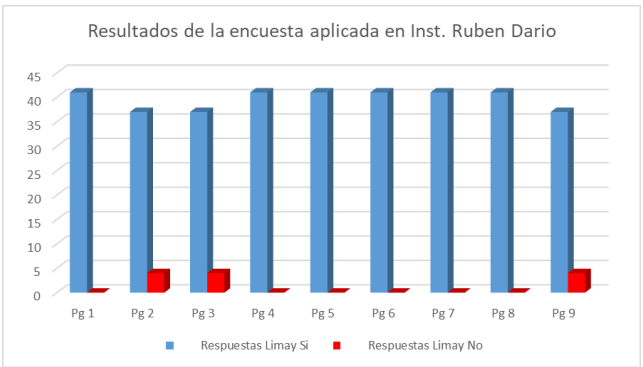


Figura 12. Resultados Encuesta aplicada en Limay

Al responder esta pregunta, los estudiantes expresaron que si han hecho uso de prototipos experimentales; sin embargo, no se especificó en qué clase o contenido, concluyendo que para la comprensión de la unidad abordada aún no lo han hecho.

En el espacio que se les facilitó a los estudiantes en la encuesta, 39 estudiantes del Instituto Luz Marina Fajardo expresaron que el prototipo antes utilizado si cumplía con sus expectativas en cuanto a creatividad y relación con el contenido; sin embargo, dos de ellos expresaron que no cumplía con lo que ellos esperaban. En el caso de los estudiantes del Instituto Rubén Darío, 37 estudiantes seleccionaron que este si cumplía con sus expectativas, y 4 expresaron que no.

Todos los estudiantes de ambos Institutos están de acuerdo con que, aplicando un prototipo experimental, podría mejorar su comprensión con respecto a la unidad Movimiento Circular Uniforme, confirmando que el uso de estrategias, recursos o prototipos, despiertan el interés del estudiante.

Los estudiantes están de acuerdo que, utilizando prototipos experimentales, la generación de sus conocimientos sería de una forma significativa; ya que al ser jóvenes lo que les llama la atención es lo creativo, lo que ellos puedan manipular y en algunos casos incluso crear.

Se aplicó una encuesta acerca de prototipos experimentales en la educación a docentes de física, tanto del Instituto Luz Marina González Fajardo de Jalapa como Rubén Darío de San Juan de Limay, esto con el propósito de dar solución al tercer objetivo de investigación: Proponer Prototipos experimentales basados en la demostración y explicación de la aplicación de fórmulas en el contenido Aceleración Centrípeta. Dicha encuesta consta con 8 preguntas con escala Siempre, Muchas veces, A veces, Nunca, de las cuales el docente deberá elegir una. Estos fueron los resultados en la figura 13:

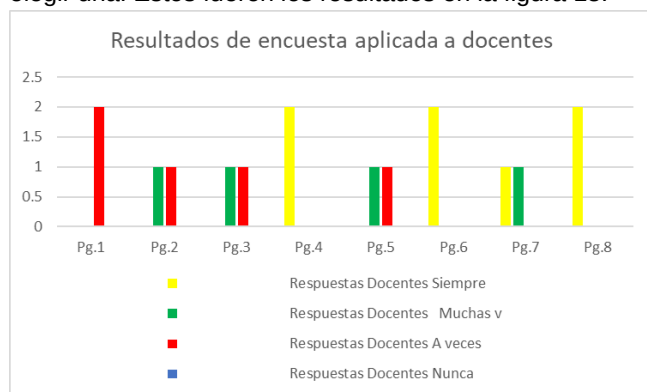


Figura 13. Resultados de la encuesta aplicada a docentes
Pregunta 1: ¿Considera que el desarrollo del contenido Aceleración centrípeta de la unidad Movimiento Circular Uniforme (MCU) es complicado?

Ambos docentes Respondieron que en algunas veces el desarrollo de este contenido es complicado, principalmente cuando el estudiante no pone de su parte para prestar atención.

Pregunta 2: En su grupo de clase, ¿Tiene estudiantes con dificultades para comprender este contenido?

En el caso del docente del Instituto Luz Marina González Fajardo, expreso que en muchas ocasiones tiene estudiantes los cuales no comprenden con certeza el contenido; y en el caso de la docente del Instituto Rubén Darío expreso que solo en algunas ocasiones esto ocurría.

Pregunta 3: ¿Los estudiantes logran comprender como se aplican las fórmulas de este contenido?

El docente del Instituto Luz Marina González Fajardo hizo mención en que a veces sus estudiantes lo lograban; en cambio la docente del Instituto Rubén Darío, menciona que muchas veces.

Pregunta 4: ¿Considera que es importante recurrir a algún tipo de estrategia didáctica para mejorar la obtención de conocimiento en los estudiantes?

El docente del Instituto Luz Marina González Fajardo opina que es importante utilizar alguna estrategia, recurso o prototipo para mejorar los conocimientos de los estudiantes; de la misma manera opina la docente del Instituto Rubén Darío.

