



Universidad
Nacional
de Loja

¹⁸⁵⁹
Universidad Nacional de Loja

Facultad de la Educación, el Arte y la Comunicación

Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales

**Herramienta digital PhET para mejorar el aprendizaje de Mecánica
I de la asignatura de Física en estudiantes de tercero de Bachillerato
General Unificado**

**Trabajo de Integración Curricular,
previo a la obtención del título de
Licenciada en Pedagogía de las
Matemáticas y la Física.**

AUTORA:

Evelyn del Cisne Fernández Criollo

DIRECTOR:

Lic. Fabricio Vladimir Vinces, Mg, Sc.

Loja – Ecuador

2024

Certificación

Loja, 02 de agosto de 2022

Lic. Fabricio Vladimir Vinces Vinces, Mg. Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

C E R T I F I C O:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Herramienta digital PhET para mejorar el aprendizaje de Mecánica I de la asignatura de Física en estudiantes de tercero de Bachillerato General Unificado**, previo a la obtención del título de **Licenciada en Pedagogía de las Matemáticas y la Física**, de autoría de la estudiante **Evelyn del Cisne Fernández Criollo**, con **cédula de identidad Nro. 1104806540**, una vez que el trabajo cumple con las normas del proceso de graduación vigentes en la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa



Lic. Fabricio Vladimir Vinces Vinces, Mg. Sc.

DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Autoría

Yo, **Evelyn del Cisne Fernández Criollo**, declaro ser autora del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular en el Repositorio Digital Institucional - Biblioteca Virtual.

Firma:



Cédula de identidad: 1104806540

Fecha: 02 de diciembre de 2024

Correo electrónico: evelyn.fernandez@unl.edu.ec

Teléfono: 0980042769

Carta de autorización por parte de la autora, para la consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo del Trabajo de Integración Curricular.

Yo, **Evelyn del Cisne Fernández Criollo**, declaro ser autora del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Herramienta digital PhET para mejorar el aprendizaje de Mecánica I de la asignatura de Física en estudiantes de tercero de Bachillerato General Unificado**, como requisito para optar el título de **Licenciada en Pedagogía de las Matemáticas y la Física**; autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja, para que con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Integración Curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, suscribo en la ciudad de Loja, a los dos días del mes de diciembre de dos mil veinticuatro.



Firma:

Autora: Evelyn del Cisne Fernández Criollo

Cédula: 1104806540

Dirección: Loja, UNE Etapa II.

Correo electrónico: evelyn.fernandez@unl.edu.ec

Teléfono: 072724950 **Celular:** 0980042769

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director del Trabajo de Integración Curricular: Lic. Fabricio Vladimir Vines Vines, Mg. Sc.

Dedicatoria

Con profundo cariño y gratitud, dedico este trabajo a mi abuelito, a quien reconozco por desempeñar el papel de padre con dedicación, brindarme su apoyo incondicional y acompañarme tanto en los momentos de triunfo como en aquellos en los que me he sentido derrotada.

A mi madre, quien es el pilar fundamental de mi vida; por estar siempre conmigo y demostrarme su cariño y apoyo incondicional, sin importar las adversidades. A mi abuelita y tía, que han dedicado esfuerzo y esmero en forjarme con cariño y valores sólidos. También a mis tíos, primos y a todos aquellos que, de una u otra manera, han contribuido y estado presentes a lo largo de esta etapa de mi vida.

Evelyn Fernández Criollo

Agradecimiento

Agradezco primeramente a Dios por culminar con éxito esta etapa. A mi familia, por su constante apoyo y los consejos que me han impulsado a seguir adelante. De manera especial a mi madre y abuelos, quienes me han inculcado sólidos valores y han sido mi motivación.

Asimismo, extiendo mi gratitud a mi director del Trabajo de Integración Curricular Lic. Fabricio Vincés, por su dedicación, invaluable ayuda y orientación durante el desarrollo de este trabajo, así como por confiar en mis capacidades. También agradezco a todos los docentes que contribuyeron a mi formación académica a lo largo de mi carrera.

Evelyn Fernández Criollo

Índice de contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenidos	vii
Índice de figuras	viii
Índice de anexos	viii
1. Título	1
2. Resumen	2
Abstract	3
3. Introducción	4
4. Marco Teórico	6
5. Metodología	24
6. Resultados	26
7. Discusión	30
8. Conclusiones	32
9. Recomendaciones	33
10. Bibliografía	34
11. Anexos	39

Índice de figuras

Figura 1. Ciclo de Kolb.....	12
Figura 2. Modelo propuesto por Mishra y Koehler, (2006).....	22
Figura 3. Autores que estudiaron la herramienta digital PhET.....	26
Figura 4. Porcentaje de Investigaciones realizadas	27

Índice de anexos

Anexo 1. Propuesta de mejora.....	39
Anexo 2. Bitácora de Búsqueda	87
Anexo 3. Informe de pertinencia	93
Anexo 4. Designación de director del trabajo de Integración Curricular.....	94
Anexo 5. Certificación de traducción del resumen.....	95

1. Título

Herramienta digital PhET para mejorar el aprendizaje de Mecánica I de la asignatura de Física en estudiantes de tercero de Bachillerato General Unificado.

2. Resumen

Esta investigación se centra en la utilización de la herramienta digital PhET para mejorar el aprendizaje de Mecánica I en estudiantes de Tercero de Bachillerato General Unificado, dentro del marco de la asignatura de Física. El objetivo principal consiste en analizar la eficacia de PhET como recurso didáctico en la enseñanza de Mecánica I. Para alcanzar este propósito, se emplea un enfoque cualitativo no experimental en un estudio documental, respaldado por un referente teórico y empírico que se basa en la herramienta PhET para la enseñanza de la Física. El diseño de la investigación incorpora bitácoras de búsqueda, fichas bibliográficas y de contenido como instrumentos de investigación; los resultados se basan en el análisis de 25 documentos científicos que resaltan el impacto positivo de la herramienta digital PhET en el aprendizaje de la Física, específicamente en Mecánica I. A partir de estos hallazgos, se propuso una alternativa didáctica. Finalmente se concluyó que esta herramienta emerge como un recurso educativo significativo que tanto docentes como estudiantes pueden integrar de manera trascendental en el proceso educativo.

Palabras clave: Simulador PhET, Física, Aprendizaje Activo, Mecánica I.

Abstract

This research focuses on the use of the digital tool PhET to improve the learning of Mechanics I in third-year students of Unified General Baccalaureate, within the framework of the Physics subject. The main objective is to analyze the effectiveness of PhET as a teaching resource in the teaching of Mechanics I. To achieve this purpose, a non-experimental qualitative approach is used in a documentary study, supported by a theoretical and empirical reference based on the PhET tool for teaching Physics. The research design incorporates search logs, bibliographic and content cards as research instruments; the results are based on the analysis of 25 scientific documents that highlight the positive impact of the PhET digital tool in the learning of Physics, specifically in Mechanics I. Based on these findings, a teaching alternative was proposed. Finally, it was concluded that this tool emerges as a significant educational resource that both teachers and students can integrate in a transcendental way in the educational process.

Keywords: PhET Simulator, Physics, Active Learning, Mechanics I.

3. Introducción

Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) están inmersas en el ámbito educativo desde hace algún tiempo, transformándose en medios útiles para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje, cambiando de un ambiente tradicionalista a uno constructivista, innovador e investigativo. Esta incidencia se ha visto reflejada en investigaciones como la de Vásquez (2017) quien menciona que el uso de las TIC en el aprendizaje facilita la exploración, profundización y análisis del conocimiento a través de diferentes actividades virtuales; o la investigación efectuada por Santander (2021), que determina que los simuladores permiten el desarrollo de múltiples actividades virtuales con el propósito claro de transmitir el contenido de una manera dinámica y clara, de tal forma que el estudiante relacione la teoría con la práctica.

Sin embargo, la implementación de las TIC no se ha visto reflejada de manera significativa en el contexto educativo ecuatoriano, puesto que no todas las instituciones cuentan con los recursos para ello, siendo necesario el estudio de su incorporación, en este caso se consideró pertinente abordar el estudio de la herramienta digital PhET para mejorar el aprendizaje de Mecánica I de la asignatura de Física en estudiantes de tercero de Bachillerato General Unificado (BGU).

De esta forma, el problema de investigación propuesto es: ¿La herramienta digital PhET como recurso didáctico mejora el proceso de enseñanza aprendizaje de Mecánica I de Física de Tercero de Bachillerato General Unificado? Además, entre los problemas específicos se tuvo: ¿El uso de la herramienta digital PhET favorece significativamente en el aprendizaje de Física en estudiantes de Tercero de Bachillerato General Unificado? ¿Cuáles son las limitaciones de la herramienta PhET como recurso didáctico para enseñar Física en estudiantes de Tercero de Bachillerato General Unificado? ¿Cómo implementar la Herramienta digital PhET como recurso didáctico en el proceso de enseñanza aprendizaje de Mecánica I en estudiantes de Tercero de Bachillerato General Unificado?

Para comprender el trabajo de investigación y cumplir con los objetivos es necesario separar en dos categorías: Aprendizaje de la Física y Herramientas tecnológicas digitales. En el primer indicador se denota el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física según lo estipula el Ministerio de Educación, la Física contextualizada al currículo nacional. En el segundo caso se destaca las TIC y de manera principal la Herramienta digital PhET citando autores como Cacheiro (2018), detallando la relación que existe entre la herramienta digital PhET y la enseñanza de la Física, donde se destacan investigaciones como las de Sánchez (2017);

Sanguano (2021) y Villavicencio (2021). En las que se menciona como se puede emplear PhET en una clase, explicando su funcionalidad e importancia en el campo educativo, especialmente en la asignatura de Física.

Los resultados encontrados en esta investigación fueron que la herramienta digital PhET es un recurso que beneficia para que los docentes guíen el proceso de aprendizaje de forma llamativa y los estudiantes complementen el conocimiento significativo de la asignatura de Física. Por ello, este trabajo se efectúa para coadyuvar al desarrollo del proceso de enseñanza a través de las tecnologías, y satisfacer las necesidades de los alumnos con los nuevos avances en el ámbito académico y científico, finalmente muestra que la incorporación de la herramienta digital PhET puede servir como medio innovador para mejorar el aprendizaje en los estudiantes.

Este trabajo presenta beneficios en el campo académico y profesional, tanto para los docentes que deseen innovar sus clases a través de tecnologías como para el investigador, es decir, ayuda a mejorar la práctica docente y fortalecer las estrategias al realizar una clase a partir del uso herramienta digital PhET. Sin embargo, también se destaca que existen limitaciones como las dificultades económicas que presentan diversas instituciones educativas a nivel nacional y de manera especial las que se encuentran en zonas rurales, lo cual les dificulta proveer los recursos tecnológicos, acceso a internet, infraestructura tecnológica adecuada, apoyo técnico y la capacitación tecnológica a los docentes.

El contenido del presente trabajo de investigación está estructurado con base a lo dispuesto en el Reglamento de Régimen Académico de la Universidad Nacional de Loja, el cual contempla: título, describe el ámbito de acción del estudio; resumen, aquí se incluye el compendio de todo el trabajo de investigación para que el lector tenga una idea general del mismo; introducción, evidencia la importancia del tema; fundamentación teórica y empírica, sintetiza y argumenta los indicadores del problema de investigación; metodología, que describe los métodos, técnicas, procedimientos y materiales utilizados en el desarrollo de este trabajo; conclusiones, estas reflejan de forma clara los resultados obtenidos; propuesta, detalla por medio de una guía didáctica el uso de la herramienta digital PhET para el aprendizaje de las Leyes de Kepler de la asignatura de Física de Tercero de Bachillerato General Unificado y anexos, donde se muestra toda la evidencia que complementa el trabajo realizado.

4. Marco Teórico

La Física es una ciencia que intenta formular teorías y leyes que expliquen los principios que gobiernan el universo, desde lo más pequeño hasta lo más grande, desde lo más lento hasta lo más rápido, desde lo más exótico hasta los más cotidiano. Por ende, Pedraza (2021) señala que la Física es la ciencia que estudia como son, como se comportan y como se relacionan la energía, la materia, el espacio y el tiempo. De tal manera, Giancoli (2006), sostiene que “la Física es una descripción de la realidad, de modo que cada tema se inicia con observaciones y experiencias concretas con las que los estudiantes están familiarizados” (p.15).

En la actualidad el progreso de la ciencia ha modernizado algunos métodos de enseñanza, de tal manera que permite entender y profundizar conceptos, replanteando la manera de aprender y enseñar Física. La enseñanza y aprendizaje de la asignatura de Física tiene como propósito motivar a los estudiantes para que desarrollen su capacidad de observación sistemática de los fenómenos relacionados con esta ciencia, tanto los naturales como los que están incorporados en la tecnología de su entorno [...] el aprendizaje de la asignatura de Física contribuye al desarrollo cognitivo del estudiante, en especial, si se hace énfasis en el ámbito conceptual, al ejercitar el pensamiento abstracto y crítico (MINEDUC, 2019).

El Ministerio de Educación basa la enseñanza de Física en el fundamento epistemológico científico-tecnológico, además, propone el modelo pedagógico constructivista, con el que se plantea que sea el estudiante quien construya su conocimiento, con la guía del docente. De esta manera orienta a que el estudiante “sea capaz de ofrecer explicaciones claras y razonadas con sus propios argumentos; de relacionar los conocimientos adquiridos; y, finalmente, de experimentar, en la medida de las posibilidades, con las magnitudes físicas en estudio” (MINEDUC, 2019).

Es importante mencionar que el Currículo Nacional vigente plantea transformar el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura de Física, para que de cierta manera se evite lo descriptivo, acercando y planteando el aprendizaje con base a la realidad y las necesidades de los estudiantes, orientando a que estos sean capaces de ofrecer explicaciones claras y razonadas con argumentos propios; relacionando los conocimientos adquiridos con la experimentación.

La asignatura de Física del Currículo Nacional se compone de 6 bloques curriculares: Bloque 1: Movimiento y fuerza, Bloque 2: Energía, conservación y transferencia, Bloque 3:

Ondas y radiación electromagnética, Bloque 4: La Tierra y el universo Bloque 5: La Física de hoy, Bloque 6: La Física en acción

Cada uno de estos bloques se desarrolla por intermedio de destrezas con criterio de desempeño (MINEDUC, 2019). El logro de estas destrezas por parte de los estudiantes comprende el logro de aprendizajes de Física. Es oportuno mencionar que el estudio de estos bloques aporta a los tres valores que constituyen el perfil del bachiller ecuatoriano, la solidaridad, la justicia y la innovación.

