

**STEM for overcoming difficulties in learning uniformly varied circular movement**

**STEM para la superación de dificultades en el aprendizaje del movimiento circular uniformemente variado**

**Autores:**

Lic. Chávez-Maldonado, Estefanía Maribel  
Instituto de Postgrado, Universidad Técnica de Manabí  
Maestría en Pedagogía de las Ciencias Experimentales mención Matemática y Física,  
Maestrante  
Portoviejo–Ecuador



[echavez6653@utm.edu.ec](mailto:echavez6653@utm.edu.ec)



<https://orcid.org/0000-0002-7616-9115>

Ing. Álvarez-Alvarado, Manuel Sebastián, PHD.  
Instituto de Postgrado, Universidad Técnica de Manabí  
Departamento de Ingeniería Eléctrica  
Escuela Superior Politécnica del Litoral  
Tutor Académico  
Guayaquil – Ecuador



[manuel.alvarez.alvarado@gmail.com](mailto:manuel.alvarez.alvarado@gmail.com)



<https://orcid.org/0000-0002-0398-9235>

Fechas de recepción: 12-ENE-2024 aceptación: 14-FEB-2024 publicación: 15-MAR-2024



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

<http://mqrinvestigiar.com/>



## Resumen

A menudo el abordaje de la Física se lo realiza por medio de la resolución de problemas aplicando modelos matemáticos, olvidando la comprensión del fenómeno físico como tal. Este estudio se enfocó en la aplicación de la metodología STEM para el aprendizaje del Movimiento Circular Uniformemente Variado, con el objetivo de analizar su efectividad para superar dificultades de comprensión. Se trabajó con dos grupos de estudiantes de segundo de bachillerato, uno experimental que recibió instrucción STEM y otro de control que siguió la enseñanza tradicional. Se utilizó un pre test y post test para evaluar los resultados, los cuales revelaron que el grupo experimental obtuvo calificaciones más altas en comparación con el grupo control y que sus respuestas sobre conceptos circulares eran más concisas. Estos hallazgos respaldan la idea de que la enseñanza de la Física desde una perspectiva tradicional y aislada de la realidad puede limitar el aprendizaje significativo.

**Palabras clave:** Educación STEM; Enseñanza de la física; Aprendizaje interdisciplinar; Aprendizaje Activo



## Abstract

Often the approach to Physics is done through the resolution of problems by applying mathematical models, forgetting the understanding of the physical phenomenon as such. This study focused on the application of the STEM methodology for the learning of Uniformly Varied Circular Movement, with the aim of analyzing its effectiveness in overcoming comprehension difficulties. We worked with two groups of second-year high school students, an experimental group that received STEM instruction and a control group that followed traditional teaching. A pre-test and post-test were used to evaluate the results, which revealed that the experimental group obtained higher scores compared to the control group and that their answers on circular concepts were more concise. These findings support the idea that teaching physics from a traditional perspective and isolated from reality can limit meaningful learning.

**Keywords:** STEM Education; Teaching Physics; Interdisciplinary learning; Active learning



## Introducción

Los avances en materia de tecnología, computación y conectividad están transformando rápidamente la forma de vivir de los seres humanos (Soto Calderón et al., 2022). A esto se añade el impacto que la inteligencia artificial, la nanotecnología y la digitalización están teniendo en el desarrollo de la sociedad, economía y ciencia en las naciones (Sánchez Ludeña, 2019). Con esto se observa que el siglo XXI es y será un entorno colmado de cambios vertiginosos, todos vinculados a la hiperconectividad, al desarrollo de la robótica, la biotecnología y la automatización (Zamorano Escalona et al., 2018). Esto conlleva a que en el futuro la demanda de profesionales para las carreras STEM vaya aumentando de manera progresiva, sin embargo, Bogdan Toma & Greca (2017) y Sánchez Ludeña (2019) han advertido que en los últimos años la elección por estudiar una carrera científico-tecnológica decae cada día debido al poco interés o miedo por las ciencias que tienen los jóvenes.

Con esta nueva realidad, se ve imprescindible que los centros educativos incorporen nuevas metodologías para construir el contenido científico como el de la Física, puesto que esta es una de las asignaturas que es tomada por muchos alumnos como un tópico complejo y de muy poca utilidad en el mundo en el que se desarrollan, además de que el rendimiento académico en esta asignatura no es del todo excelente. Todo ello debido a varios factores tanto exógenos como endógenos que intervienen en el proceso de enseñanza aprendizaje como la infraestructura de la institución educativa, la metodología de los docentes, la salud, la familia, la economía, el currículo y las políticas de educación, por no mencionar todas (Cardozo Galeano et al., 2018). Sin embargo, si se pudiera innovar o mejorar en tan solo uno de estos factores como la forma en la que se dictan las clases de Física, volviéndolas más prácticas, experienciales y sobre todo que partan de una construcción del conocimiento real se estaría aportando de manera significativa en la preparación de seres humanos listos para enfrentar los retos de la cuarta revolución industrial, por medio del desarrollo de habilidades matemáticas, científicas y tecnológicas. Con todo esto, cobra sentido el hecho de incursionar en nuevas metodologías como STEM que permiten el desarrollo de contenidos desde un enfoque holístico, multidisciplinar y transdisciplinar con el afán de crear aprendizajes reales y significativos que puedan ser utilizados por los discentes para solucionar problemáticas reales de su entorno de una manera creativa y justa.

En Canadá, un estudio referente a la educación STEM: denominada aprendizaje del estudiante y habilidades transferibles concluyen que la introducción de esta metodología permite que los estudiantes se comprometan en la construcción de su aprendizaje, en el desarrollo de habilidades como la perseverancia y que el error no sea visto como una falla sino como una invitación a mejorar constantemente (Bertrand & Namukasa, 2020).

Por otro lado, un proyecto implementado en España dentro de una escuela de educación primaria concluyó que la implementación del modelo interdisciplinar de educación STEM mejora la actitud del alumnado por aprender ciencias ya que la introducción de actividades



de investigación y solución de problemas los lleva a comprender el sentido que tiene el conocimiento en la vida real (Bogdan Toma & Greca, 2017). Además, el conocer la forma en que las diferentes disciplinas STEM contribuyen en la resolución de problemas reales ayuda a disminuir el rechazo hacia el estudio de las ciencias y los motiva a aprender más.

Por consiguiente, en Ecuador son pocas las investigaciones que se han realizado en cuanto a la aplicación de la metodología STEM, entre estas se encuentra un estudio realizado en Guayaquil con un grupo de estudiantes de la carrera de ingeniería industrial, en el que se encontró, que la aplicación de este modelo didáctico de enseñanza aprendizaje promueve a que el aprendizaje de las ciencias se convierta en una experiencia emocionante que fomenta el interés en el campo científico, pues conecta la ciencia con situaciones prácticas que vive el alumno (Pisco et al., 2018). Además de esto, este hecho contribuye a que los estudiantes realicen las actividades por gusto y que su brújula sea la curiosidad.