Pregunta 5: ¿Ha utilizado alguna vez un prototipo experimental para el desarrollo de la clase de física, en específico la Unidad Movimiento Circular Uniforme?

El docente de INLUZMAGOF expreso que, en algunas ocasiones hacía uso de prototipos para el desarrollo de su clase, en cambio la docente del Rubén Darío dijo que muchas veces lo hace.

Pregunta 6: ¿Recomienda el uso de prototipos experimentales para el desarrollo de la clase y la obtención de un mejor aprendizaje?

Ambos docentes están de acuerdo en recomendar el uso de prototipos, ya que es conveniente para la obtención de un buen conocimiento y por ende el mejoramiento del rendimiento académico.

Pregunta 7: Al hacer uso de un prototipo ¿Cree que el estudiante pondría más de su parte en prestar atención al contenido abordado?

El docente del INLUZMAGOF, expresó que a través de la utilización de prototipos el estudiante mejoraría su conocimiento; la docente del Rubén Darío opina que en algunas ocasiones siempre y cuando el estudiante ponga de su parte.

Pregunta 8: Si le proponen algún tipo de prototipo experimental que explique como tal el Movimiento Circular Uniforme (MCU), ¿Lo aceptaría?

Ambos docentes están de acuerdo, sintetizando que de esta forma se les facilitaría el desarrollo de la clase.

Los docentes están de acuerdo que mediante la utilización de prototipos experimentales se facilitaría el desarrollo de la clase y se obtendría un mejor conocimiento; sin embargo, estos no siempre hacen uso de ellos. Reconocen su importancia, pero aún no han logrado implementar como se debería el aplicar algún tipo de estrategia, recurso o prototipo para despertar el interés del estudiante, como muestra la figura 14.



Figura 14. Prototipo Experimental

La maqueta del "Molino de Viento" que muestra es un excelente recurso didáctico para ilustrar conceptos de física, específicamente el Movimiento Circular Uniforme y la Aceleración Centrípeta. Este prototipo permite que los estudiantes observen el movimiento rotatorio de las aspas, facilitando la visualización de cómo actúa la aceleración centrípeta hacia el eje de rotación. Al emplear este modelo, los estudiantes pueden experimentar de manera tangible cómo las fórmulas de aceleración centrípeta se aplican en un contexto real, reforzando su comprensión de los conceptos a través de la observación y la experimentación. Además, este tipo de prototipo fomenta el aprendizaje activo y la conexión entre la teoría y la práctica, lo cual es fundamental para el desarrollo de habilidades analíticas en la educación secundaria.

Conclusiones

Al realizar el análisis de datos se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- ✓ El uso de prototipos experimental en la enseñanza de física específicamente en el movimiento circular uniforme puede facilitar el aprendizaje de las fórmulas y mejorar el rendimiento de los estudiantes.
- ✓ El problema planteado es la dificultad de los estudiantes de Undécimo grado para aplicar las fórmulas de Aceleración Centrípeta en el Movimiento Circular Uniforme. Se propone la creación de prototipos experimentales, como la maqueta del Molino de Viento, para facilitar el aprendizaje y despertar el interés de los estudiantes en el tema.
- ✓ Existen dificultades en la comprensión del contenido de aceleración centrípeta en el movimiento circular por parte de los estudiantes de décimo grado en los institutos Luz Marina y Rubén Darío. En particular, se ha encontrado que los estudiantes tienen problemas para diferenciar el movimiento uniforme del movimiento circular, y a menudo confunden las ecuaciones y fórmulas asociadas con estos temas.
- ✓ Para abordar estas dificultades, se han evaluado prototipos experimentales que buscan demostrar y explicar la aplicación de las fórmulas en el contenido de aceleración centrípeta en el movimiento circular. Estos prototipos tienen como objetivo ayudar a los estudiantes a comprender mejor los conceptos y fórmulas asociados con este tema, y se espera que conduzcan a una mejora en el rendimiento académico de los estudiantes.
- ✓ Existen desafíos significativos en la enseñanza del contenido de aceleración centrípeta en el movimiento circular a los estudiantes de décimo grado. Sin embargo, al desarrollar soluciones innovadoras como los prototipos experimentales mencionados anteriormente, es posible abordar estas dificultades y

mejorar la comprensión de los estudiantes en este tema crítico.

- ✓ Esta investigación busca mejorar el aprendizaje de los estudiantes en relación con las fórmulas de Aceleración Centrípeta en el Movimiento Circular Uniforme mediante la creación de prototipos experimentales y recursos didácticos creativos. Esto beneficiará a los estudiantes al proporcionarles información actualizada respaldada por evidencia y estimular su creatividad y trabajo en equipo.