El Bloque 1: Corresponde a movimiento y fuerzas. Cuyos tópicos se enmarcan en: mecánica, cinemática y dinámica, en lo que respecta a tercero de BGU basa su estudio en Mecánica I, correspondiente a la primera unidad temática de la asignatura de Física, de acuerdo con el Currículo Nacional, esta unidad busca describir el movimiento, con base a los temas que se mencionan a continuación: magnitudes de movimiento; causas del movimiento; aplicaciones de las leyes de Newton; movimiento de rotación. Además, la unidad temática Mecánica I también tiene relación con el Bloque 4: La Tierra en el universo, basando su estudio en modelos del universo; fuerzas gravitatorias; Ley de gravitación universal; estudio del campo gravitatorio de la tierra; Leyes de Kepler.

Con base a lo mencionado anteriormente es oportuno preguntarse ¿Qué es entender Física? Dado que esta ciencia cambia con el tiempo, por ende, Giancoli (2006), menciona que entender Física es considerar esta disciplina como divertida e interesante, lo que permite que los estudiantes se familiaricen con el tema de estudio logrando que sea más interesante y fácil de comprender.

De la misma manera, Pedraza (2021), Afirma que entender la Física implica la capacidad de responder o argumentar frente a interrogantes o preguntas relacionadas con esta disciplina, así como la habilidad para explicar los motivos y las causas detrás de los fenómenos físicos. Además, subraya la importancia de comprender qué implica el proceso de aprendizaje de Física. De tal manera, Serra et al. (2019), mencionan que:

Aprender física es algo gratificante sobre todo en la escuela, donde lo más natural es que la mayoría de los estudiantes no tenga ninguna vocación definida; al menos, de esta forma se intenta provocar la curiosidad. Para que los alumnos lleguen a comprender los contenidos básicos de la materia, primero hay que despertar su curiosidad por la misma. [...] Por ende, para aprender Física es necesario que en su enseñanza se empleen métodos participativos y de elaboración conjunta que garanticen una participación de los estudiantes (p. 3).

El aprendizaje de Física es un proceso de adquirir conocimiento por intermedio de condiciones favorables para alcanzar un conjunto de conceptos necesarios para interpretar fenómenos naturales y resolver problemas, sin embargo, la mayoría de los estudiantes presentan dificultades para desarrollar los conocimientos básicos necesarios. Algunos de ellos tienen serias dificultades para adquirir y utilizar en su desarrollo intelectual todas las herramientas de carácter cognitivo en el proceso de formalización del conocimiento científico (Flores-García, et al. 2015).

Es importante tener en cuenta que en el aprendizaje de la Física existen diversos factores que influyen en el mismo, entre estos está la negativa de los estudiantes y su disposición por aprender, tal como lo menciona Villavicencio (2019). Además, menciona que otro de los elementos que influyen son los métodos y estrategias de enseñanza y el uso de recursos pedagógicos. Por ende, es necesario conocer metodologías y destrezas de enseñanza que ayuden de manera significativa en el aprendizaje de la Física.

Es por ese motivo que se hace énfasis en que al momento de elegir las estrategias de aprendizaje en la asignatura de la Física se debe tener claro el objetivo que se persigue y así darlo a conocer al estudiante, ya que durante este proceso el profesor opera como un guía que inspecciona, valora y evalúa para conocer el grado de avance según los objetivos planteados y retroalimenta las acciones del estudiante de manera continua.

Por ende, Rosales (2019) con base a su investigación realizada sobre estrategias metodológicas en el aprendizaje del bloque curricular Mecánica I, teniendo en cuenta lo complejo que es la asignatura de Física, establece que:

Para lograr un aprendizaje óptimo en cuanto a Física se refiere, específicamente Mecánica I, los alumnos deben aprovechar los recursos de los cuales dispone la institución o su persona, tales como los libros y el laboratorio de física ya que estos medios les permiten ejercer procesos de pensamiento, elegir objetivos, procedimientos, y es aquí cuando el profesor tiene que incentivar a los estudiantes para llegar a desarrollar sus actividades, a resolver problemas, acrecentar sus destrezas y generar conocimiento por su propia cuenta (p. 9).

Bajo esta perspectiva Romero (2013), menciona que en la Física las estrategias deben conducir al aprendizaje significativo, por lo que los materiales, las actividades y la interacción que permitan deben ser cuidadosamente seleccionados.

Aprendizaje Activo de Física

El Aprendizaje Activo de la Física (AAF) es un conjunto de metodologías donde los alumnos son guiados a construir su conocimiento [...] mediante observaciones directas del mundo físico (Benítez y Mora, 2011, p, 176). Es importante mencionar que mediante estas estrategias los estudiantes aprenden haciendo, indagando y construyendo su propio conocimiento, basándose en el aprendizaje operativo. Dado que este aprendizaje según Camarena et al. (2005), “forma parte de la pedagogía crítica y sus ventajas primordiales residen en la génesis práctica, de la cual derivan los principios y fundamentos teóricos que dan soporte y congruencia a los elementos significativos del proceso educativo” (p.6). Además, mencionan que es una estrategia didáctica basada en el constructivismo, que surge con rasgos de objetividad.

Cabe resaltar que para que un docente enseñe mediante el aprendizaje activo es necesario que conozca no solo los conceptos que va a enseñar, sino también las ideas previas y las dificultades que podrían tener los alumnos para saber cómo interactuar con ellos y de esa manera poder proporcionar la guía adecuada, pues si bien es cierto los estudiantes van a clase con ideas previas, mismas que han sido formadas con anterioridad por años de experiencia y de amaestramientos, y esto afectaría sus interpretaciones (Benítez y Mora, 2011).

Además, Benítez y Mora (2011) señalan que en el aprendizaje activo de la Física es necesario que el docente haya experimentado con anterioridad el aprendizaje, tal como lo van a experimentar sus estudiantes, deberá compartir conocimientos y aprovechar la experiencia de otros docentes, e identificar cómo abordar las ideas previas, errores conceptuales y dificultades en el aprendizaje.

Sin embargo, es necesario tener en cuenta que uno de los objetivos de la enseñanza de la Física es proporcionar a los estudiantes las condiciones favorables para adquirir un conjunto de conceptos necesarios para interpretar fenómenos naturales y resolver problemas. El nivel de comprensión de esos conceptos y la extensión de su aplicabilidad variarán de acuerdo con la edad del estudiante y el tipo de instrucción dada (Campelo, 2003).

Con los fundamentos anteriores se deduce que en la enseñanza y aprendizaje de la Física lo importante es propiciar situaciones en las que los estudiantes sean capaces de contrastar y analizar diversos modelos, construir argumentos, trabajar colaborativamente, además promover y cambiar ciertas actitudes, donde el estudiante es el principal actor y el responsable de su propio aprendizaje, estas características describen el Aprendizaje Activo.

De esta manera, López y Orozco (2017), establecen que “El Aprendizaje Activo sugiere experiencias significativas, donde los alumnos participan escuchando de manera activa, hablando de manera reflexiva, mirando con la atención centrada en algo, escribiendo con un fin determinado, leyendo de manera significativa y dramatizando de modo reflexivo” (p. 232).

Aplicar el aprendizaje activo en la enseñanza de Física fomenta la interacción e innovación en los estudiantes, dado que esta metodología según Rodríguez et al. (2012), aborda el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje basado en ambientes simulados que se encuentran encaminados a fortalecer la participación de los estudiantes, idea que coincide con

Escribano y Valle (2015); Poot-Delgado (2013); Dueñas (2001); quienes, además de eso, consideran que es un enfoque pedagógico, didáctico y metodológico que fomenta de cierta manera la autonomía cognitiva, en docente y estudiantes a partir de la resolución de problemas reales.

Por su parte y de manera explícita Bueno y Landa (2004) lo definen como una propuesta educativa novedosa que se distingue por su enfoque centrado en el estudiante, fomentando un aprendizaje con significado y cultivando habilidades y competencias esenciales en el contexto profesional contemporáneo. Este método implica la formación de pequeños grupos de trabajo que colaboran para abordar un problema inicial desafiante propuesto por el docente, con el propósito de estimular el desarrollo del aprendizaje autodirigido entre los alumnos.

Con el propósito de evaluar experiencias de enseñanza de Física utilizando esta metodología, Fasce H et al. (2001) realizaron un programa de trabajo en conjunto con docentes de Física, en el cual mediante el cálculo de la *t* de Student para muestras independientes entre el grupo de control y el grupo experimental, pudieron evidenciar que entre ambos grupos no presentaron diferencias significativas, sin embargo, la participación activa de los alumnos del GE (grupo experimental) fue significativamente más favorable en comparación con el GC (grupo de control). A través de esta investigación concluyeron que la enseñanza de la Física utilizando la metodología de aprendizaje basado en problemas, conduce a rendimientos educacionales comparables con la enseñanza tradicional al tiempo que genera una mayor motivación y un mayor interés por su aprendizaje.

Para el aprendizaje de Mecánica I, el aprendizaje activo cumple un papel fundamental por el aporte que puede generar en la resolución de problemas basados en situaciones reales, permitiendo que los estudiantes sean capaces de promover: la búsqueda de información, la investigación orientada, el trabajo en equipo y así facilitar la interacción entre lo que los alumnos conocen y lo que deben aprender. Pretendiendo que se relacionen con conceptos

(saber), procedimientos (saber hacer), actitudes (saber ser), leyes y principios propios de la Física, orientados en el uso de las TIC (PhET).

Respecto al Aprendizaje en Ambientes simulados, diversos autores que lo utilizan, entre ellos, Gómez et al. (2015), Pérez (2006), consideran que este aprendizaje permite desarrollar la capacidad de resolver problemas, aprender procedimientos y prácticas técnicas de interacción social por parte de los estudiantes, además, permite recrear diferentes ambientes para el aprendizaje de elementos teóricos en ambientes prácticos de manera controlada y supervisada. Idea que coincide con lo mencionado por Paidá y Calvache (2019), quienes señalan que además, motiva el aprendizaje al incorporar elementos reales y permite reproducir ilimitadamente la situación con parámetros controlados, plantear hipótesis, comprobarlas y obtener sus propias conclusiones

Por ende, se tiene que el aprendizaje mediante la realidad simulada posibilita la creación de experiencias similares a las de la vida cotidiana; lo que conduce a la idea, de que los ambientes simulados permiten repensar el contenido mismo, ubicándolo como una pequeña parte de todo el conocimiento.

Los párrafos anteriores conducen a la siguiente pregunta ¿Cómo se enseña Física? Dado que la enseñanza de la Física juega un papel importante en el desarrollo intelectual de los estudiantes, por ende, la enseñanza de la Física debe de incentivar a que los estudiantes establezcan relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad. En consecuencia, el MINEDUC (2019) señala que la Física se enseña haciendo énfasis en el ámbito conceptual, para de esa manera articular los conocimientos adquiridos, estableciendo un modelo formativo que prepare a los estudiantes para enfrentar con éxito las exigencias del aprendizaje interdisciplinario.

Ante la pregunta anterior Romero (2013), menciona que la Física se enseña enseñando a aprender, por lo que cada docente de esta asignatura deberá seguir sus propios métodos en vías de alcanzar sus objetivos planteados, productos de aprendizaje y competencias que pretende desarrollar en sus estudiantes, considerando el entorno en el que lleva a cabo su actividad e innovando la manera de enseñar y aprender.

Dado que es una disciplina de experimentación, por ende, se considera que la manera de enseñar o trabajar Física para lograr aprendizajes significativos en los alumnos es mediante ciclos de aprendizaje, los mismos que Lawson (1994), los define como un enfoque pedagógico que busca alinearse con el proceso natural de construcción de conocimiento por parte de las personas. En cierto sentido, aquellos que han reflexionado sobre cómo impartir una enseñanza efectiva seguramente han identificado distintos aspectos del ciclo de aprendizaje.

Es importante señalar que cada persona aprende diferente, con base a la premisa Rodríguez (2018), sugiere que, para lograr un aprendizaje significativo en ciencias experimentales como la Física, se debe adoptar el modelo de ciclo de aprendizaje propuesto por David Kolb, basado en el aprendizaje experiencial. Además, se considera la perspectiva de Honey y Mumford, quienes plantean un proceso de aprendizaje en cuatro pasos perfectamente interconectados.

En relación con el modelo de Kolb (1984), el autor sostiene que el proceso de aprendizaje está intrínsecamente ligado a la experiencia vivida, dividiéndolo en cuatro etapas: experiencia concreta, observación reflexiva, conceptualización abstracta y experimentación activa.

Esto resalta la idea de que el aprendizaje no solo se trata de acumular hechos, sino también de entender y contextualizar esas experiencias. En conjunto, este enfoque parece abrazar la idea de que un ciclo continuo de aprendizaje y la aplicación están interconectadas. Este modelo implica resaltar la integralidad de estas cuatro etapas y cómo cada una contribuye de manera única al proceso educativo, promoviendo una comprensión profunda y aplicable del conocimiento.

Así, un aprendizaje efectivo se alcanza cuando se abordan todas estas etapas de manera integral, como se ilustra en la figura 1:

Figura 1.

Ciclo de Kolb



Nota. Tomado y adaptado de Los modelos de aprendizaje de Kolb, Honey y Mumford: implicaciones para la educación en ciencias (2018).

Con base a la imagen, se puede observar que este proceso de aprendizaje abarca vivencias tangibles, recursos abstractos y pruebas prácticas. Como se destacó previamente, la diversidad en la forma de aprender es evidente, puesto que cada individuo posee su propio método y enfoque para adquirir conocimiento.

Características del proceso de enseñanza aprendizaje de la Física

Según Alvarado (2015), el proceso de enseñanza aprendizaje de Física se encuentra caracterizado por el desarrollo en forma separada de tres actividades: las clases teóricas, las clases de resolución de problemas y los trabajos prácticos de laboratorio. Por ello, es importante señalar algunas características que deben tenerse en cuenta en el proceso de enseñanza aprendizaje de Física. Según el autor, estas características son:

- Fomentar la responsabilidad y la toma de decisiones dentro de un ambiente de colaboración entre estudiantes y profesores,
- Promover el estudio y la investigación mediante contextos significativos y ricos en contexto.
- Implementar actividades donde los estudiantes participan de manera activa promoviendo proceso de pensamiento de alto nivel.
- Fomentar el trabajo colaborativo, así como la discusión entre estudiantes para que así surjan los conflictos cognitivos, de tal manera se expone el razonamiento inadecuado para dar pie a un entendimiento enriquecido.