Por ello, resulta necesario e imprescindible una nueva propuesta de educación activa tal como lo es STEM que invita a que el docente mire la enseñanza de la Física desde situaciones reales con el fin de que los alumnos puedan desarrollar habilidades y competencias significativas que les ayuden a desenvolverse dentro de la sociedad del siglo XXI, pues no se puede seguir educando sin el uso de la tecnología, en contextos aislados y para sociedades pasadas.

Por lo tanto, este estudio se enfocó en el diseño y aplicación de una secuencia didáctica para el aprendizaje del movimiento circular uniformemente variado utilizando la metodología STEM, para posteriormente evaluar los resultados de la aplicación de esta, con respecto al aprendizaje. Para ello, se trabajó en actividades que tienen como principio el aprendizaje por indagación conduciendo a los estudiantes a la búsqueda y síntesis de información con el fin de resolver una situación problemática desde el punto de vista de un ingeniero, matemático o científico y desarrollando a la par los principales conceptos del tópico físico. Luego de que se aplicó la metodología STEM al grupo experimental y se dictaron clases normales del mismo tópico al grupo control, se realizó un post test a los dos grupos para comparar sus estadísticos y posteriormente establecer una conclusión.

## **Marco Teórico**

### **STEM**

El término STEM fue acuñado por el National Science Foundation (NSF) en Estados Unidos alrededor de los años 90, cuyas siglas significan Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, que se refiere al campo profesional que engloba las disciplinas tecnológicas y científicas; sin embargo, se relaciona también con el conjunto de competencias y conocimientos prácticos que deben desarrollarse durante el proceso educativo con el objetivo de que los estudiantes se desenvuelvan de mejor manera en el mundo tecnológico que les rodea (Víctor López Simó et al., 2020).

Por ello, esta es una práctica educativa activa caracterizada por la búsqueda de un aprendizaje significativo, del desarrollo del pensamiento crítico y divergente que otorga a los estudiantes habilidades de confianza y autoeficacia al convertirlos en constructores activos de su aprendizaje por medio del cuestionamiento y la investigación (Yakman & Lee, 2012).

## Habilidades STEM

Según McDonald (2016) dentro de esta nueva metodología de educación se destaca el grupo de habilidades STEM, el cual consiste en identificar e integrar conceptos de las disciplinas STEM para comprender y resolver los problemas de la vida real. Así dentro de este grupo de habilidades están presentes otras cuatro relacionadas con los campos que relaciona STEM, por ello a continuación se describen cada una de estas habilidades.

La habilidad matemática es la capacidad de entender, comprender y emitir juicios de valor sobre la importancia de las matemáticas en la vida real. Dicha habilidad resulta complicada de desarrollar con una práctica pedagógica tradicional o transmisiva. La habilidad científica consiste en la creación de ciudadanos críticos que sean capaces de lidiar con los problemas del mundo tecnológico en el que se desarrollan, conocedores de las diferentes ideas científicas y con juicios de valor basados en pruebas (McDonald, 2016). La habilidad tecnológica en cambio significa el desarrollo de nuevas competencias para desenvolverse efectivamente dentro de la sociedad digital. Esta habilidad permite que los estudiantes sean capaces de investigar, analizar y sintetizar información relevante y verdadera desde el internet, es decir, que desarrollen la capacidad de discernir qué información es real y aporta de forma significativa a sus conocimientos.

## Práctica STEM

Para que se dé una práctica pedagógica STEM adecuada es necesario cambiar la forma de enseñar, así de una enseñanza tradicional y enfocada en el profesor a una activa, de pedagogías centradas en el estudiante, es decir, una pedagogía que apoye y guíe el aprendizaje (Kennedy & Odell, 2014). Dicho enfoque permitirá que el aprendiz por medio del enfrentamiento al problema de su contexto busque la solución a este y durante ese proceso desarrolle habilidades de colaboración, investigación, toma de decisiones lo cual permite que se convierta en un ciudadano crítico y alfabetizado matemáticamente.

Además, en la educación STEM los estudiantes aprenden experimentando, reflexionando, buscando soluciones y resolviendo problemas en grupo, donde deben llegar a consensos, lo cual impulsa sus capacidades comunicativas, críticas y sociales. El desarrollo de habilidades STEM en los estudiantes es muy importante para que puedan desenvolverse en el mundo digital que les rodea y que cada día tiene avances exponenciales (McDonald, 2016). Sin embargo, dichas habilidades no podrán ser desarrolladas sino se cambia el modelo de enseñanza que se maneja en la mayoría de las aulas, siendo muchas veces unas prácticas



pedagógicas aisladas del contexto real, alejadas del reto de solucionar problemas y sobre todo de la tecnología, la cual por la falta de recursos económicos no es una herramienta importante dentro del aula.

Existen las siguientes dimensiones que son comunes a todas las disciplinas STEM. El primero denominado experimentación con recursos tecnológicos y naturales por medio de la observación, recolección y análisis de datos, el segundo construcción de modelos científicos, matemáticos y la manipulación de conceptos abstractos por medio de representaciones virtuales y comunicación; el tercero análisis de soluciones científicas, matemáticas y tecnológicas, así como su evaluación y criticidad de ideas (Victor López Simó et al., 2020).

Las dimensiones antes descritas conducen a que las actividades STEM que se diseñen cumplan con motivar a la experimentación, planteamiento de hipótesis, investigación, recolección de datos, construcción de esquemas, búsqueda de soluciones científicas, interacción con la tecnología y toma de decisiones, pues estas son características propias del aprendizaje activo, que ocurre cuando se despierta la curiosidad de los estudiantes con el fin de que puedan resolver problemas inherentes a un proyecto (Christie & de Graaff, 2017). Así pues, este tipo de características permiten que se produzcan niveles de comprensión y retención de conocimientos de manera significativa y real.

### **Niveles de integración de la práctica STEM**

STEM posee tres niveles de integración, siendo el nivel cero la enseñanza disciplinar, la cual radica en el aprendizaje de conocimientos de cada disciplina en particular sin sus conexiones. El primer nivel corresponde al multidisciplinar, en el que se abordan conceptos de un mismo tema en común, pero de manera separada en cada asignatura. El segundo nivel sería el interdisciplinar, en el que se aprenden destrezas de más de una disciplina, pero conectadas, es decir, éstas interactúan. Por último, estaría el tercer nivel, que corresponde al transdisciplinar o integrado que agrupa a todas las disciplinas de forma transversal donde se resuelven problemas que requieren la interconexión de dos o más disciplinas, lo cual permite que los estudiantes amplíen sus conocimientos de las asignaturas involucradas (González, 2018).