Para maximizar el impacto de los prototipos experimentales en la enseñanza de la Aceleración Centrípeta y el Movimiento Circular Uniforme, se sugieren varias recomendaciones para trabajos futuros. Primero, sería beneficiosa ampliar la variedad de prototipos experimentales, explorando diferentes formas y mecanismos que permitan abordar otros aspectos del Movimiento Circular Uniforme y sus aplicaciones en la vida cotidiana. Además, se recomienda la integración de tecnología en los prototipos, como sensores y aplicaciones móviles, que permitan a los estudiantes registrar y analizar datos en tiempo real, lo que podría profundizar su comprensión y aumentar el interés en el contenido.

Otra recomendación es realizar estudios longitudinales que examinen el impacto de estos prototipos en el aprendizaje a lo largo del tiempo, permitiendo evaluar no solo la adquisición inmediata de conocimientos, sino también la retención de conceptos a largo plazo. También se sugiere incluir en las investigaciones la opinión de otros actores educativos, como directivos y padres de familia, para obtener una visión integral sobre el valor educativo de estos recursos. Finalmente, se recomienda que futuras investigaciones consideren una mayor variedad de enfoques metodológicos, como estudios cualitativos, que permitan explorar a fondo las percepciones y actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje de la física a través de prototipos experimentales.

Referencias

- [1] Méndez, Wilfredo, Vázquez, et al. Prototipo experimental para el aprendizaje de fenómenos ondulatorio. *Revista Educación*, 2024; 22(23): 12-24.
- [2] Pilco Sucuy, Jessica Alexandra. *Guías de laboratorio experimental para la enseñanza de Mecánica Clásica dirigido a estudiantes de la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física*. 2024. Tesis de Licenciatura. Riobamba.
- [3] Tobar Vega, Jorge Oswaldo; Dt-Morales Fiallos, Fabián. *Aplicaciones de las ecuaciones diferenciales lineales de primer y segundo orden en física que faciliten el aprendizaje del movimiento uniforme*. 2013.
- [4] Jiménez Bolaños, Johanna. *Dictamen sobre el rediseño del bachillerato y licenciatura en ingeniería eléctrica con salida lateral al diplomado en electricidad en la Sede del Pacífico de la Universidad Técnica Nacional*. 2024.
- [5] Chávez-Maldonado, Estefanía Maribel, et al. *STEM para la superación de dificultades en el aprendizaje del movimiento circular*

uniformemente variado. *MQRInvestigar*, 2024, vol. 8, no 1, p. 1763-1785.

- [6] Méndez Mendinueta, Justo Alberto. *Diseño de una estrategia didáctica para la comprensión del movimiento circular uniforme y sus características*. 2016. Tesis Doctoral.
- [7] Angulo Mendoza, Gustavo Adolfo. Impacto del laboratorio virtual en el aprendizaje por descubrimiento de la cinemática bidimensional en estudiantes de educación media. 2012.
- [8] Castillo, Gladys; Falcón, Nelson. Análisis Didáctico del Concepto de las Fuerzas de Ligaduras en los Textos de Física General de Educación Básica. *UPEL Maracay*, p. 158.
- [9] Ávila Torres, Gunther Andrés. Diseño e implementación de una propuesta para la enseñanza y aprendizaje del concepto de aceleración angular mediante actividades experimentales en grado décimo: Estudio de caso en el grado 10° del Instituto Jorge Robledo del municipio de Medellín. *Facultad de Ciencias*, 2014.
- [10] Ocapana Moyota, Marco Antonio. *Estrategias metodológicas para el aprendizaje del Movimiento Armónico Simple, Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física*. 2024. Tesis de Licenciatura. Riobamba.
- [11] Lanchimba Tandayamo, Alexandra Janeth. *La aplicación de estrategias metodológicas en el aprendizaje de la asignatura física y química en los estudiantes de los segundos años de Bachillerato General Unificado del Colegio Universitario UTN y del Colegio Mariano Suárez Veintimilla durante el año lectivo 2013-2014*. 2015. Tesis de Licenciatura.
- [12] Alba Moreno, María del Carmen. La dicotomía marxismo-positivismo en la construcción y deconstrucción de la Historia: Notas sobre su contemporaneidad. *Dialektika: Revista de Investigación Filosófica y Teoría Social*, 2021, vol. 3, no 7, p. 24-37.
- [13] Gil Ramírez, Andrea; Patiño Monsalve, Carolina; Diosa Zapata, Diego Alejandro. Evaluación de la relación costo-beneficio de la implementación de NIIF pymes en el sector textil-confección del Valle de Aburrá de Antioquia. 2021.
- [14] Fong Ochoa, Norman Alexis. Factores del Éxito que influyen en la adopción de las Políticas de Seguridad de la Información. 2023.
- [15] Hernández-Sampieri, Roberto; Mendoza, Christian. Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. 2020.
- [16] Arias Gonzáles, José Luis; Covinos Gallardo, Mitsuo. Diseño y metodología de la investigación. *Enfoques Consulting EIRL*, 2021, vol. 1, p. 66-78.