Para que las características de un proceso de enseñanza aprendizaje de Física se ejecuten, es necesario incorporar recursos pertinentes que favorezcan el proceso, por lo que Muñoz (2003), los define como aquellos elementos materiales y a todas las estrategias que pueden ser utilizados por los docentes que le sirvan como soporte o complemento en su tarea para llevarla a la práctica, mejorarla y reconducirla eficazmente.

Entre los recursos para la enseñanza de la Física, según Muñoz (2003), están:

- Herramientas 2.0
- Materiales y recursos interactivos
- Videos y documentales
- Experimentos
- Simulaciones.

Por ende, se valora de manera significativa el papel fundamental de los simuladores en la enseñanza de la Física. Esto conlleva la necesidad de establecer fundamentos sólidos en lo

que respeta a las herramientas tecnológicas digitales, siendo los simuladores un componente específico dentro de este ámbito.

Herramientas tecnológicas digitales

Las nuevas tecnologías aplicadas a la educación mejoran el proceso de enseñanza y aprendizaje y también la gestión de los centros educativos. Las TIC deben ser utilizadas como un recurso de apoyo de materias y también para la consecución y progreso de competencias TIC. El uso de estas no debe ser una acción paralela al proceso de enseñanza, sino que debe estar incorporada.

En la época actual las TIC han desarrollado un papel importante en el proceso de educativo, al respecto Camelo (2020), señala que las TIC en la educación aportan un carácter innovador y creativo que dan acceso a nuevas formas de comunicación con una mayor influencia y beneficios.

En este sentido, Palomares (2011), afirma que las herramientas digitales son recursos tecnológicos, software, y programas a los que se tiene acceso mediante dispositivos electrónicos, ya sea celulares o computadoras. Los mismos que nos permiten interactuar de manera visual para mejorar la capacidad de aprender a aprender en el contexto educativo, además, ayudan a superar el método clásico de aprendizaje que aún se mantiene en la práctica discente.

Una de las diversas herramientas digitales que se puede implementar en el ámbito educativo son los Laboratorios virtuales basados en ambientes simulados.

Laboratorios virtuales basados en ambientes simulados

Durante un extenso período, los laboratorios tradicionales han representado el único entorno para la experimentación, tanto para estudiantes como para profesores. Esto se debe a su notable interactividad, que posibilita que los alumnos se involucren directamente con el experimento real. Pero en la actualidad surgen nuevas posibilidades para que los alumnos puedan experimentar con respecto a la asignatura de Física y al tema de estudio, entre esas posibilidades se encuentran los laboratorios remotos y los laboratorios virtuales, los mismos que están basados en ambientes simulados.

Por ende, Rosado y Herreros (2005) mencionan que “Un laboratorio virtual es un sistema computacional que pretende aproximar el ambiente de un laboratorio tradicional” (p.3), es importante mencionar que en los laboratorios virtuales los experimentos se realizan paso a paso, siguiendo un procedimiento similar al de un laboratorio tradicional, dado que se visualizan instrumentos y fenómenos mediante objetos dinámicos imágenes o animaciones.

Algunas de las ventajas más destacadas de los laboratorios virtuales de acuerdo con Rosado y Herreros (2005) son:

- Facilitar la realización de experiencias a un mayor número de alumnos, incluso cuando no se encuentren en el laboratorio.
- Permite que los alumnos experimenten sin riesgos.
- Reducir los costos asociados al montaje y mantenimiento de laboratorios tradicionales, ofreciendo una alternativa económica y eficaz donde los estudiantes simulan fenómenos como si estuvieran en un laboratorio convencional.
- Constituye una herramienta de autoaprendizaje, permitiendo a los alumnos modificar variables de entrada, configurar nuevos experimentos y adquirir habilidades en el manejo de instrumentos.
- Proporciona a los estudiantes un entorno de aprendizaje mediante ensayo y error, sin temor a accidentes y sin la necesidad de repetir prácticas varias veces por vergüenza

También, es preciso señalar que pese a las ventajas que presentan existen algunos inconvenientes o desventajas tales como:

- El Laboratorio Virtual no puede sustituir la experiencia práctica altamente enriquecedora del Laboratorio Tradicional.
- El alumno no utiliza elementos reales en el Laboratorio Virtual, lo que provoca una pérdida parcial de la visión de la realidad.

Wieman, et al. (2007) citado en Villavicencio (2021) menciona que “Los Laboratorios Virtuales basados en simulación son herramientas robustas siempre y cuando se construyan usando una forma pedagógicamente eficaz, teniendo en cuenta la actividad teórica y práctica de la enseñanza”(p.68). A la par de estos conceptos, han surgido los llamados simuladores educativos, un término que se fundamenta en los siguientes apartados.

Los simuladores educativos

Las diversas situaciones problemáticas apreciadas en la asignatura de Física son sucesos que ocurren en contextos estáticos, por ello, al momento de resolver estas situaciones, los estudiantes necesitan visualizar mentalmente el hecho presentado. Con base a esta premisa Moreno (2015) menciona que “estos procesos mentales se pueden facilitar con el uso de las simulaciones, las cuales permiten la secuencia dinámica de los aspectos que son tratados en dichas situaciones problemáticas” (p.18).

Los simuladores educativos, son herramientas cognitivas que ayudan a activar las destrezas y estrategias del aprendizaje, por medio de una guía didáctica de enfoque analítico

con preguntas de reflexión y de predicción y una secuencia ordenada (Rosado y Herreros, 2005) por ende, “el propósito de los simuladores es que el estudiante construya conocimientos a través del trabajo exploratorio apoyando el aprendizaje de tipo experimental con alto nivel de interactividad” (Camelo, 2020, p.38).

A propósito Sanguano (2021), destaca que la utilización de simuladores abre diversas posibilidades en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física. Los docentes pueden beneficiarse de esta herramienta para mejorar la calidad del proceso educativo. La aplicación de esta forma innovadora de enseñanza posibilita una reconsideración del aprendizaje de la Física, de modo que se alcancen los objetivos establecidos. De esta manera, se convierte en un medio que facilita que los estudiantes avancen en sus estudios de manera más fluida y sin dificultades.

El autor citado anteriormente señala que “la simulación es un proceso mediante el cual se diseña y se desarrolla un modelo o sistema para la generación de aplicaciones que se asemejan a la realidad” (p.38). a partir de ello, la aplicación de simuladores permite experimentar y visualizar imitando circunstancias reales a través de laboratorios virtuales. Bajo esta misma óptica Villavicencio (2021), resalta que los laboratorios virtuales basados en las simulaciones sirven para mejorar el entendimiento conceptual de la asignatura de Física e incluso asegura que “los laboratorios virtuales tienen influencia positiva en el comportamiento de los alumnos, así como en su actitud, participación e interés en las clases” (p.45).

Es importante mencionar que el ambiente educativo generado por el uso de las simulaciones permite la experimentación, obteniendo diferentes soluciones a los problemas, potenciando el uso de metodologías como la de resolución de situaciones problemáticas, la obtención y el análisis de los datos. De lo anterior se han evidenciado los beneficios desde el punto de vista cognitivo, enfocados hacia el aprendizaje exploratorio, en la medida que han proliferado las experiencias de enseñanza que manejan las simulaciones como recurso didáctico (Casadei et al. 2008).

Entre los principales simuladores educativos se nombran los siguientes:

- Matlab (simula procesos matemáticos),
- Karel (simula procesos lógicos),
- Circuit Maker (simula la realización de circuitos electrónicos)
- Catt Acoustics (simula parámetros acústicos).
- Mplab (simula la realización de circuitos electrónicos),
- Maple (simula procesos matemáticos),

- PhET (simula interactivamente las ciencias y matemáticas)

A partir de lo mencionado, se proporciona una descripción detallada del simulador PhET.

Herramienta digital PhET

El acrónimo PhET con el cual se llama al programa significa Tecnología para la educación de la Física. Este fue un proyecto elaborado por la Universidad de Colorado en Boulder USA basado en una investigación educativa que involucra un ambiente similar a un juego interactivo en donde se aprende descubriendo, visualizando y manipulando, PhET es un software gratuito de simulaciones interactivas para ciencias como Física, Geofísica, Química, Biología y Matemáticas fundado en el año 2002 por el ganador del Premio Nobel Carl Wieman (University of Colorado, 2019).

El desarrollo de PhET fue para poder fomentar la investigación científica, hacer visible lo invisible, ilustrar modelos mentales, usar ejemplos de la vida real, crear una simulación que se pueda usar en varias situaciones educativas (Wieman 2002).

Díaz (2017) sostiene que el simulador posee las siguientes características: su sitio web cuenta con una sección dedicada especialmente a los recursos para los profesores; las simulaciones están organizadas según el tipo de actividad, los tipos de laboratorio, los niveles de conocimiento y los idiomas correspondientes. Además, es una herramienta didáctica que beneficia a los profesores para mejorar la impartición de sus clases. Proporciona a los estudiantes un entorno exploratorio fácil de abordar, apto para explicar, describir y aprender. Se destaca por su flexibilidad, facilidad de uso y capacidad para captar la atención de los alumnos, ya que permite trabajar en tiempo real y visualizar los resultados de manera inmediata. La retroalimentación es constante y se produce de manera instantánea.

Funcionalidades de PhET

Las simulaciones PhET se utilizan a nivel mundial en diversos entornos educativos, que van desde instituciones de educación primaria hasta universidades. A continuación, se describen las capacidades de la herramienta PhET según la información proporcionada en la página de PhET (2002): dispone de laboratorios que permiten trabajar en cinco áreas de conocimientos, Biología, Física, Química, Matemáticas, Ciencias de la Tierra; permite realizar prácticas de manera interactiva, no se requiere estar registrado para realizar las simulaciones, se puede elegir el idioma en el que se dese trabajar, se puede descargar los laboratorios para trabajar sin estar conectados a una red de internet.

Ventajas y desventajas de PhET

PhET, según López (2020) presenta beneficios y limitaciones como cualquier herramienta digital, por ello, exhibe diversas ventajas, entre las que se destacan: fomenta la autonomía de los estudiantes al propiciar el aprendizaje a través de la exploración y descubrimiento, posibilita la investigación de fenómenos que resultarían inaccesibles en un entorno tradicional de aula. o laboratorio, haciendo perceptible lo que normalmente es invisible. Además, ofrece una amplia gama de estrategias didácticas para su implementación, facilitando la compartición de experiencias y la verificación de la capacidad de predecir comportamientos al modificar parámetros en los simuladores.

Así mismo, contribuye a cubrir múltiples objetivos educativos simultáneamente cuando se integra como complemento en una secuencia didáctica adecuada. La herramienta también acepta aportaciones de los usuarios, presenta resultados de manera gráfica o en tablas, permitiendo que los alumnos desempeñen un papel más activo en el proceso educativo. A través de animaciones gráficas y el uso de sonidos, texto y otros medios, PhET aborda diversos estilos de aprendizaje, especialmente los visuales.

La Universidad de Colorado (2022) señala que las desventajas identificadas en la herramienta PhET incluyen, en ocasiones, la falta de soluciones óptimas en las simulaciones. Además, su implementación exige una capacitación tanto del maestro como facilitador para que pueda fungir como multiplicador hacia sus estudiantes.

Investigaciones sobre enseñanza y aprendizaje utilizando PhET

Los temas de Mecánica abarcan una parte importante en el Currículo ecuatoriano de Bachillerato, por lo que es ideal para proponer estrategias didácticas para mejorar el aprendizaje de la Física y las habilidades científicas en este nivel educativo. Por ende, es necesario tener en cuenta diversas investigaciones realizadas con base a temas que se abordan en Mecánica.

López y Orozco (2017), en su investigación denominada Clases Interactivas Demostrativas con el uso de simulaciones PhET para Mecánica en preparatoria establecen que “Las simulaciones interactivas como las PhET permiten ser un puente conceptual entre actividades de laboratorio, resolución de ejercicios y explicación de fenómenos de la vida real” (p.232).

Según la investigación de Vargas (2020) titulada "Utilización del simulador PhET para el aprendizaje de las leyes de Newton", se destaca que el simulador PhET se considera una ventaja en la enseñanza de las leyes de Newton debido a sus diversas herramientas que facilitan la labor del docente. Una de las ventajas clave es que es gratuito y no requiere instalación, ya

que opera en línea y está listo para su uso según el tema específico de Física que se esté estudiando.

Por otro lado, Yáñez (2018), en su investigación sobre el simulador PhET en la enseñanza de las cargas eléctricas en movimiento considera que PhET sí influyó significativamente en los estudiantes del grupo experimental porque las calificaciones de ellos fueron más altas que las calificaciones de los estudiantes del grupo de control, además se debe considerar que se realizó dos tipos de estudio el tradicional con el grupo control y mediante un Simulador con el grupo experimental.

En Indonesia Gani et al. (2020), en su investigación titulada “Mejorar la comprensión del concepto y la motivación de los estudiantes a través de la palabra de simulación PhET” señalan que se puede mejorar la motivación y el entendimiento de conceptos en asignaturas abstractas como Física a través de simuladores PhET. Además, concluyeron que el aprendizaje mediado por PhET en Física mejora la comprensión y la interacción docente-estudiante, por ende, la implementación de PhET en el aula mejoraría tanto la comprensión de conceptos como las motivaciones de los estudiantes.

Por otra parte, en Ecuador, Zurita (2015), en su investigación titulada “Simuladores virtuales como recurso didáctico para fortalecer el interaprendizaje en las prácticas de laboratorio de física del primer año de bachillerato del Colegio Nacional Mariano Benítez” señala que las simulaciones mediante la aplicación de PhET inciden sobre el desarrollo y mejoran las prácticas de laboratorio, favoreciendo la educación y mejorando la praxis educativa.

De la misma manera, Paidá y Calvache (2019), señalan que al hacer uso del simulador PhET en la unidad educativa se pudo observar un cambio al lograr un aprendizaje cooperativo con los estudiantes mediante talleres educativos. Idea que coincide con Sanguano (2021), quien considera que el empleo de los simuladores abre un amplio abanico de posibilidades en la estrategia de enseñanza aprendizaje. De esta manera, los docentes pueden aprovechar una herramienta que contribuye a mejorar el proceso educativo. La aplicación de esta forma innovadora de enseñanza posibilita una reconsideración del aprendizaje de la Física, buscando alcanzar los objetivos establecidos y convertirse así en un medio que facilite que los estudiantes progresen en sus estudios sin dificultades.