Estos niveles de integración constituyen una guía para el diseño de actividades STEM y muestran cómo se produce el aprendizaje de los contenidos en esta nueva metodología, puesto que los estudiantes realizan conexiones entre los conocimientos que tienen de una asignatura con otras. Con esto se produce un aprendizaje enfocado en el conocimiento, en lo que se desea que los estudiantes desarrollen y en las habilidades que han de adquirir.

### **Aprendizaje**

El aprendizaje es un proceso consciente de apropiación de los contenidos mediante la interacción entre los sujetos implicados (docente-estudiante-comunidad) y las formas de conocer basadas en la experiencia, con la finalidad de que se produzca el crecimiento



personal, educativo o profesional (Betancourt et al., 2020). Dicho proceso resulta de la interacción entre el docente y el estudiante, donde se busca que la guía y/o consejos del docente permitan que el estudiante se apropie de saberes interiorizándolos para sí mismos y buscándoles una aplicabilidad en su realidad.

### **Aprendizaje basado en la indagación**

Es un término que se refiere a las estrategias pedagógicas activas guiadas por actividades de investigación, es decir es una metodología que recrea un proceso de investigación (Tecpan & Hernández-Silva, 2017). Este tipo de aprendizaje permite que los estudiantes desarrollen habilidades propias de un investigador tales como: formulación de preguntas, análisis de evidencias, resolución de problemas, interpretación de datos, formulación de explicaciones y argumentos, etc.

Dicho aprendizaje es muy utilizado en las disciplinas STEM debido a que permiten que los estudiantes participen en actividades reales y significativas donde conocen el valor de lo que aprenden con la utilidad en sus futuras profesiones y en su vida real (McDonald, 2016). Es importante acotar que las actividades STEM enfrentan a los estudiantes a situaciones reales que deben ser solucionadas desde el punto de vista de un ingeniero o científico quienes por medio de la investigación encontrarán la solución, lo cual incentiva a que en el estudiante se produzcan procesos de construcción del conocimiento, reflexiones y aprendizajes profundos.

### **Estilos de aprendizaje**

Es sabido que los seres humanos aprenden de diferentes formas y que el proceso de la información se da de distintas maneras dentro del cerebro, tal es así que cada uno tiene un estilo de aprendizaje definido según el cual aprende de mejor manera. Así pues, el estilo de aprendizaje es la preferencia que tienen los estudiantes hacia la aplicación de ciertas estrategias para aprender o crear nuevos conocimientos (Betancourt et al., 2020). Esto significa que los estilos de aprendizaje influyen de sobremanera en la capacidad de los estudiantes para aprender y desarrollar habilidades puesto que implica procesos cognitivos y las formas en las que se interacciona con el conocimiento.

Además, los estilos de aprendizaje están muy ligados con la forma de pensar, construir contenidos, búsqueda de soluciones, resolución de problemas y el análisis de la información y comprensión de la misma (Quintanal Pérez, 2013). Por ello, el estudio de este tópico es de vital importancia para comprender cómo se produce el aprendizaje de la ciencia y según eso poder mejorar o encaminar a los estudiantes hacia la mejora de sus estilos propios.

Es importante decir que los estilos de aprendizaje pueden ser modificados puesto que la forma en la que el docente presenta la asignatura a tratar, las actividades que realizan en el aula conducen a que los estudiantes aprendan de cierta manera con lo que van adoptando el estilo de aprendizaje del docente (Ramírez, 2003). Aunado a esto, el estilo de aprendizaje del docente está creado desde la forma en la que él hubiera querido que le enseñen, por ello este

estilo puede favorecer a algunos estudiantes que utilizan el mismo estilo del docente para aprender, pero dificultar el proceso de aprendizaje para otros.

Otro de los aspectos que influye en los estilos de aprendizaje es el espacio escolar puesto que este ofrece oportunidades o experiencias que no son las mismas en otro contexto escolar (García, 2017). Así pues, la educación en una institución particular motivará más un estilo de aprendizaje pragmático que en una institución pública debido a la falta de laboratorios e instrumental para experimentar.

### **Dificultades en el aprendizaje de la Física**

La mayoría de los estudiantes poseen antecedentes deficientes en habilidades y procedimientos matemáticos que vienen desde grados inferiores (Gutulo & Tekello, 2015). Esto junto con la poca capacidad de los estudiantes para razonar sobre los problemas planteados provoca que exista una serie de inconvenientes al momento de resolver problemas de física, pues el razonamiento es una de las habilidades necesarias para comprender el contexto de la situación y así poder dar solución a esta. Además, la aplicación de contenidos matemáticos es imprescindible en física ya que por medio de esto se logrará obtener resultados.

Aunado a esto, otra de las razones por las que a los estudiantes se les hace difícil comprender las ciencias es la percepción y la falta de interés que presentan hacia esta (McDonald, 2016). Esto puede relacionarse directamente con la forma de enseñar los conocimientos, las actividades y/o ejercicios que se realizan en aula, los contenidos por impartir, la deshumanización del estudiante siendo visto como un ser que tiene que aprender tales tópicos sin considerar sus intereses; y por último la no conexión con la utilidad de lo que aprenden en aula con su vida real.

Un factor importante que influye en el interés de los estudiantes por la ciencia es la práctica pedagógica. Dichas prácticas que en su gran mayoría están centradas en el maestro, en el contenido y en la preparación para una élite académica que pueda responder de manera automática a los exámenes de admisión de universidades (Krapp & Prenzel, 2011). Por ello, para cambiar estas percepciones es necesario analizar desde la forma en la que se preparan los docentes para impartir clases hasta ahondar en las prácticas pedagógicas que aplican en el aula para desarrollar conocimientos científicos.

Otro factor importante para la desmotivación radica en la transición que hay de la escuela al colegio debido a que el cambio de ambiente de aprendizaje es notorio, pues en el colegio se enseña de una forma más metódica (McDonald, 2016). La diferencia radica en que el aprendizaje en la escuela está enfocado en motivar, experimentar y fomentar el interés hacia las ciencias, mientras que, en el colegio el aprendizaje se remite a conocer temas y poder solucionar problemas.

Otro de los problemas recae en que la enseñanza de la física se centra en la resolución de ejercicios o problemas por lo que, mientras más ejercicios se resuelvan mayor será el conocimiento (Hernandez et al., 2014). Todo esto conlleva a que la medición del aprendizaje de esta ciencia se base en las habilidades que desarrollan los estudiantes para resolver ejercicios, perdiendo significancia el hecho de comprender los conceptos físicos y su utilidad para el desarrollo del mundo real.

Por último, es importante tener presente que el aprendizaje es un proceso del estudiante y que el conocimiento de física se crea y se construye, pero no se puede aprenderlo, es decir, sin la ayuda de la investigación, creación de hipótesis, preguntas, observación y experimentación resultará complicado que los estudiantes construyan su aprendizaje.