De la misma manera, Camelo (2020) destaca que el uso de los simuladores PhET representa una metodología activa, innovadora y participativa. El proceso se caracteriza por ser significativo y motivador, contribuyendo al desarrollo de valores, habilidades, destrezas y

actitudes que son aplicables en la vida cotidiana. La interacción con la simulación permite a los estudiantes observar y reproducir el fenómeno simulado, lo cual les facilita analizar y establecer las conclusiones necesarias para la comprensión del concepto.

Es así que, Villa (2021), en su investigación sobre los simuladores virtuales como recurso didáctico, menciona que son un recurso tecnológico innovador para aportar al aprendizaje significativo y dinámico en la enseñanza de Física y Química. El uso de los simuladores virtuales en el proceso de enseñanza aprendizaje de las Ciencias Experimentales es porque brinda apoyo para el desarrollo de las clases teóricas, despierta la curiosidad, impulsa la habilidad para la resolución de problemas y vinculación de la teoría con la práctica.

Importancia de la simulación PhET en el proceso de enseñanza aprendizaje

Las simulaciones PhET son primordiales en el proceso de enseñanza aprendizaje, puesto que es importante que los estudiantes obtengan una práctica centrada en el entrenamiento, reconocimiento y manejo de situaciones que posiblemente experimentarán en el mundo laboral. Dado que, el simulador PhET es una herramienta innovadora que ayuda a fomentar el aprendizaje activo y vivencia (Ponce et al. 2021. p. 316).

Además, Díaz (2018), menciona que mediante las simulaciones PhET es más fácil comunicarse efectivamente con los estudiantes, debido a que los simuladores PhET muestran procesos dinámicos, además, está diseñado para ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades de investigación científica mediante la exploración de las relaciones de causa y efecto.

De acuerdo con Rosales (2019), la importancia de las simulaciones en el proceso de enseñanza y aprendizaje de Física, especialmente en Mecánica I, radica en varios aspectos. En primer lugar, estas simulaciones resultan menos costosas y más rápidas que construir básicamente el sistema real. Además, ofrecen un control sobre el tiempo, ya que el fenómeno puede acelerarse o retardarse según las necesidades. También permiten abordar situaciones de la vida real desde una perspectiva particular, generando nuevas formas de experiencia y aprendizaje. En el contexto específico de las simulaciones PhET, se destaca que estas prolongan y transforman las capacidades de imaginación y pensamiento. Asimismo, posibilitan que los alumnos desarrollen habilidades fundamentales para el ejercicio profesional, como la información, el análisis, la identificación y la resolución de problemas. En resumen, las simulaciones se posicionan como herramientas valiosas que enriquecen la enseñanza y promueven el desarrollo integral de los estudiantes en el ámbito de la Física.

El uso del simulador PhET facilita el aprendizaje de diversas ciencias experimentales, especialmente de Física en torno a lo referente a mecánica, tal como menciona Velázquez (2020), las actividades que presenta PhET permiten desarrollar competencias: cognitivas, pedagógicas, científicas y tecnológicas, además, los estudiantes se motivan y de la misma manera se genera en ellos curiosidad e interés por aprender más sobre la asignatura. Con base a lo mencionado, es importante señalar que, PhET es un recurso digital que facilita a los estudiantes el aprendizaje activo.

Rol del docente en la simulación

Los docentes tienen un papel fundamental en la enseñanza de la Física mediante ambientes simulados, de tal manera Castillo (2016), menciona que los docentes deben afrontar los cambios en las políticas institucionales, además, comprender y adaptar su propio rol y el del alumno, para de esa manera lograr que los estudiantes alcancen las competencias suficientes para su desempeño, además establece que el docente cumple un papel fundamental de ser orientador e intermediario del aprendizaje significativo en los estudiantes, atendiendo el uso de las TIC, sin embargo, si el rol de los alumnos no es moldeado hacia al uso de estas herramientas para su educación, todo esfuerzo del docente será en vano, ya que los resultados esperados con los procesos a través de TIC no se cumplirían.

Actualmente la forma de aprender ha experimentado cambios significativos, lo que implica que la metodología de enseñanza debe adaptarse a las nuevas necesidades de aprendizaje. En este contexto, Viñals y Cuenca (2016), destacan que los roles atribuidos al docente en la era 2.0 incluyen ser organizador, guía, generador, acompañante, coacher, gestor del aprendizaje, orientador, facilitador, tutor, dinamizador o asesor. Estos roles surgen de la idea de reemplazar la transmisión unidireccional del conocimiento por un intercambio horizontal de información, que es abundante, caótico y desestructurado.

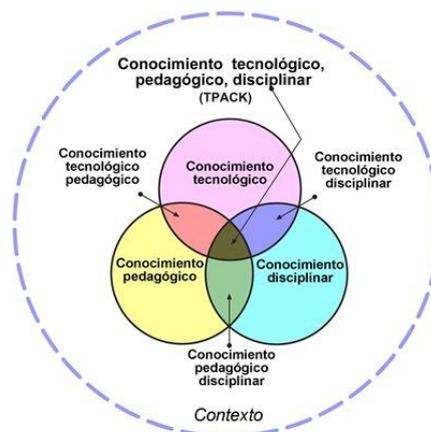
Es crucial destacar que en ningún caso el papel del docente debe limitarse a controlar las actividades de los estudiantes en el aula, ya que su función principal es permitirles tener autonomía. Esto asegura que el estudiante sea el responsable y protagonista de su propio proceso de aprendizaje. El docente, en este sentido, desempeña un papel de sistematizador y facilitador, contribuyendo al aprendizaje y al desarrollo integral de los estudiantes. Aunque se fomenta un enfoque experiencial y activo del aprendizaje, la presencia y el acompañamiento del docente son esenciales en todo momento. Su rol no consiste solo en impartir conocimientos, sino en guiar, apoyar y enriquecer la experiencia educativa, asegurando que los estudiantes obtengan el máximo provecho de su proceso de aprendizaje.

Prensky (2011), en su propuesta de Pedagogía de la coasociación propone tres roles que considera que deben adquirir los docentes en la era de la educación digital: el rol de entrenador, el rol de guía y el rol de experto en instrucción.

Con respecto al rol del entrenador, se refiere a la acción cargada de retroalimentación y motivación en la que se necesita la participación por parte de los estudiantes. Prensky (2011), señala que el docente como entrenador tiene que ofrecer poca exposición teórica, y preferiblemente tiene que observar y acercarse para que de alguna manera pueda ayudar a cada uno a encontrar y perseguir su propia pasión. Por otra parte, en el rol de guía menciona que el docente tiene que motivar al estudiante y guiar a cada uno de sus estudiantes a alcanzar el conocimiento. Con respecto al rol de experto en instrucción hace referencia que el docente debe de ser quien contribuya todo el conocimiento posible para que los alumnos puedan tener un proceso de aprendizaje más efectivo.

Con frecuencia, ante el creciente papel de la tecnología digital y su importancia en los currículos educativos, el diseño y la aplicación de metodologías adaptadas es un desafío para la comunidad educativa, especialmente para los docentes, por ende, aplicar tecnología educativa en la enseñanza de la Física exige al docente elementos que fundamenta el modelo Tecnopedagógico, específicamente el modelo TPCK (Tecnología, Pedagogía, Contenidos y Conocimiento). Dado que es un modelo en estudio y ha generado expectativa en el área de la formación docente, debido a la integración de los Conocimientos (Tecnológico, Pedagógico y Contenido). Además, los conocimientos que se crean con la integración de estos. Tal como se muestra en la Figura 2.

Figura 2.
Modelo propuesto por Mishra y Koehler, (2006)



Nota. Modelo TPACK propuesto por Mishra y Koehler, tomada de Cacheiro Gonzáles (2018).

Se ha creído pertinente fundamentar el trabajo de investigación utilizando la herramienta digital PhET para el aprendizaje de Mecánica I, haciendo referencia a las Leyes de Kepler. Estas leyes, que abordan el movimiento planetario, ofrecen contenidos que pueden adaptarse de manera efectiva a simulaciones digitales. El uso de PhET para explorar y comprender los principios detrás de las Leyes de Kepler no solo enriquecerá la experiencia de aprendizaje, sino que también proporcionará a los estudiantes una plataforma interactiva para visualizar y experimentar con los conceptos astronómicos de una manera más accesible y práctica. Esta estrategia contribuirá a la comprensión más profunda de las leyes que rigen el movimiento de los planetas, brindando así una perspectiva dinámica y participativa al proceso de enseñanza y aprendizaje.

5. Metodología

El trabajo de investigación titulado "Herramienta digital PhET para mejorar el aprendizaje de Mecánica I de la asignatura de Física en estudiantes de Tercero de Bachillerato General Unificado" se llevó a cabo mediante un enfoque de investigación cualitativo. Este enfoque facilitó la fundamentación y desarrollo de los distintos componentes del proceso investigativo, además permitió abordar los dos primeros objetivos específicos de la investigación, los cuales se insertan en un proceso documental alineado con las principales categorías del estudio. Se llevó a cabo una búsqueda, selección, descripción, análisis e interpretación de los indicadores del fundamento teórico dentro de un diseño no experimental. Asimismo, posibilitó la construcción de conceptos propios a partir de las nociones de diversos autores. La investigación tuvo un alcance descriptivo, ya que no se manipularon ni controlaron variables de estudio.

En términos de métodos, se empleó el método deductivo para establecer conclusiones basadas en la información recopilada. Esto implicó a partir de teorías o principios generales para aplicarlos a casos específicos, lo que contribuyó a la formulación de conclusiones sólidas a partir de la información cualitativa obtenida durante la investigación.

La investigación se estructuró en torno a tres fases:

La primera fase fue la recolección de información, la misma que consistió en realizar indagación de la información pertinente respecto al tema de investigación mediante el uso de motores de búsqueda avanzada como Google académico, y bases de datos científicas como SciELO, Redalyc, y Dialnet. En estos, se utilizó operadores lógicos de búsqueda (and + y, not - o, or o, adj ady, near s, *) es decir búsqueda avanzada, organizando la información en bitácoras de búsqueda. Las bitácoras de búsqueda tienen diversos niveles de profundidad, además se ajustaron de acuerdo con el interés del investigador, con la finalidad de agilizar el proceso de asociación de información.

Esta estructura facilitó la sistematización bibliográfica de los diversos autores y el orden lógico de las ideas tras el acopio de información. En la columna Motor de búsqueda se colocó el nombre de las distintas bases de datos utilizadas para la búsqueda, la columna corresponde a la fecha en la que se buscó la información, la columna ecuación de búsqueda se colocó palabras y operadores de búsqueda que permitieron expresar de forma clara y directa la necesidad de información, por otro lado, los resultados más relevantes se refieren a la información que más se adaptó al tema de investigación (Anexo 2).

Seguidamente, otra de las fases ejecutadas en la investigación fue la fase de análisis e interpretación de la información. En esta fase, tomando en cuenta la bitácora de búsqueda, es importante señalar que no hubo una sola ecuación determinante para la investigación, sin embargo, las ecuaciones pertinentes que arrojaron más resultados relevantes respecto al tema de investigación en este caso fueron: simulador PhET +enseñanza+Física-química, simulador PhET + enseñanza, PhET +leyes de Newton las mismas que arrojaron 48, 45 y 573 trabajos respectivamente de los cuales se tomó como tendencia las tres primeras páginas, y que luego de pasar los criterios de selección que se mencionan a continuación: Primero que el documento sea libro, artículo, tesis, identificar palabras claves y resumen relacionados con el tema de esta investigación y que los trabajos y documentos deben situarse en el intervalo de tiempo específico. Este requisito temporal implica que la información, investigaciones o documentos a considerar deben haber sido publicados, producidos o estar relacionados con eventos ocurridos aproximadamente con diez años de anticipación. Este criterio ayudó a garantizar que la información utilizada en la investigación sea actualizada y refleje los desarrollos más recientes en el área de estudio, contribuyendo así a la relevancia y vigencia de los resultados obtenidos.

Estos criterios de selección permitieron separar los elementos básicos de la información y examinarlos con el propósito de robustecer el marco teórico y de la misma manera abordar las preguntas planteadas en la investigación.

Es importante mencionar que adicional a la bitácora se utilizó fichas bibliográficas y de contenido. Las fichas bibliográficas se utilizaron para registrar y clasificar los datos de las fuentes consultadas. Y las fichas de contenido fueron utilizadas para acopiar la información exactamente como está mencionada por el autor.

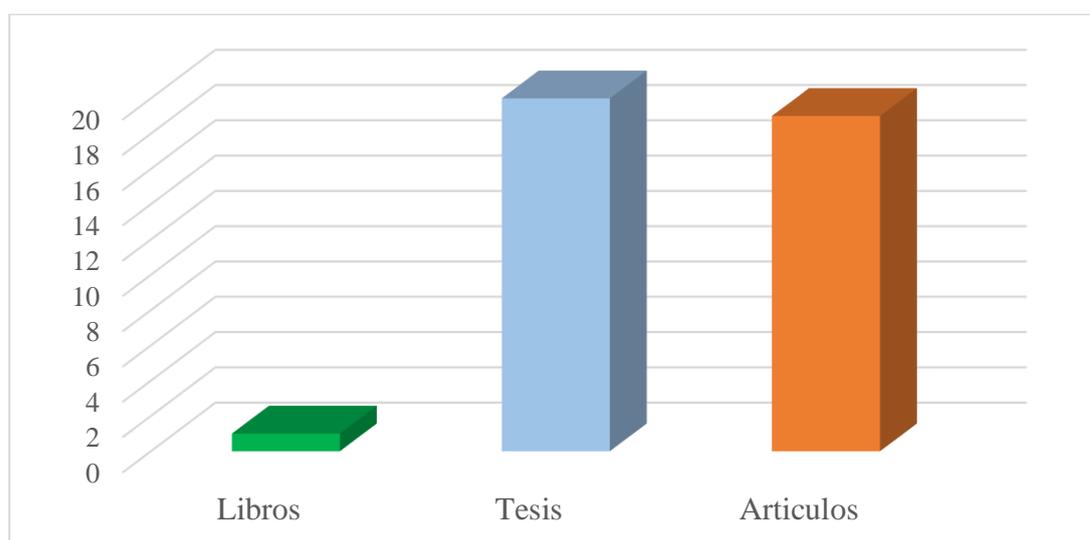
Por otro lado, dentro de las fases ejecutadas en esta investigación se tiene la fase de redacción y presentación de resultados. Esta fase se clasificó la información y los datos más relevantes, lo cual permitió presentar los resultados de la investigación documental mediante una gráfica de barras de acuerdo con las dimensiones de aprendizaje de Física y simulador PhET y los resultados de aprendizaje. Por ende, se realizó una interpretación de dichos resultados y se planteó una alternativa de mejora, la cual consiste en la creación de una guía didáctica. Esta alternativa se presentó como una herramienta valiosa para los educadores, brindando un enfoque práctico y estructurado para enseñar las leyes de Kepler, aprovechando la potencialidad de la herramienta PhET en el proceso educativo (Anexo 1).

6. Resultados

A continuación, se presenta los resultados obtenidos de la revisión documental luego de seguir el proceso metodológico indicado en los apartados anteriores. Para el análisis de la información se seleccionaron diversos documentos, incluido el Currículo Nacional de Educación en vigor en Ecuador, trabajos de grado y posgrado, artículos científicos publicados en revistas reconocidas referentes al tema de investigación. Es importante señalar que se consideró que los trabajos y documentos se encuentren en el intervalo de tiempo del año 2010 hasta la actualidad. De los documentos más destacables y con mayor relevancia científica se tomaron en cuenta 40, los mismos que muestran a continuación:

Figura 3.

Autores que estudiaron la herramienta digital PhET

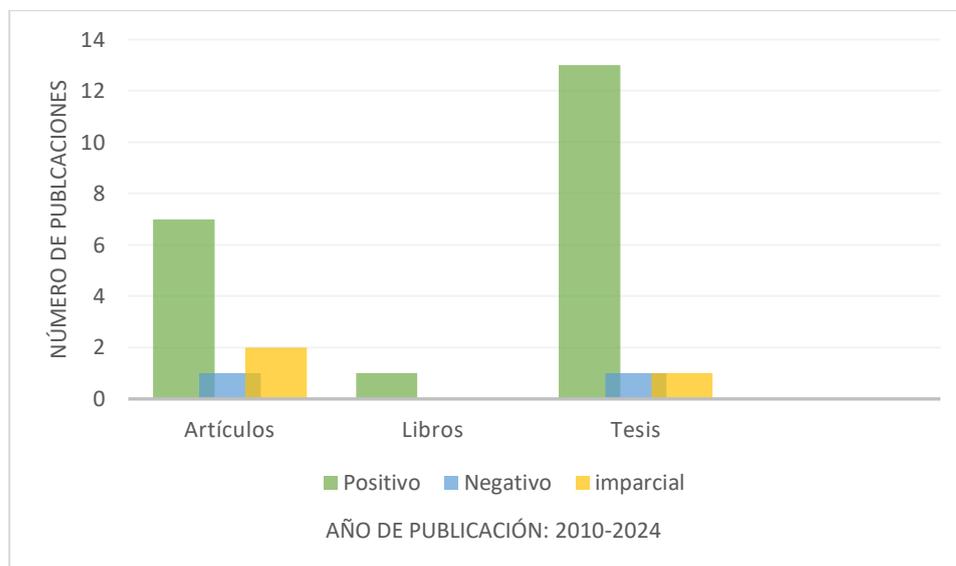


Nota. Tipos de documentos encontrados en investigaciones realizadas en relación con el tema de estudio.

La Figura 3 exhibe los resultados derivados de la revisión documental vinculada al tema de investigación, presentando una clasificación según el tipo de documento hallado. En este contexto, el color azul indica estudios realizados para tesis, siendo el mayor porcentaje relacionado al tema de investigación; el color naranja corresponde a artículos científicos con relevancia; mientras que el color verde se asigna a libros, siendo el mínimo porcentaje con información para el estudio. Es relevante destacar que, en la mayoría de estudios seleccionados se resalta la importancia de la integración de PhET como un software dinámico, gratuito y fácil de usar.

Figura 4.

Autores que estudiaron la herramienta digital PhET en la enseñanza-aprendizaje de la Física.



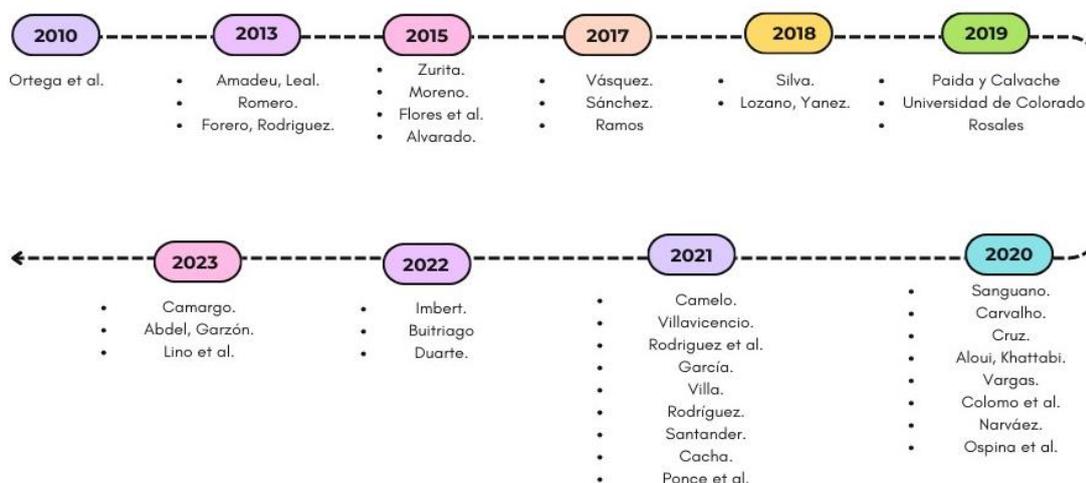
Nota. Representación de la cantidad de literatura seleccionada.

La gráfica representa información detallada del tema de investigación, de los cuales las barras de color verde hacen referencia a los trabajos en los que se evidencia resultados positivos con respecto a la implementación del simulador PhET en la enseñanza aprendizaje de Física, las barras de color amarillo hacen referencia a las investigaciones que presentan resultados imparciales (es decir ni positivos ni negativos) con respecto al tema investigado, por otro lado las barras de color azul permiten evidenciar los trabajos que mencionan que no existen resultados positivos al implementar la herramienta digital PhET en el proceso de enseñanza aprendizaje.

El gráfico siguiente se creó para destacar la progresión de las investigaciones recientes sobre el uso de simuladores virtuales, especialmente la herramienta educativa PhET en el estudio de la Física. Esto se ha logrado a través de una línea de tiempo que resume el enfoque de varios autores, facilitando un abordaje conciso de los objetivos de investigación, como se detalla en la figura adjunta.

Figura 5.

Línea de tiempo de los documentos utilizados



Nota. Línea de tiempo de los documentos utilizados.

Según esta representación visual de los resultados, se puede afirmar que en los últimos años ha habido un aumento en la frecuencia de estudios relacionados con el tema de investigación. Este fenómeno podría atribuirse a las recientes actualizaciones tecnológicas y a las innovaciones propuestas para mejorar de manera continua el proceso de enseñanza y aprendizaje a nivel mundial

De los autores más relevantes de la línea de tiempo se obtiene como resultado que los autores Ortega et al (2010), Amadeu y Leal (2013), Zurita (2015) señalan que la introducción de programas de simulación en cursos de Física ha demostrado resultados positivos. Estas simulaciones computarizadas son un complemento valioso para los métodos de enseñanza convencionales al proporcionar a los estudiantes una visualización de actividades que de otro modo serían difíciles de llevar a cabo. La integración de simuladores educativos en la enseñanza de la física tiene el potencial de mejorar significativamente el desarrollo de las prácticas de laboratorio en esta materia y así mismo mejorar el aprendizaje.

No obstante, Sánchez (2017), Bezerra et al (2020) en sus investigaciones señalan que la utilización de la herramienta digital PhET no tiene un impacto discernible, ya sea positivo o negativo, en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Esto se basa en la falta de variación en los resultados obtenidos a través de la aplicación de pruebas previas y posteriores al uso de la herramienta.

Según investigadores como Ponce et al (2021), Cacha et al (2021), y Santander (2021), el uso de PhET en la enseñanza de la Física facilita la interacción directa con los estudiantes,

proporcionándoles retroalimentación y evaluación de sus progresos. Además, permite la visualización dinámica que influye en el desarrollo de habilidades a través de prácticas interactivas. Esta herramienta también optimiza la gestión del tiempo para impartir una cantidad significativa de conocimiento, permitiendo enfoques diferenciados en el trabajo educativo y promoviendo la autonomía en el proceso de aprendizaje.

En contraste, según las observaciones de Villa (2021), Cajas (2020), y Cruz (2020), PhET exhibe diversas fortalezas y debilidades que inciden directamente en el proceso de enseñanza aprendizaje. Una de las debilidades más significativas es la necesidad de conexión a internet de manera continua en ausencia de la instalación de la versión Java. Además, las actividades descargadas carecen de la capacidad de ser modificadas, y para acceder a información adicional y guías se requiere realizar donaciones al proyecto.

7. Discusión

En cuanto a la discusión de resultados se consideró la información de la fundamentación teórica recolectada mediante la revisión documental acorde a las categorías conceptuales luego de seguir el proceso metodológico indicado en los apartados anteriores con la finalidad de dar respuestas a los objetivos y preguntas específicas de la investigación.

Los resultados obtenidos en la revisión documental provienen del análisis de diferentes documentos, donde se contrastó la enseñanza y el aprendizaje de la Física mediante el uso de herramientas digitales, en el cual los estudiantes puedan hacer uso de la tecnología como elemento formador de su profesión, estimando de esa manera el trabajo cooperativo mediante la comunicación de ideas para desarrollar un aprendizaje mutuo.

En los artículos revisados se evidencia que sí hay un aporte significativo por parte de la herramienta digital PhET en cuanto a la enseñanza de la Física, en los que se concluyeron que los simuladores PHET presentan un mayor grado de adaptabilidad al contexto, aporte al cumplimiento de los objetivos de aprendizaje y competencias a desarrollar dentro del proceso educativo (Rodríguez, 2020; Ayala y Ospina, 2020; Ponce et al. 2021).

Sin embargo, también se encontraron artículos en los que se menciona que el uso de la herramienta digital PhET no aporta de manera positiva ni negativa en el proceso de enseñanza y aprendizaje dado que no existe variación en los resultados obtenidos mediante la aplicación de pretest y postest (Bezerra et al. 2020; Sánchez, 2017).

En el caso de las tesis en dichos trabajos se realizaron análisis experimentales y cuasi experimentales se encontró que por su parte el implementar el simulador PhET en el aprendizaje de los estudiantes de cierta manera cimienta las bases para la comprensión de temas más complejos, dado que las simulaciones interactivas PhET permiten ser un puente conceptual entre la teoría y las actividades de laboratorio, influyendo significativamente en el aprendizaje, mejorando la comprensión y la interacción entre docente estudiante, influyendo en el desarrollo de las prácticas y favoreciendo la praxis educativa. Además, en los resultados de dichas investigaciones se pudo observar un cambio al lograr un aprendizaje cooperativo con los estudiantes mediante talleres educativos, dado que el uso del simulador PhET influyó significativamente en el aprendizaje, abriendo un abanico de posibilidades con esta estrategia de enseñanza-aprendizaje (López y Orozco, 2017; Paidá y Calvache, 2019; Sanguano, 2021; Vargas, 2020).

Por otro lado, con respecto a la segunda pregunta de investigación, con base en la revisión documental se pudo constatar que la herramienta digital PhET a pesar de ser un recurso

didáctico para el aprendizaje de Física posee fortalezas y debilidades, mismas que influyen en la enseñanza personalizada, donde los estudiantes pueden repetir la guía de simulación fuera del aula hasta que obtienen un aprendizaje importante, realizar investigaciones específicas a través de estrategias explicativas, conflictos cognitivos y comparaciones de modelos estructurados (Cajas, 2020; Cruz, 2020; Villa, 2021).

Como resultado, con base a la revisión documental y fundamentación teórica con respecto a las opiniones de diversos autores se pudo dar cumplimiento a los objetivos propuestos en la investigación, justificando de esa manera plantear una alternativa didáctica para la enseñanza de Mecánica I de Física, particularmente sobre el tema Leyes de Kepler.

8. Conclusiones

Con base en los objetivos planteados para la investigación se han obtenido conclusiones significativas que aportan al conocimiento y la mejora de las prácticas educativas. A continuación, se presentan las principales conclusiones derivadas de cada objetivo:

- La herramienta digital PhET se utiliza como recurso educativo interactivo en el proceso de enseñanza aprendizaje de Física para estudiantes de tercero de Bachillerato General Unificado. A través de simulaciones interactivas, PhET permite a los estudiantes explorar conceptos físicos de manera práctica y visual. Los docentes pueden utilizar PhET para demostrar y visualizar conceptos abstractos, fomentar la participación de los estudiantes y promover el aprendizaje autónomo.
- La indagación de las fortalezas y debilidades de la herramienta digital PhET revela un potencial significativo para enriquecer la comprensión de conceptos complejos. Entre las fortalezas se encuentran la interactividad, la visualización de fenómenos físicos complejos, la capacidad de experimentación virtual y la motivación que genera en los estudiantes. Sin embargo, se han identificado debilidades en cuanto a la profundidad de contenido, la adaptabilidad a diferentes estilos de aprendizaje y la necesidad de una guía física complementaria para su uso efectivo.
- La propuesta de incorporar la herramienta digital PhET como estrategia metodológica para mejorar el aprendizaje del bloque curricular Mecánica I en la asignatura de Física para estudiantes de Tercero de Bachillerato General Unificado se presenta como una alternativa pedagógica innovadora y prometedora.

9. Recomendaciones

- Que los docentes consideren el uso de los simuladores virtuales de forma más frecuente en la asignatura de Física, especialmente en Mecánica I, porque este será un recurso ventajoso para un aprendizaje más dinámico e innovador que promueve la experimentación y la investigación por descubrimiento.
- La enseñanza de la Física debe buscar la innovación, para poder promover la motivación de los jóvenes e incentivar a la creatividad con la realización de prácticas de laboratorio de manera virtual, promoviendo la participación individual y el trabajo en equipo.
- Para maximizar los beneficios de PhET, se recomienda fomentar la colaboración entre docentes, permitiendo el intercambio de mejores prácticas y estrategias exitosas en la integración de esta herramienta. Esto puede facilitarse a través de plataformas educativas en línea, talleres o reuniones educativas locales.