## Material y métodos

### Estrategia Didáctica

De acuerdo a las características de las actividades STEM se han diseñado una serie de clases que permiten que los estudiantes aprendan el tópico de movimiento circular uniformemente variado por medio de la investigación, experimentación y resolución de problemas. A continuación, se describen las actividades que se realizaron.

#### Clase 1: Introducción al tema

A modo de introducción al tema en el momento de la activación se procede a cuestionar a los estudiantes las siguientes preguntas:

- ¿Qué tienen en común un tornado, las manecillas de un reloj y las aspas de un molino?
- Describe ¿qué sucede con los objetos dentro de un tornado?

Posterior a esto, se realiza una socialización con las respuestas de todos los estudiantes y por medio de un conversatorio se guía la construcción del título del tema. Luego, se solicita a los estudiantes que en parejas investiguen 10 ejemplos de la vida real que utilicen el movimiento circular uniformemente variado, además de que se les entrega a cada una de las parejas 2 parámetros importantes de este movimiento tales como: velocidad angular, aceleración centrípeta, desplazamiento angular, etc, con el fin de que expliquen el concepto a sus compañeros por medio de la respuesta a la pregunta ¿en qué objetos o en qué situación se puede observar el parámetro designado?. Posterior a esto, el docente procede a reafirmar o redireccionar las explicaciones de los alumnos por medio de algunas preguntas o de ser el caso puede realizar una explicación.

#### Clase 2: Exploración



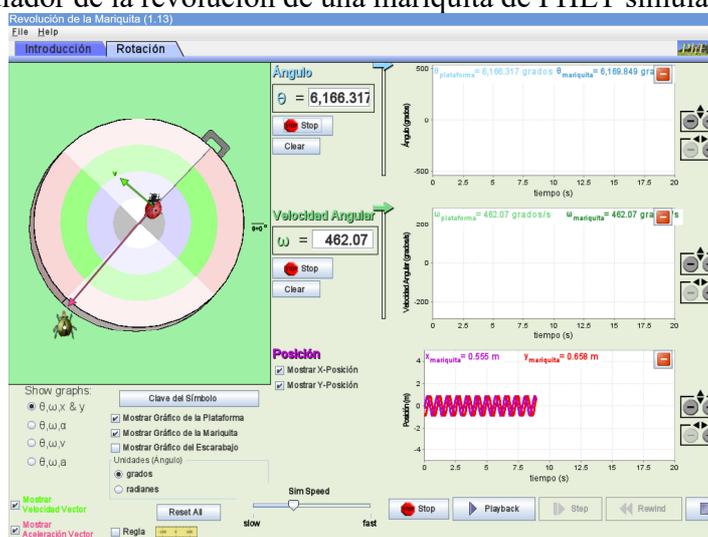
Los estudiantes en parejas experimentan en el simulador de la Universidad de Colorado donde van variando la velocidad angular del disco para posteriormente contestar las siguientes preguntas y realizar una discusión entre los estudiantes con la guía del docente (ver Figura 1). Además de ir observando las gráficas que se presentan tanto para la velocidad lineal, angular y para la aceleración angular.

¿La trayectoria de la posición y tiempo de la mariquita y el escarabajo es la misma?

¿Los dos insectos se mueven al mismo ritmo?

¿Depende de algún parámetro la velocidad lineal de los dos insectos?

**Figura 1**  
Simulador de la revolución de una mariquita de PHET simulaciones



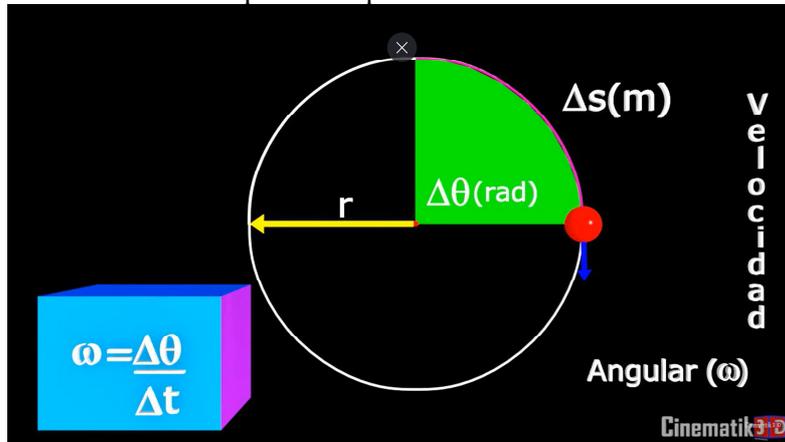
Fuente:

[https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/rotation/latest/rotation.html?simulation=rotation&locale=es\\_PE](https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/rotation/latest/rotation.html?simulation=rotation&locale=es_PE)

En base a la discusión anterior, el docente explica las respuestas a las preguntas planteadas utilizando vídeos para que los estudiantes descubran si sus respuestas eran verdaderas o no, reforzando así sus conocimientos (ver Figura 2).

**Figura 2**

Vídeo utilizado para la explicación de la velocidad lineal



Fuente: [Cinemática 3D: Velocidad Angular y Lineal \(youtube.com\)](https://www.youtube.com/watch?v=...)

Clase 3: Aplicación al contexto

Los estudiantes realizan una práctica casera utilizando una licuadora donde deberán ir cambiando la velocidad luego de un tiempo determinado, para que comprendan cómo se produce en la realidad la aceleración angular. Mientras que, en aula ellos podrán observar el sistema de engranaje y cómo se produce el cambio de velocidades por medio de la explicación y guía del docente.

Posterior a esto, se encomienda a los estudiantes que en grupos de 4 personas diseñen una rueda de transbordadores utilizando los 5 pasos (preguntar, imaginar, planear, crear, mejorar) de un proceso de diseño ingenieril (Hester & Cunningham, 2007) y con las características lo más reales posibles (ver Figura 3).

**Figura 3**

Rueda de transbordadores realizada por un grupo de estudiantes



Fuente: Elaboración propia

#### Clase 4: Evaluación

En base al diseño realizado, los estudiantes contestan 5 preguntas relacionadas al cálculo de la velocidad angular, periodo, frecuencia, aceleración angular y velocidad lineal.

### Experimento

El diseño de investigación empleado corresponde al experimental con enfoque mixto debido a la manipulación de la variable independiente con el fin de observar qué sucede con la variable dependiente (Palella y Martins, 2012). Por lo que, en esta investigación el grupo experimental desarrolló el Movimiento Circular Uniformemente Variado utilizando la metodología STEM (variable independiente) con el fin de observar si existen cambios en los aprendizajes de los contenidos físicos (variable dependiente). Por lo tanto, se trabajó con un grupo control al cual no se le aplicó ninguna metodología distinta a la práctica pedagógica normal que usa el docente de física para enseñar, este trabajo se realizó durante los meses de marzo-abril del 2023.

La población fueron tres cursos de segundo de bachillerato de la Unidad Educativa Particular Interandino de la ciudad de Cuenca con un total de 51 estudiantes, así que para la selección de la muestra se ha utilizado el tipo de muestreo no probabilístico intencional trabajándose con dos cursos de los segundos de bachillerato de los tres existentes. Dichos dos cursos A y C están conformados por un total de 34 estudiantes con cantidades iguales y los paralelos mencionados han sido escogidos de manera aleatoria, siendo uno de ellos el grupo control el paralelo A y el grupo experimental el paralelo C. Es importante mencionar que se han escogido estos cursos debido a que tienen dentro de su currículo el tema descrito en este trabajo, además debido a que uno de los autores de este proyecto dictaba la asignatura de Física a estos dos cursos.

Los estudiantes del segundo de bachillerato “A” recibieron las clases de Física de manera normal, es decir, por medio de la introducción de conceptos, explicación y resolución de ejercicios, mientras que a los estudiantes del segundo de bachillerato “B” recibieron la misma temática, pero con la introducción de actividades STEM.

En diversas investigaciones relacionadas a la metodología STEM y su influencia dentro del campo educativo se ha utilizado pretest y post test con el fin de conocer la existencia de cambios luego de la leve manipulación de alguna variable investigativa (Eshetu & Assefa, 2019). Así mismo, para este trabajo se ha tomado como instrumento de recolección de datos el pretest y el post test para ser aplicado a los dos grupos; el primero el grupo control y el segundo el grupo experimental. El pretest consta de un cuestionario con 6 preguntas entre abiertas y cerradas que están orientadas a indagar el nivel de conocimientos que poseen los estudiantes de los dos grupos experimental y control sobre el tema Movimiento Circular

Uniformemente Variado. Mientras que, el post test fue aplicado luego de que el grupo experimental abordará la temática por medio de la metodología STEM con el fin de evaluar si el aprendizaje de los conocimientos de Física mejora luego de la introducción de esta metodología, dicho instrumento posee 6 preguntas que están encaminadas a indagar la comprensión de ciertos fenómenos como la velocidad angular, aceleración centrípeta, velocidad lineal y a realizar cálculos de algunos parámetros circulares.

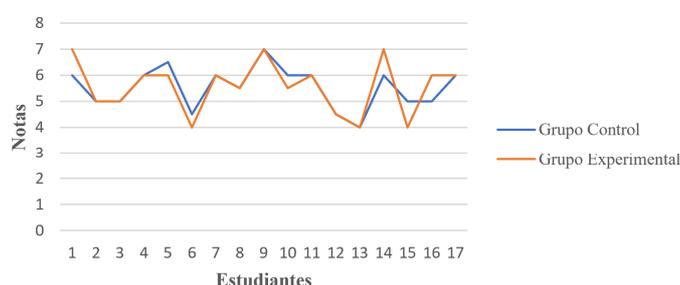
Además, se aplicó una encuesta de valoración de la metodología aplicada utilizando un cuestionario con 4 preguntas relacionadas a las actividades que les gustaron, las que no, los beneficios de aplicar STEM y si les gustaría participar en otra actividad igual. Todos los instrumentos utilizados para la evaluación están disponibles en Google Drive (Chávez, E. 2023). La recopilación de los datos permitió que se analice si los estudiantes eran capaces de definir con sus palabras algunos parámetros físicos, realizar cálculos y resolver problemas desde un conocimiento significativo, es decir, que las respuestas que escribían resultaban con sus palabras y no simples conceptos memorizados, con lo cual se podría conocer si el hecho de introducir una metodología diferente a la acostumbrada lograba realizar un cambio en el aprendizaje de los parámetros del Movimiento Circular Uniformemente Variado.

## Resultados

Los datos recopilados se organizaron en una hoja de Excel, así con las calificaciones obtenidas del pretest se aplicó el estimador de Kolmogorov Smirnov con un nivel de significancia del 0,05 para obtener la uniformidad de las dos muestras utilizadas, mientras que, para el post test se utilizó la prueba T Student.

**Figura 4**

Notas de los dos grupos de estudiantes investigados (control y experimental) luego de la aplicación del pretest.



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la figura 4, se puede observar que las calificaciones del pretest entre sí no difieren en valores amplios, también, en la tabla 1 se evidencia que la media aritmética del

grupo control es mayor con 0.03 al experimental, lo cual no representa una diferencia significativa y que las demás medidas de tendencia central (mediana y moda) tienen un valor igual en los dos grupos, lo cual permite demostrar que son grupos homogéneos. Además, al aplicar el estimador de Kolmogorov Smirnov se puede comprobar la uniformidad de las dos muestras tanto experimental como la de control debido a que el valor del estimador resulta ser menor que el nivel de significación de contraste, lo que se traduce en que los dos grupos poseen conocimientos similares relacionados al movimiento circular uniforme variado antes de que se realice la investigación.

**Tabla 1**

Estimador de Kolmogorov Smirnov del pre test de los grupos control y experimental

	<b>Grupo Control</b>	<b>Grupo Experimental</b>
Estimador de Kolmogorov Smirnov	0,129585	0,092619
Grados de libertad	17	17
Nivel de significancia de 0,05	0,318	0,318
Comprobar prueba de uniformidad	Se acepta	Se acepta

Por otro lado, uno de los parámetros que permite conocer si las muestras pertenecen a una distribución normal es el valor de Curtosis el cual es negativo en todos los escenarios, con lo que se concluye que los dos grupos investigados pertenecen a una distribución normal y por ende se ve necesario la aplicación de la prueba T student para analizar los datos obtenidos luego del post test.

**Tabla 2**

Parámetros estadísticos del grupo control y experimental luego de la aplicación del pretest

<b>Parámetros</b>	<b>Grupo Control</b>	<b>Grupo Experimental</b>
Media	5,588235294	5,58823529
Error Típico	0,211069119	0,245856669
Mediana	6	6
Moda	6	6
Desviación Estándar	0,870260272	1,013693015
Varianza de la muestra	0,757352941	1,027573529
Curtosis	-0,726900341	-0,868301661
Coefficiente de asimetría	-0,063868852	-0,231534426
Rango	3	3
Mínimo	4	4
Máximo	7	7

La tabla 3 muestra un resumen de los parámetros estadísticos de los dos grupos control y experimental una vez aplicada la metodología STEM, es decir, una vez aplicado el post test; así se observa que el grupo experimental posee una media elevada en 3 puntos con respecto

a la media obtenida en el pretest, lo cual significa que la metodología aplicada influye en el desempeño de los estudiantes. Además, al comparar la media del pretest con la del post test del grupo control, se observa que ha mejorado, pero en 0,71 puntos lo que no representa un cambio significativo. Otro de los parámetros comparados es la moda la cual en el grupo control es de 7, mientras que, en el grupo experimental es de 9 teniéndose 2 puntos de diferencia.