10. Bibliografía

- Alvarado, C. (2015). Ambientes de aprendizaje en Física: Evolución hacia ambientes constructivistas. *Latin-American Journal of Physics Education*, 9. http://www.lajpe.org/jul15/S1203_Alvarado_2015.pdf
- Benítez, Y., y Mora, C. (2011). Enseñanza tradicional vs aprendizaje activo para alumnos de ingeniería. *Revista Cubana de Física*, 27(2A), 175. <https://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/10702/1/RCF27-2A-2010-175.pdf>
- Bernardini, E. (2010). Leyes de Kepler. *Astronomía Sur*, 1–5. <http://www.astrosurf.com/astronosur/planetas1.htm>
- Bezerra, B., Nunes, B., Freitas, J., y Cunha, M. (2020). El uso de Aplicaciones Interactivas como herramienta didáctica para la enseñanza de la Física en las clases de primer año de secundaria. *Revista Extensão y Sociedade*, 11(1), 27–34. <https://doi.org/10.21680/2178-6054.2020v11n1id19373>
- Bueno, P., y Landa, V. (2004). Aprendizaje basado en problemas. *Theoria*, 13, 145–157. <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/574>
- Cacheiro, M. (2018). *Educación y tecnología: estrategias didácticas para la integración de las TIC*. UNED.
- Cajas, B. (2020). *Uso de simuladores para el estudio de mecánica de sólidos en los estudiantes de primero de bachillerato del Colegio Universitario "UTN", periodo académico 2019-2020* [Tesis de Licenciatura, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio institucional de la Universidad Técnica del Norte. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10542>
- Camarena, A., Ramírez, M., y Moreno, C. (2005). El aprendizaje operatorio en el tema de los mecanismos. *Cinetífica*, 9(2), 99–103. <https://www.redalyc.org/pdf/614/61490207.pdf>
- Camelo, T. (2020). *Incorporación del simulador PhET para fortalecer el Aprendizaje significativo del movimiento parabólico en física del grado décimo* [Tesis de Mestría, Universidad de Santaner]. Repositorio institucional de la Universidad de Santaner. <https://repositorio.udes.edu.co/handle/001/6467>
- Campelo, J. (2003). Un Modelo Didáctico para Enseñanza Aprendizaje de la Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 25(1). <https://www.scielo.br/j/rbef/a/NGszBmpcgVWR9PDwHp4rRjk/?lang=es>
- Casadei, L., Cuicas, M., Debel, E., y Alvarez, Z. (2008). La simulación como herramienta de aprendizaje en Física. *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas En Educación"*,

- 2(2), 1–27. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44713044007>
- Castillo, E. (2016). El rol del docente y el uso de las TIC. Por Esperanza Castillo » ÁVACO. AVACO. <https://avaconews.unibague.edu.co/el-rol-del-docente-y-el-uso-de-las-tic-por-esperanza-castillo/>
- Cruz, E. (2020). *Aprendizaje significativo del área de ciencia y tecnología (física), a través de laboratorio y simulación en el software Phet en estudiantes del 5° grado de secundaria-I. E. Eusebio Corazao de Lamay, 2019* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. <http://200.48.82.27/handle/20.500.12918/5536>
- Díaz, J. E. (2018). Aprendizaje de las Matemáticas con el uso de Simulación. *Sophia*, 14(1), 22–30. <https://doi.org/10.18634/SOPHIAJ.14V.1I.519>
- Díaz Pinzón, J. E. (2017). Importancia de la simulación Phet en la enseñanza y aprendizaje de fracciones equivalentes. *Revista Educación y Desarrollo Social*, 11(1), 48–63. <https://doi.org/10.18359/reds.2011>
- Dueñas, V. (2001). El aprendizaje basado en problemas como enfoque pedagógico en la educación en salud. *Colombia Médica*, 32(4), 189–196. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28332407>
- Escribano, A., y Valle, A. del. (2015). El aprendizaje basado en problemas : una propuesta metodológica en educación superior. *Revista de Pedagogía de La Universidad de Salamanca*, 15.
- Fasce, E., Calderón, M., Braga, L., Orúe, M., Mayer, H., Wagemann, H., y Cid, S. (2001). Utilización del aprendizaje basado en problemas en la enseñanza de física en estudiantes de medicina. Comparación con enseñanza tradicional. *Revista Médica de Chile*, 129(9), 1031–1037. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872001000900008>
- Flores, S., Chávez, J., Luna, J., González, M., González, V., y Hernández, A. (2015). El aprendizaje de la física y las matemáticas en contexto. *Cultura Científica y Tecnológica*, 24. <http://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/415>
- Giancoli, D. (2006). *Física: principios con aplicaciones*. Pearson Prentice Hall. <http://up-rid2.up.ac.pa:8080/xmlui/handle/123456789/1419>
- Lawson, A. E. (1994). Uso de los ciclos de aprendizaje para la enseñanza de destrezas de razonamiento científico y de sistemas conceptuales. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 12 (2). In *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas* (Vol. 12, Issue 2).

- <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=94778%0A>
- López, D., y Orozco, J. (2017). Clases Interactivas Demostrativas con el uso de simulaciones PhET para Mecánica en Preparatoria. *Latin-American Journal of Physics Education*, 11(2). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6353441%0A>
- MINEDUC. (2019). *Currículo de los Niveles de Educación Obligatoria* (Segunda Ed, Vol. 1). <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/09/BGU-tomo-1.pdf>
- Moreno, M. (2015). “*Diseño de un simulador y actividades didácticas en el TLC de ciencias II (Física) para Secundaria y Bachillerato Internacional*” [Tesis de licenciatura, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla]. Repositorio institucional de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. <https://hdl.handle.net/20.500.12371/8830>
- Paida, M. K., y Calvache, K. Y. (2019). *Aplicación del Simulador Phet en el proceso de enseñanza-aprendizaje del movimiento parabólico*. [Tesis de licenciatura, Universidad de Guayaquil]. Repositorio institucional de la Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/39207>
- Pedraza, D. (2021). *Te muestro como Pienso la Física* [Archivo de video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=HD0Hv9A3md4&t=366s>
- Pérez, L. (2006). Implementación de ambientes simulados de aprendizaje en la enseñanza de la química experimental. *Perspectivas Docentes*, 31. <https://revistas.ujat.mx/index.php/perspectivas/article/view/1444>
- Ponce, Y., Martínez, Y., Rodríguez, L., y Garriga, A. (2021). Uso de las simulaciones interactivas PhET en la disciplina Física para Ingeniería Forestal. *IV Conferencia Científica Internacional UCIENCIA 2021*. <https://repositorio.uci.cu/handle/123456789/9818>
- Poot-Delgado, C. A. (2013). Retos Del Aprendizaje Basado En Problemas. *Enseñanza e Investigación En Psicología*, 18(2), 307–314. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29228336007>
- Prensky, M. (2011). *Enseñar a nativos digitales. Una propuesta pedagógica para la sociedad del conocimiento* (Primera ed). Ediciones SM.
- Rodríguez, K. P., Maya, M. A., y Jaén, J. S. (2012). Educación en Ingenierías: de las clases magistrales a la pedagogía del aprendizaje activo. *Engineering Education: From Traditional Teaching to the Active Learning Pedagogy*, 30(1), 125–142. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-34612012000100008

- Rodríguez, M. L. (2008). La teoría del aprendizaje significativo en la perspectiva de la psicología cognitiva. In *Editorial Octaedro* (Primera).
- Rodríguez, R. (2018). Los modelos de aprendizaje de Kolb, Honey y Mumford: implicaciones para la educación en ciencias. *Sophia*, *14*(1), 51–64. <https://doi.org/10.18634/sophiaj.14v.1i.698>
- Romero, A. (2013). Las estrategias de aprendizaje y la física | Vida Científica Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 4. *Vida Científica Boletín Científico De La Escuela Preparatoria* No. 4, 1(2). <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa4/article/view/1783>
- Rosado, L., y Herreros, J. R. (2005). Nuevas aportaciones didácticas de los laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la Física. *Recent Research Developments in Learning Technologies*, *1*, 1–5. <http://www.formatex.org/micte2005>
- Rosales, A. (2019). *Incidencia del uso de estrategias metodológicas teórico- experimentales por parte de los docentes de Física en el aprendizaje del bloque curricular Mecánica I en los estudiantes de Tercero de Bachillerato General Unificado de la Unidad Educativa del Milen* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Loja. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/22296>
- Sánchez, I., Moreira, M. A., y Caballero, C. (2009). Implementación de una propuesta de aprendizaje significativo de la Cinemática a través de la resolución de problemas. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, *17*(1), 27–41. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052009000100004>
- Sánchez, R. (2017). Propuesta didáctica de aprendizaje del movimiento de un proyectil con simulación PhET y Aprendizaje Activo para estudiantes de Nivel Medio Superior. *Latin-American Journal of Physics Education*, *11*(2), 30. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6353449>
- Sanguano, C. (2021). *Uso de los simuladores PHET para mejorar el aprendizaje de la Física* [Tesis de Mestría, Tecnológico de Monterrey]. Repositorio institucional del Tecnológico de Monterrey. <https://repositorio.tec.mx/handle/11285/645239>
- Santander, B. (2021). *Uso de simuladores como recurso didáctico para el aprendizaje de las leyes de Newton en los estudiantes de tercer semestre de la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales Matemática y Física en el periodo académico 2021-2021* [Tesis de Licenciatura, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio institucional de la

- Universida Central del Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/26395>
- Serra, R., Llovera, J., Moreno, A., Souza, D., y Muramatsu, M. (2019). *Aprender Física jugando*. <https://www.researchgate.net/publication/331177820>
- Vargas, J. (2020). *Utilización de simulador PhET para el aprendizaje de las leyes de Newton* [Tesis de titulación, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio institucional de la Universidad Central del Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/21810>
- Vásquez, V. (2017). *Efectividad del Uso de las Tic en la Enseñanza-Aprendizaje de la Primera y Segunda Ley de Newton* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/63012>
- Villa, S. (2021). *Los simuladores virtuales como recurso didáctico para el aprendizaje de físico química con estudiantes de quinto semestre de la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Química Y Biología, Periodo Noviembre 2020- abril 2021* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Chimborazo]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Chimborazo. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/7558>
- Villavicencio, J. (2021). *Implementación del Laboratorio Virtual basado en Simulación PhET para la mejora del rendimiento académico en la asignatura de Física. Estudio de caso: Unidad Educativa José Domingo de Santistevan* [Tesis de Maestría, Tecnológico de Monterrey]. Repositorio institucional del Tecnológico de Monterrey. <https://repositorio.tec.mx/handle/11285/637309>
- Viñals, A., y Cuenca, J. (2016). El rol del docente en la era digital. *Revista Interuniversitaria de Formación Del Profesorado*, 86(2), 103–114.
- Yáñez, A. (2018). *Simulador PhET en la enseñanza de las cargas eléctricas en movimiento en los estudiantes de tercerode Bachillerato de la Unidad Educativa “Paúl Dirac”, durante el año lectivo 2017-2018* (Quito) [Tesis de licenciatura, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio institucional de la Universidad Central del Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/15336>
- Zurita, S. (2015). *Simuladores virtuales como recurso didáctico para fortalecer el aprendizaje en las prácticas de laboratorio de Física del primer año de Bachillerato del Colegio Nacional Mariano Benitez* [Tesis de Maestria, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. Repositorio institucional de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <https://repositorio.pucesa.edu.ec/handle/123456789/1196>

11. Anexos

Anexo 1. Propuesta de mejora.



Universidad
Nacional
de Loja

FACULTAD DE LA EDUCACIÓN, EL ARTE Y LA COMUNICACIÓN

CARRERA DE PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS
EXPERIMENTALES: MATEMÁTICAS Y LA FÍSICA

Guía didáctica de uso del simulador PhET para el
aprendizaje de las leyes de Kepler en la asignatura de
Física de Tercero de Bachillerato General Unificado

Autora:

Evelyn Fernández

Índice

Presentación	4
Objetivo	5
Justificación	5
Desarrollo.....	6
Procedimiento para ingresar a PhET	6
<i>Entorno oficial de PhET</i>	6
Fundamentación de contenidos	18
Primera Ley de Kepler	18
Segunda Ley de Kepler.....	19
Tercera Ley de Kepler	20
Resultados esperados	23
Bibliografía	24

Índice de Figuras

Figura 1: <i>Entorno oficial de PhET</i>	6
Figura 2: <i>Seleccionar las simulaciones de Física</i>	6
Figura 3: <i>Opciones de asignatura, grado escolar y compatibilidad</i>	7
Figura 4: <i>Seleccionar Leyes de Kepler</i>	7
Figura 5: <i>Interfaz de la plataforma PhET “Leyes de Kepler”</i>	8
Figura 6: <i>Interfaz de la simulación: Leyes de Kepler</i>	8
Figura 7: <i>Pantalla Primera Ley de Kepler</i>	9
Figura 8: <i>Herramientas del simulador: Primera Ley de Kepler</i>	9
Figura 9: <i>Pantalla principal del simulador PhET</i>	10
Figura 10: <i>Órbita objetivo</i>	11
Figura 11: <i>Distancia entre focos</i>	11
Figura 12: <i>Excentricidad de la elipse</i>	12

Figura 13: <i>Excentricidad uno.</i>	12
Figura 14: <i>Excentricidad cero.</i>	13
Figura 15: <i>Pantalla Segunda Ley de Kepler</i>	13
Figura 16: <i>Herramientas del simulador: Segunda Ley de Kepler</i>	14
Figura 17: <i>Área Barrida.</i>	14
Figura 18: <i>Cambiar condiciones iniciales, Segunda Ley de Kepler</i>	15
Figura 19: <i>Pantalla Tercera Ley de Kepler</i>	15
Figura 20: <i>Herramientas del simulador: Tercera Ley de Kepler</i>	16
Figura 21: <i>Cambiar condiciones iniciales Tercera Ley de Kepler.</i>	16
Figura 22: <i>Hacer coincidir órbitas.</i>	17
Figura 23: <i>Cumplimiento de la Tercera Ley de Kepler.</i>	17
Figura 24: <i>Primera ley de Kepler.</i>	19
Figura 25: <i>Segunda Ley de Kepler.</i>	20
Figura 26: <i>Ejercicio de excentricidad.</i>	21
Figura 27: <i>Identificar características</i>	21
Figura 28: <i>Simulación Tercera Ley de Kepler.</i>	22

Presentación

La siguiente propuesta se enfoca en los docentes y estudiantes, con el objetivo de mejorar el proceso de aprendizaje de Física en el estudio de Mecánica I. Además, busca proporcionar definiciones importantes y ejercicios que faciliten la comprensión de conceptos a través de ejemplos prácticos que pueden ser trabajados utilizando el simulador PhET. En este sentido, se propone el uso de una guía didáctica basada en la utilización del simulador PhET para enseñar las leyes de Kepler en la asignatura de Física de Tercero de Bachillerato General Unificado.