**Tabla 3**

Parámetros estadísticos del grupo control y experimental luego de la aplicación del post test

Parámetros	Grupo Control	Grupo Experimental
Media	6,294117647	8,55882353
Error Típico	0,40687751	0,20952657
Mediana	6	8,5
Moda	7	9
Desviación Estándar	1,677598949	0,86390018
Varianza de la muestra	2,814338235	0,74632353
Curtosis	0,191323222	-0,6469904
Coefficiente de asimetría	0,496378297	0,0427663
Rango	6	3
Mínimo	4	7
Máximo	10	10

Una vez que se ha comprobado que las muestras siguen una distribución normal se procede a aplicar la prueba de T student para evaluar las notas obtenidas luego de la aplicación del post test. La tabla 4 muestra las diferencias de la media de los dos grupos tanto experimental como de control. El valor de t es de -4,9484 y el nivel de confianza está entre -2,037 y 2,037, con lo que se puede observar que el valor de t no está dentro del intervalo de confianza lo que implica el rechazo de la hipótesis nula. Otra forma de reafirmar este hecho, es por medio del valor de p el cual es de 2,30E-05 que representa un valor inferior a 0,05 por lo que la hipótesis nula referida a que no existen diferencias significativas entre los dos grupos es rechazada aceptándose la hipótesis de que existen diferencias significativas entre los dos grupos. Por todo lo antes expuesto se concluye que la metodología STEM es efectiva en comparación con el proceso tradicional de aprendizaje, implicando una mejora en el desempeño académico de los estudiantes.

Hipótesis

H<sub>0</sub>: No existen diferencias significativas entre los dos grupos control y experimental luego de la aplicación del post test.

H<sub>1</sub>: Existen diferencias significativas entre los dos grupos control y experimental luego de la



aplicación del post test.

**Tabla 4**

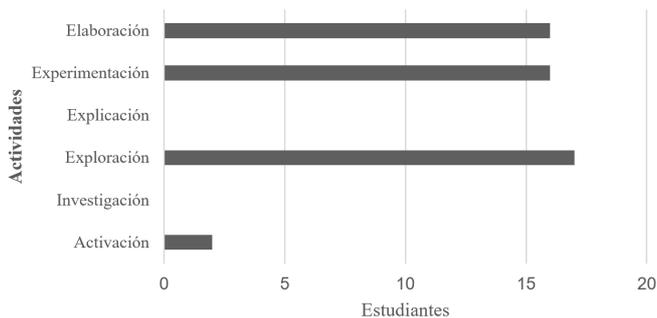
Puntuaciones promedio y prueba T Student de diferencias de medias del post test de los grupos control y experimental

Parámetros	Grupo Control	Grupo Experimental
Media	6,294117647	8,558823529
Varianza	2,814338235	0,746323529
Observaciones	17	17
Coefficiente de correlación d	1,780330882	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	32	
Estadístico t	-4,948469619	
P(T<=t) una cola	1,15406E-05	
Valor crítico de t (una cola)	1,693888748	
P(T<=t) dos colas	2,30811E-05	
Valor crítico de t (dos colas)	2,036933343	

Para finalizar, se analizó la información introducida en la encuesta de valoración obteniéndose los siguientes resultados; en la pregunta relacionada a las actividades que más les gustaron se observa que al 100% de los estudiantes les agrada la actividad de exploración, al 94,1% les agrada el proceso de experimentación y la elaboración de la rueda de transbordadores.

**Figura 5**

Actividades que más les gustaron a los estudiantes del grupo experimental



Fuente: Elaboración propia

En relación a la pregunta dos referida a las actividades que no les gustaron, la mayoría coincide que fue la parte investigativa debido a que tenían que leer bastante o en algunos casos no comprendían el concepto en sí para explicarlo con sus propias palabras lo que los

llevaba a seguir investigando; en relación a la pregunta 3 relacionada con los beneficios de esta metodología, se observa que la mayor parte de estudiantes expresan que les sirvió para comprender de manera real como se produce el movimiento circular uniformemente variado por medio de objetos de la vida real y que aprendieron no solo a resolver problemas sino también a explicar conceptos. Con respecto a la última pregunta que cuestionaba si volverían a participar en otra actividad como esta, todos los estudiantes responden que sí, traduciéndose esto como un gusto por el tipo de actividades planificadas.

## Discusión

El aprendizaje de la Física representa un desafío para la mayor parte de estudiantes debido a la complejidad o abstracción de algunos conceptos, lo cual se ve reflejado en su rendimiento académico (Ferreira-Bautista & Rodríguez, 2011). Además, el uso continuo de clases magistrales sin experimentación limita la comprensión del fenómeno físico como tal relegándolo a una simple resolución de problemas por medio de la aplicación de un conjunto de fórmulas matemáticas.

Luego de la aplicación de las actividades STEM se observa que el grupo experimental posee mejores calificaciones en el post test teniendo un valor de 2 puntos más que el grupo control con respecto a las medias, lo cual afirma que el uso de actividades STEM constituyen una estrategia efectiva para la enseñanza del tópico de movimiento circular uniformemente variado. Además, al momento de analizar la respuesta a las explicaciones de los parámetros circulares cuestionados se observa que los estudiantes del grupo control tenían conceptos más claros y los podían explicar por medio de situaciones reales lo cual no ocurría con el grupo control, esto significa que el enfrentamiento a actividades experimentales contribuye a una mejor comprensión del fenómeno como tal. Esto es corroborado en un estudio realizado por Ferreira-Bautista & Rodríguez (2011) el cual comparó el rendimiento del grupo control (n=15) y el grupo experimental (n=18) luego de la aplicación de actividades experimentales para que comprendan tópicos de Física, así se observó que el 43% de los estudiantes del grupo experimental obtuvieron un nivel de comprensión conceptual mucho más alto que el obtenido en la pre prueba y superior al rendimiento de los estudiantes del grupo control.

Aunado a esto, otra de las investigaciones que reafirma este hecho es el trabajo realizado por Sierra et al. (2019) en el que se implementó la metodología STEAM y ABP en la enseñanza de la física mediante Arduino teniéndose como resultado que la adquisición del conocimiento es más duradero y una mejora en la comprensión de la parte conceptual de los fenómenos físicos lo cual se reflejó en los resultados de los exámenes finales donde la mayor parte de estudiantes contestaron bien. Así mismo, un estudio realizado por Pisco et al. (2018) referido al modelo STEM como recurso metodológico para la construcción de conocimiento crítico en estudiantes de Física con una muestra de 47 estudiantes de la Universidad de Guayaquil concluye que entre el 87,2% al 99% de los estudiantes coinciden que luego de la aplicación



del modelo STEM han obtenido mejoras en sus destrezas cognitivas, tanto para la resolución de problemas como para plantear soluciones de manera creativa.

Otro de los hallazgos que impactan fue el hecho de que los estudiantes no están acostumbrados a investigar debido a que la mayoría de los estudiantes encuestados respondieron que no les gustó del todo investigar porque en varias ocasiones no confiaban o no comprendían lo que encontraban y eso los llevaba a seguir investigando, sin embargo este aspecto también se ve reflejado en una investigación realizada por Fonseca-factos (2022) utilizando el enfoque STEM y el aprendizaje basado en proyectos para la enseñanza de la Física con un grupo de 197 estudiantes, donde se encontró que un reducido porcentaje del 37,1% de alumnos recurren a fuentes de investigación confiables lo cual concluye en una escasa formación en fundamentos de investigación, la cual debe ser fomentada por medio de la creación de más proyectos y el enfrentamiento de los estudiantes a retos que los lleven a recopilar información fidedigna.

Otro aspecto importante que se encuentra luego de la encuesta a los estudiantes es que la parte de la experimentación por medio de simuladores les resultó una experiencia gratificante tanto que el 94,1% lo afirma, así mismo en el estudio de Fonseca-factos (2022) se observa que el 81,8% de los 11 docentes investigados afirman que el uso de la tecnología favorece la comprensión de fenómenos físicos y motiva al estudiantado. Así también lo hacen los estudiantes del estudio realizado por Pisco et al. (2018) donde se encuentra que el 92,3% de los participantes consideran que el proceso de experimentación les ayudó a mejorar sus destrezas y comprender los contenidos de mejor manera. Para finalizar, un estudio realizado por Yunzal, Jr. & Casinillo (2020) confirma este hecho ya que se obtuvo una mejora en la comprensión de los parámetros de la física de los estudiantes del grupo experimental (n=32) luego de la introducción de simuladores, así pues la media difería en 0,27 con respecto al grupo control(n=40).

Con todo esto, se observa que la implementación de actividades STEM son beneficiosas para el desarrollo de tópicos físicos promoviendo la comprensión de los fenómenos de una manera más real, sin embargo, son pocos los trabajos que se tienen en cuanto a literatura en español, lo cual abre una gama de oportunidades para incursionar en esta nueva metodología que está en desarrollo (García-Fuentes et al., 2023).

## Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos luego de la aplicación del post test se concluye que la introducción de nuevas metodologías activas de enseñanza, en este caso STEM produce un cambio significativo en el desempeño de los estudiantes, en sí en su apropiación del fenómeno físico. Puesto que, al comparar las respuestas de las preguntas abiertas que involucran la descripción de los fenómenos físicos se evidenció que las descripciones de los



estudiantes del grupo experimental fueron más detalladas, lo cual significa que lograron una abstracción del concepto al punto de relacionarlo con objetos de su vida cotidiana y poder describir la situación con sus propias palabras, mientras que, las descripciones del grupo control fueron escasas y en muchas ocasiones se remitían a escribir conceptos preestablecidos. Por lo tanto, se recalca que el aprendizaje del tópico de Movimiento Circular Uniformemente Variado desde otro punto de vista como lo es el de la metodología STEM contribuye a la mejora en la construcción y concepción de conocimientos debido a que los estudiantes abordan la asignatura desde la experiencia invitándolos a que se cuestionen una serie de procesos o fenómenos para lograr la creación del objeto encomendado y es justo ahí donde experimentan la física en la realidad, lo cual reafirma los resultados obtenidos en un estudio relacionado al tema (Bogdan Toma & Greca, 2017). Todo esto permite afirmar que, con solo el cambio de la forma de enseñar, se pueden ver cambios en el aprendizaje de los estudiantes.

Para finalizar, durante la aplicación de las actividades planteadas en la metodología se observa que los estudiantes disfrutaron cada una de estas y así lo expresaron de manera verbal al docente y también lo dejaron plasmado en las respuestas de la encuesta realizada, así pues, se puede afirmar que la introducción de actividades donde los discentes son los protagonistas es muy enriquecedora contribuyendo a captar su interés y comprometiéndolos en el proceso de aprendizaje. Este hallazgo lo corrobora un estudio (Wahyuningsih et al., 2020) que afirma que las actividades STEM favorecen a que los estudiantes sean más activos y puedan tomar decisiones que permitan incrementar su confianza en sí mismos; además cada uno de los productos presentados fueron novedosos y muy bien trabajados demostrando la unión y el trabajo en equipo. En futuras investigaciones se recomienda que se aplique esta metodología con la ayuda de 2 o más áreas para facilitar el trabajo interdisciplinar y que se continúe diseñando actividades que permitan que los estudiantes observen la ciencia como algo que es abordable desde el contexto real y que ofrece experiencias emocionantes y no aburridas o teóricas, además de que se motiva a los investigadores a diseñar actividades STEM y ahondar en esta nueva metodología.

### Referencias bibliográficas

- Bertrand, M. G., & Namukasa, I. K. (2020). STEAM education: student learning and transferable skills. *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning*, 13(1), 43-56. <https://doi.org/10.1108/jrit-01-2020-0003>
- Betancourt, L., Cruz, M., & Olaya, J. (2020). Dimensiones del proceso de enseñanza – aprendizaje para la formación profesional. *Revista Educar desde la Ciencia*, 19(2).
- Bogdan Toma, R., & Greca, I. M. (2017). Modelo interdisciplinar de educación STEM para la etapa de Educación Primaria. *La enseñanza de las ciencias en el actual contexto educativo*, 2008, 391-396.  
[https://www.researchgate.net/publication/303919928\\_Modelo\\_interdisciplinar\\_de\\_educacion\\_STEM\\_para\\_la\\_etapa\\_de\\_Educacion\\_Primaria](https://www.researchgate.net/publication/303919928_Modelo_interdisciplinar_de_educacion_STEM_para_la_etapa_de_Educacion_Primaria)