Esta propuesta innovadora busca adaptarse a los cambios actuales en la educación y aprovechar las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) como herramientas para el proceso de enseñanza aprendizaje. Está fundamentada en el enfoque tecnopedagógico basado en los lineamientos del constructivismo, promoviendo un aprendizaje activo y significativo. Se utiliza la metodología ACC (Activación - Construcción - Consolidación del conocimiento) como estrategia principal, involucrando el uso del simulador PhET para la resolución de prácticas relacionadas con las Leyes de Kepler. Su ejecución dependerá del contexto educativo, adaptándose a las necesidades y recursos disponibles.

Para el desarrollo de la misma, se ha considerado importante la creación de una guía didáctica que sigue la siguiente estructura: Presentación, que establece el contexto y propósito de la propuesta. A continuación, se incluye el objetivo, que sirven como guía para el trabajo a realizar. La justificación detalla las razones que respaldan el desarrollo de la guía didáctica y el desarrollo que proporciona una breve descripción de las leyes de Kepler.

Se presentan los resultados esperados que se desean alcanzar a través de la implementación de la propuesta. La bibliografía incluye las fuentes utilizadas para respaldar el contenido de la guía didáctica.

Finalmente, se incluyen los anexos, que constan de una planificación microcurricular que proporciona una estructura organizada para que los docentes puedan planificar su clase, teniendo en cuenta los objetivos, destrezas, competencias, metodologías, contenidos, recursos y evaluación. Además, se incluye una práctica de laboratorio virtual y un informe de prácticas.

Objetivo

Fomentar el uso de la herramienta digital PhET para el aprendizaje de las Leyes de Kepler en los estudiantes de Tercero de Bachillerato General Unificado.

Justificación

La propuesta está enfocada a implementar las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la enseñanza de Física a través de recursos y herramientas digitales, con el fin de facilitar la comprensión de los temas de Mecánica I, especialmente las Leyes de Kepler. En este sentido, se considera pertinente desarrollar una guía didáctica que incluya una planificación microcurricular y una práctica de laboratorio virtual.

La guía didáctica se centra en la utilización del simulador PhET para el aprendizaje de las Leyes de Kepler, haciendo énfasis en el movimiento planetario y así pueden ser adaptadas a simulaciones digitales. Con este enfoque, se busca impactar la práctica educativa, transformando la forma de enseñar por parte de los maestros y la forma diferenciada de aprender por parte de los alumnos. PhET se presenta como una herramienta que los docentes pueden considerar para generar un aprendizaje significativo, basado en la participación, el descubrimiento y la indagación de los contenidos de la asignatura de Física para Tercero de BGU.

Para desarrollar esta guía didáctica, se realizó una Planificación microcurricular (Anexo 1.1) que aborda la explicación de las tres leyes de Kepler y la ley de gravitación universal de Newton, a partir de las observaciones de Tycho Brahe sobre el planeta Marte y el concepto de campo gravitacional. También se analizan las semejanzas y diferencias entre el movimiento de la Luna y los satélites artificiales utilizando simuladores. Además, se proporciona una práctica de laboratorio virtual (Anexo 1.2) que combina la teoría y la práctica mediante la herramienta digital PhET. En el Anexo 1.3 se incluye la plantilla del informe de práctica.

Procedimiento para ingresar a PhET

1. Para acceder al simulador virtual PhET se ingresa a través del siguiente enlace <https://phet.colorado.edu/es/>, donde existe varios tipos de simulaciones a conveniencia de los actores educativos (docentes y estudiantes).

Figura 1:

Entorno oficial de PhET



Nota. La figura indica la página oficial de PhET. Fuente: sitio web de PhET.

(<https://phet.colorado.edu/es/>)

2. En la página oficial, seleccionar la opción simulaciones, con dar clic izquierdo se desplaza un esquema donde se debe elegir la categoría Física.

Figura 2:

Seleccionar las simulaciones de Física.



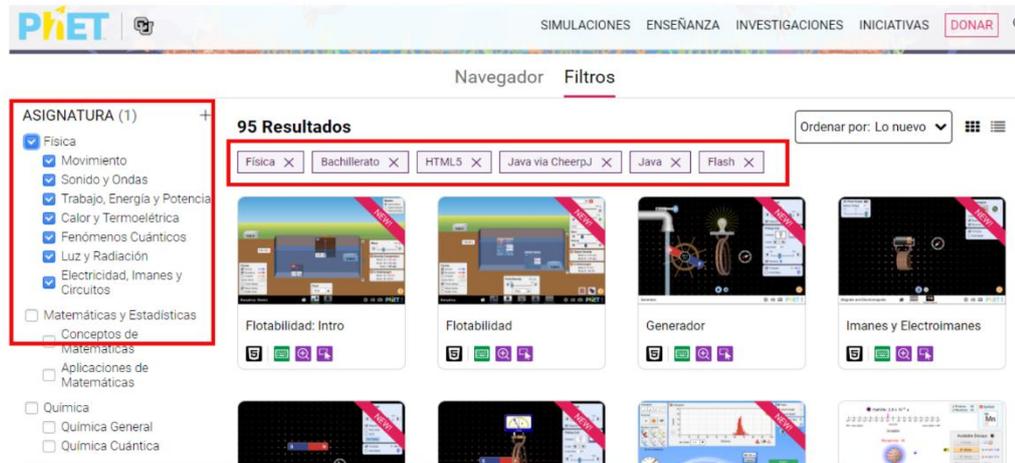
Nota. Recorte de pantalla del entorno del software PhET

(<https://phet.colorado.edu/es/>)

3. En la parte izquierda de la pantalla, desde el campo ASIGNATURA seleccionar el casillero de Física, en el campo GRADO ESCOLAR seleccionar Bachillerato, y en el campo MODO COMPATIBILIDAD seleccionar todas las opciones.

Figura 3:

Opciones de asignatura, grado escolar y compatibilidad.



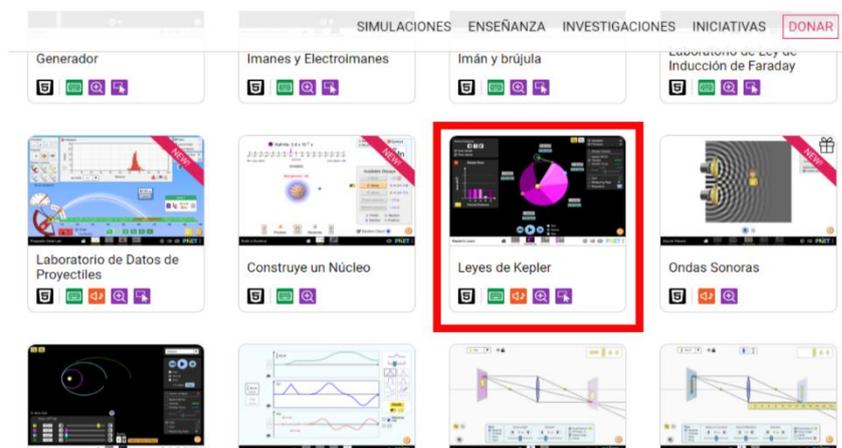
Nota. Recorte de pantalla del entorno del software PhET.

<https://phet.colorado.edu/es/simulations/filter?subjects=physics&type=html>

4. Seleccionar la simulación que más se ajuste al tema que se desee abordar, en este caso seleccionamos “Leyes de Kepler”.

Figura 4:

Seleccionar Leyes de Kepler.



Nota. Recorte de pantalla del entorno del software PhET

<https://phet.colorado.edu/es/simulations/keplers-laws>

5. Se abre la ventana principal de la simulación, donde se puede explorar y manipular todas las opciones.

Figura 5:

Interfaz de la plataforma PhET "Leyes de Kepler"



Nota. Se muestra una interfaz de la plataforma PhET, "Leyes de Kepler" en donde se encuentran las distintas opciones que brinda. (<https://phet.colorado.edu/es/simulations/keplers-laws/about>).

6. Para trabajar con la simulación se hace clic derecho en el botón de reproducción.

Figura 6:

Interfaz de la simulación: Leyes de Kepler.



Nota. Recorte de pantalla del entorno del software PhET (<https://phet.colorado.edu/es/simulations/keplers-laws/about>)

7. Posteriormente, se hace clic en la ley que se desea trabajar y explorara las opciones de cada una.

Figura 7:

Pantalla Primera Ley de Kepler.



Nota. Recorte de pantalla del entorno del software PhET

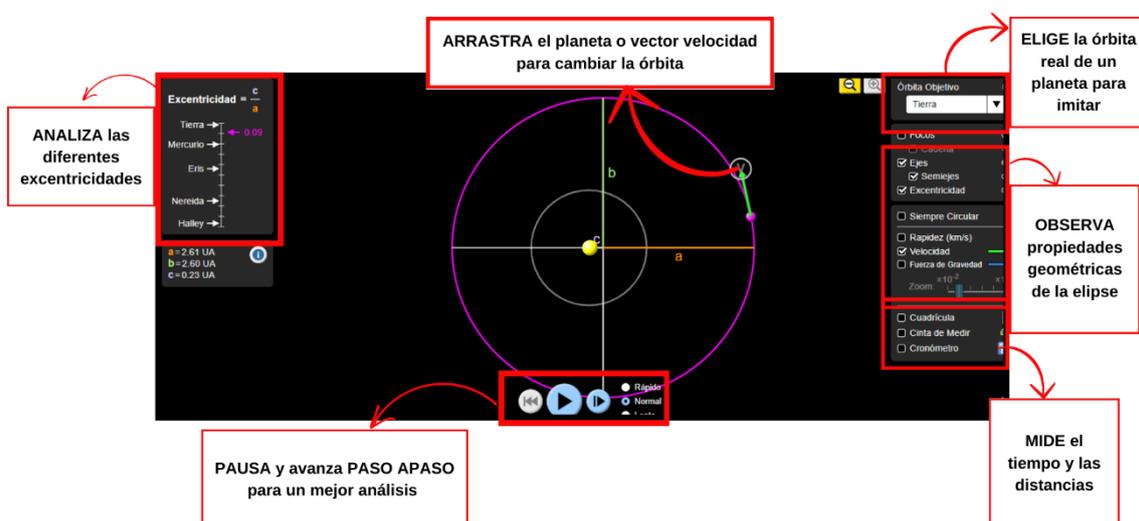
https://phet.colorado.edu/sims/html/keplers-laws/latest/keplers-laws_all.html?locale=es

Herramientas del simulador

En la **Figura 8** se puede apreciar de manera general las principales herramientas del simulador PhET: Leyes de Kepler, Primera Ley de Kepler. Las cuales permiten explorar y analizar las propiedades geométricas de la órbita de un planeta cambiando su posición y velocidad.

Figura 8:

Herramientas del simulador: Primera Ley de Kepler



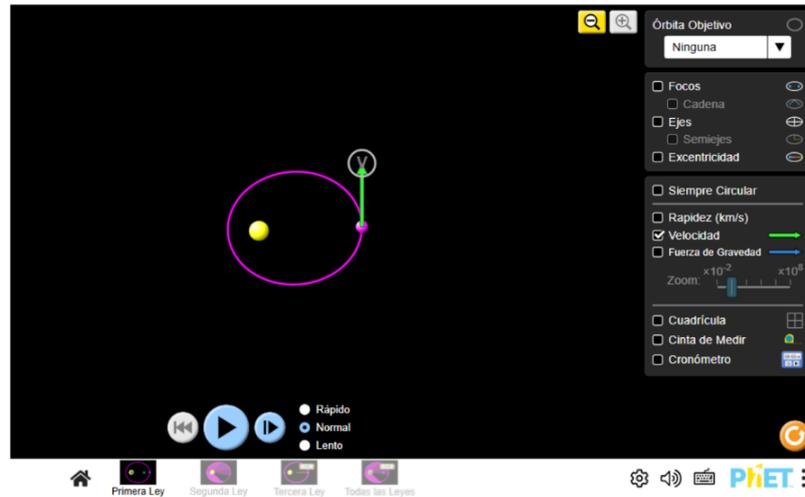
Nota. Recorte de pantalla del software PhET

https://phet.colorado.edu/sims/html/keplers-laws/latest/keplers-laws_all.html?locale=es

La primera simulación permite observar cómo las órbitas alrededor del sol son elípticas con la estrella en uno de sus focos.

Figura 9:

Pantalla principal del simulador PhET.



Nota. Recorte de pantalla del entorno del software PhET.

(https://phet.colorado.edu/sims/html/keplers-laws/latest/keplers-laws_all.html?locale=es).

En la figura 10 se puede observar que el simulador PhET nos permite cambiar las condiciones iniciales posición y velocidad inicial, y observar la órbita que describe el planeta.

Figura 10:

Cambiar condiciones iniciales



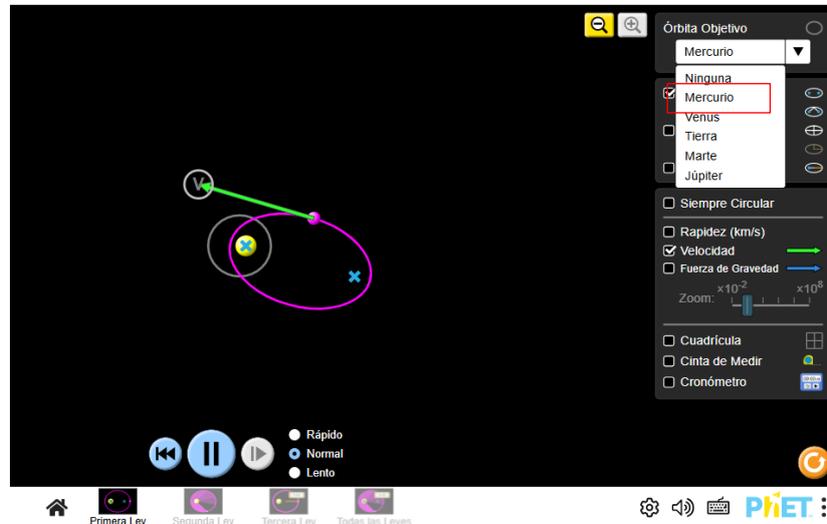
Nota. recorte de pantalla de PhET

(https://phet.colorado.edu/sims/html/keplers-laws/latest/keplers-laws_all.html?locale=es)

También podemos cambiar esas condiciones para buscar que se parezca a una órbita objetivo que corresponda a alguno de los planetas del sistema solar.