- Cardozo Galeano, G. D., Hernández Arteaga, I., Vargas Cañizales, D. C., & Constanza García, A. (2018). Factores del contexto que influyen en las dificultades de aprendizaje. *Plumilla Educativa*, 21(1), 59-79.  
<https://doi.org/10.30554/plumillaedu.21.2975.2018>
- Chavez, E. (2023). Actividad STEM e instrumentos de evaluación para enseñar MCUV. Recuperado de [https://docs.google.com/document/d/1Y-AXtRkdpc4s9sQyGZzC8Fn7\\_XmBaPV/edit?usp=sharing&oid=112169868035520954332&rtpof=true&sd=true](https://docs.google.com/document/d/1Y-AXtRkdpc4s9sQyGZzC8Fn7_XmBaPV/edit?usp=sharing&oid=112169868035520954332&rtpof=true&sd=true)
- Christie, M., & de Graaff, E. (2017). The philosophical and pedagogical underpinnings of Active Learning in Engineering Education. *European Journal of Engineering Education*, 42(1), 5-16. <https://doi.org/10.1080/03043797.2016.1254160>
- Eshetu, F., & Assefa, S. (2019). Effects of context-based instructional approaches on students' problem-solving skills in rotational motion. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(2). <https://doi.org/10.29333/ejmste/102283>
- Ferreira-Bautista, J., & Rodríguez, R. (2011). Efectividad de las actividades experimentales demostrativas como estrategia de enseñanza para la comprensión conceptual de la tercera ley de Newton en los estudiantes de fundamentos de Física del IPC. *Revista de Investigación*, 35(73), 61-84.
- Fonseca-factos, A. (2022). Enfoque STEM y aprendizaje basado en proyectos para la enseñanza de la física en educación secundaria. *Novasinerгия Revista Digital De Ciencia, Ingeniería Y Tecnología*, 5(2), 90-105. <https://doi.org/10.37135/ns.01.10.06>
- García-Fuentes, O., Raposo-Rivas, M., & Martínez-Figueira, M. E. (2023). STEAM education: review of literature. *Revista Complutense de Educacion*, 34(1), 191-202. <https://doi.org/10.5209/rced.77261>
- García, T. (2017). Estilos de aprendizaje y Modelo Educativo. *Cuadernos del colegio*, 9, 17-36.  
[http://memoria.cch.unam.mx/tmp/pdfarticulo/286/NNC09\\_02\\_TGC\\_1503118572.pdf](http://memoria.cch.unam.mx/tmp/pdfarticulo/286/NNC09_02_TGC_1503118572.pdf)
- González, B. (2018). Diseño de actividades STEM en secundaria: Una apuesta Volcánica. 152. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/32180/TFM-G853.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gutulo, S. G., & Tekello, K. O. (2015). Problems in the teaching and learning of physics in the secondary and preparatory schools, the cases of Wolaita and Dwuro zones. *Global Journal of Human Social Science (G)*, 15(7), 1-5.
- Hernandez, C., Ravn, O., & Forero-Shelton, M. (2014). Challenges in a Physics Course: Introducing Student-Centred Activities for Increased Learning. *Journal of University Teaching and Learning Practice*, 11(2), 104-120. <https://doi.org/10.53761/1.11.2.8>
- Hester, K., & Cunningham, C. (2007). Engineering is elementary: An engineering and technology curriculum for children. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*, April. <https://doi.org/10.18260/1-2--1469>
- Kennedy, T. J., & Odell, M. R. L. (2014). Engaging Students In STEM Education. *Science Education International*, 25(3), 246-258.
- Krapp, A., & Prenzel, M. (2011). Research on interest in science: Theories, methods, and findings. *International Journal of Science Education*, 33(1), 27-50.  
<https://doi.org/10.1080/09500693.2010.518645>
- López Simó, Victor, Couso Lagarón, D., & Simarro Rodríguez, C. (2020). Educación STEM en y para el mundo digital. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 20(62). <https://doi.org/10.6018/red.410011>



- López Simó, Víctor, Couso Lagarón, D., & Simarro Rodríguez, C. (2020). Educación STEM en y para un mundo digital: el papel de las herramientas digitales en el desempeño de prácticas científicas, ingenieriles y matemáticas. 20.
- McDonald, C. V. (2016). STEM Education: A review of the contribution of the disciplines of science, technology, engineering and mathematics. *Science Education International*, 27(4), 530-569.
- Paella, S., y Martins, F. (2012). Metodología de la Investigación Cuantitativa. FEDUPEL
- Pisco, C., Magdalena, S., Tania, C. V., José, H. C., & Diógenes, D. J. (2018). El modelo STEM como recurso metodológico didáctico para construir el conocimiento científico crítico de estudiantes de Física. Uma revisão da literatura em publicações de 2010 a 2016 sobre o ensino de conceitos fundamentais de Mecânica Quântica, 12(2), 6.
- Quintanal Pérez, F. (2013). Los cinco problemas en la enseñanza de la física experimental. Felipe edmetic, 2(2). [http://les.edu.uy/fisica/doc/Física-Di-Laccio/Los\\_cinco\\_problemas\\_en\\_la\\_ensenanza\\_de\\_FEXP.pdf](http://les.edu.uy/fisica/doc/Física-Di-Laccio/Los_cinco_problemas_en_la_ensenanza_de_FEXP.pdf)
- Ramírez, D. A. (2003). Física y Matemáticas. 1-30.
- Sánchez Ludeña, E. (2019). La educación STEAM y la cultura «maker». *Padres y Maestros / Journal of Parents and Teachers*, 379, 45-51. <https://doi.org/10.14422/pym.i379.y2019.008>
- Sierra, D. H., Rojas, J. G., & Rojas García, Á. (2019). Implementando las metodologías steam y abp en la enseñanza de la física mediante Arduino Implementing the steam and abp methodologies in the teaching of physics through Arduino. *Memorias de Congresos UTP*, 133-137. <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/memoutp/article/view/2304/3192>
- Soto Calderón, A., Oliveros Ruiz, M. A., & Roa Rivera, R. I. (2022). Curso Taller STEAM para Docentes: una evaluación formativa. *Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento*, 10(24), 1-19. <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2022.24.82377>
- Tecpan, S., & Hernández-Silva, C. (2017). Aprendizaje por indagación para la construcción de arquetipos en física; el caso de un curso para formación de profesores en Chile. *Latin-American Journal of Physics Education*, 11(2), 20.
- Wahyuningsih, S., Nurjanah, N. E., Rasmani, U. E. E., Hafidah, R., Pudyaningtyas, A. R., & Syamsuddin, M. M. (2020). STEAM Learning in Early Childhood Education: A Literature Review. *International Journal of Pedagogy and Teacher Education*, 4(1), 33. <https://doi.org/10.20961/ijpte.v4i1.39855>
- Yakman, G., & Lee, H. (2012). Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S. as a Practical Educational Framework for Korea. *Journal of The Korean Association For Science Education*, 32(6), 1072-1086. <https://doi.org/10.14697/jkase.2012.32.6.1072>
- Yunzal, Jr., A. N., & Casinillo, L. F. (2020). Effect of Physics Education Technology (PhET) Simulations: Evidence from STEM Students' Performance. *Journal of Education Research and Evaluation*, 4(3), 221. <https://doi.org/10.23887/jere.v4i3.27450>
- Zamorano Escalona, T., Garcia Cartagena, Y., & Reyes González, D. (2018). Educación para el sujeto del siglo XXI: principales características del enfoque STEAM desde la mirada educacional. *Contextos: Estudios de Humanidades y Ciencias Sociales*, 41, 1-21. <http://revistas.umce.cl/index.php/contextos/article/view/1395>

**Conflicto de intereses:**

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

**Financiamiento:**

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

**Nota:**

El artículo no es producto de una publicación anterior.