Figura 10:

Órbita objetivo.



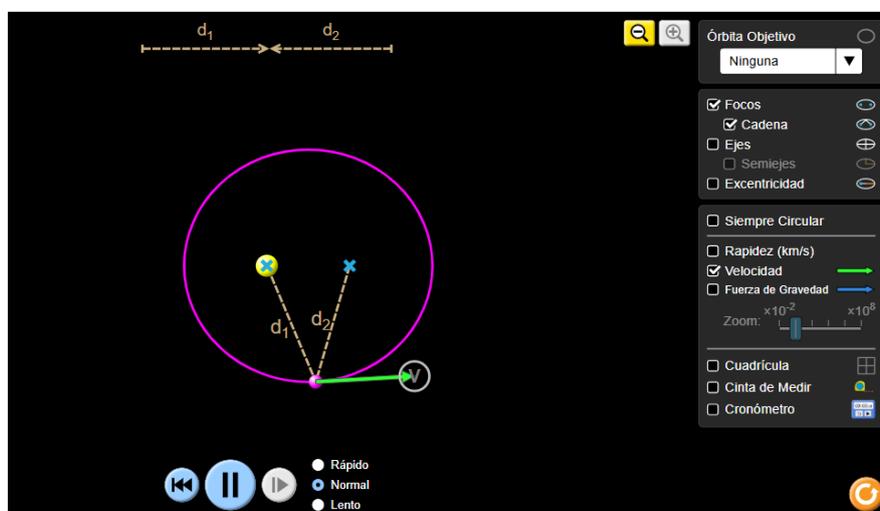
Nota. Recorte de pantalla de PhET.

(https://phet.colorado.edu/sims/html/keplers-laws/latest/keplers-laws_all.html?locale=es)

En la simulación también, se puede observar en que consiste una elipse y comprobar que se cumple la condición inicial para que lo sea. “Lugar geométrico de los puntos del plano cuya suma de distancia a otros dos fijos llamados focos es constante”

Figura 11:

Distancia entre focos.



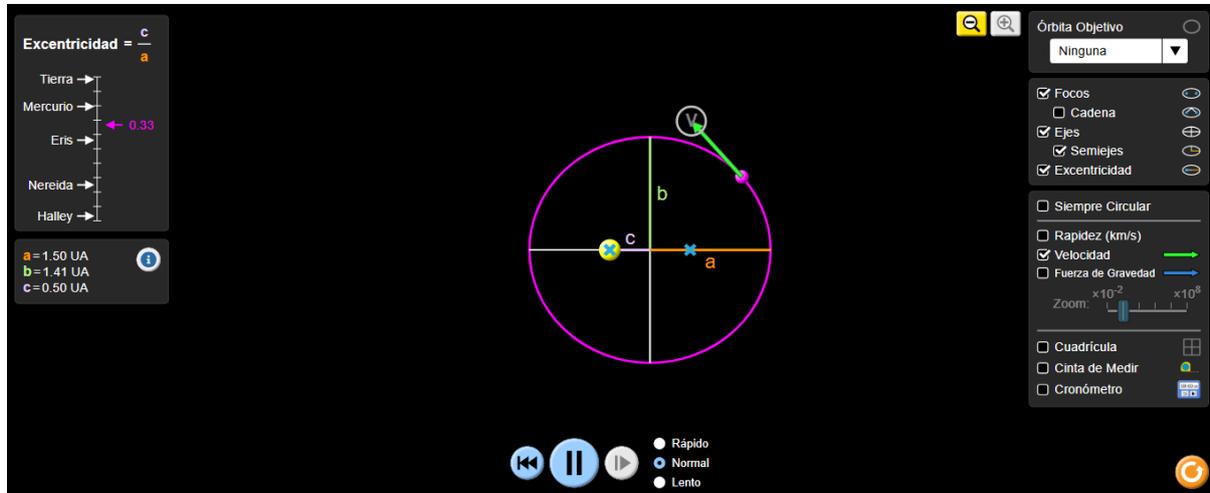
Nota. Recorte de pantalla de PhET

(https://phet.colorado.edu/sims/html/keplers-laws/latest/keplers-laws_all.html?locale=es)

También podemos tratar el concepto de excentricidad de una elipse para ver si se acerca o se aleja de ser una circunferencia. Es importante mencionar que “la excentricidad de la elipse es igual a la suma del cociente entre su semidistancia focal y su semieje mayor”

Figura 12:

Excentricidad de la elipse.



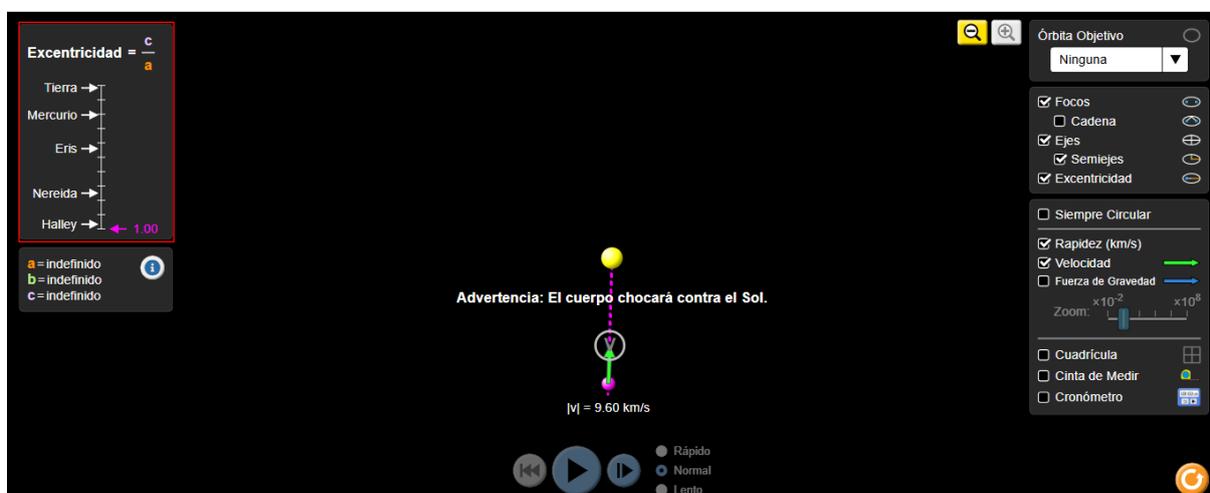
Nota. Recorte de pantalla de PhET

(https://phet.colorado.edu/sims/html/keplers-laws/latest/keplers-laws_all.html?locale=es)

Es importante señalar que la excentricidad puede tomar valores entre cero y uno, tiende a cero cuando la elipse se asemeja a una circunferencia y tiende a uno cuando se aproxima a un segmento.

Figura 13:

Excentricidad uno.

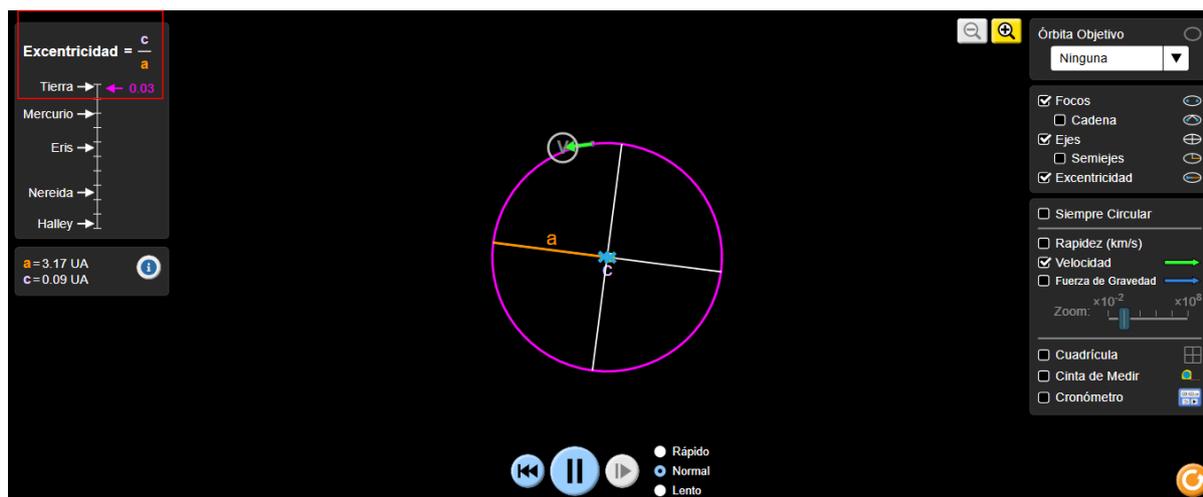


Nota. recorte de pantalla de PhET

(https://phet.colorado.edu/sims/html/keplers-laws/latest/keplers-laws_all.html?locale=es)

Figura 14:

Excentricidad cero.



Nota. Recorte de pantalla de PhET.

(https://phet.colorado.edu/sims/html/keplers-laws/latest/keplers-laws_all.html?locale=es)

Ahora avanzamos a la Segunda Ley, también conocida como la Ley de las Áreas.

Figura 15:

Pantalla Segunda Ley de Kepler

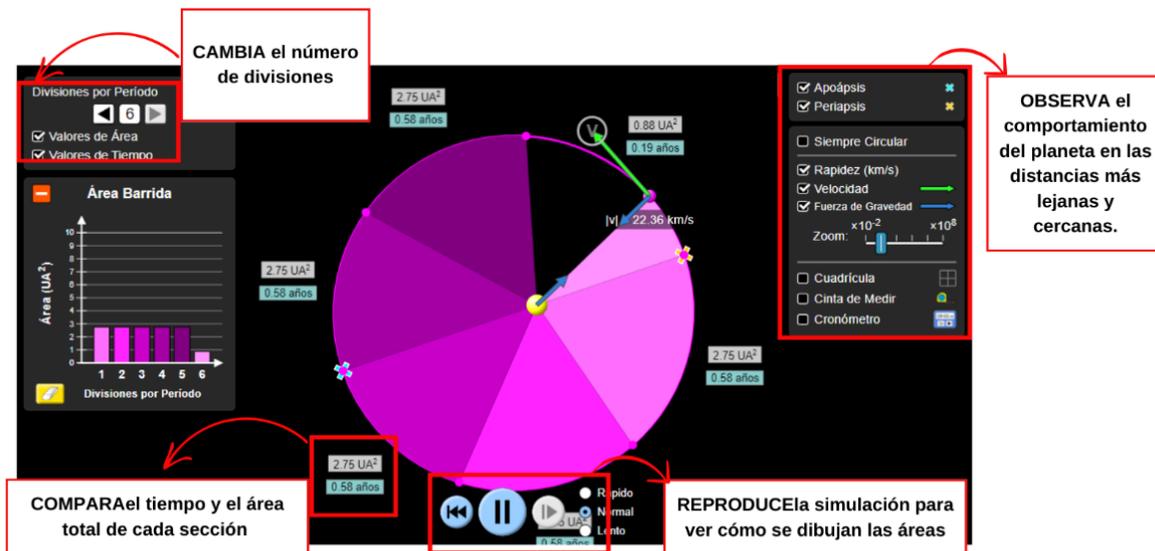


Nota. Recorte de pantalla de la Segunda Ley de Kepler.

En la **Figura 16**, se puede evidenciar que las herramientas del simulador en la Segunda Ley de Kepler permiten observar cómo el movimiento del cuerpo alrededor de la órbita resulta en el barrido de múltiples áreas equivalentes a través del mismo intervalo de tiempo, aun cuando las áreas tienen formas diferentes.

Figura 16:

Herramientas del simulador: Segunda Ley de Kepler



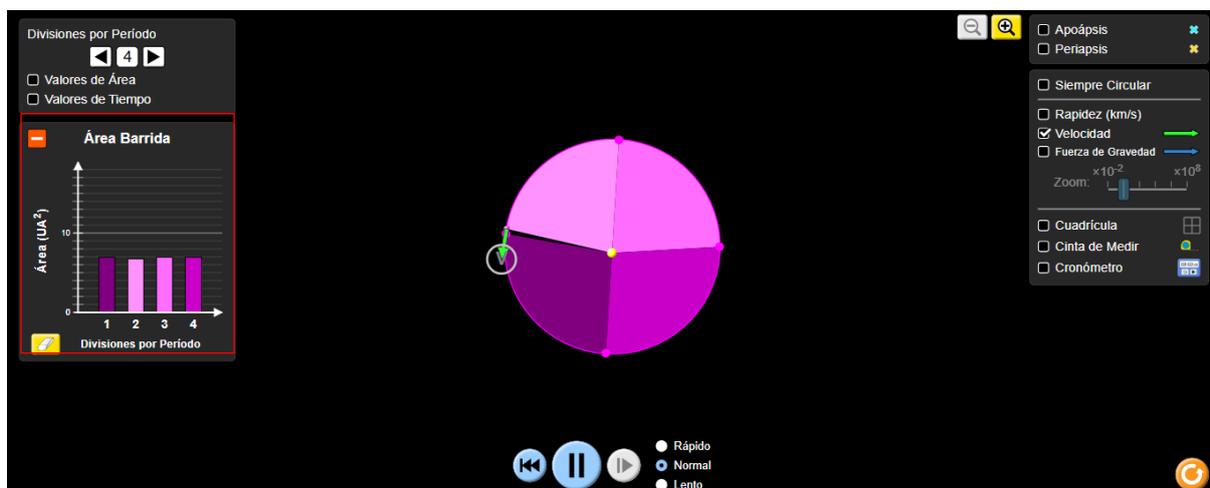
Nota. Recorte de pantalla del entorno del software PhET

https://phet.colorado.edu/sims/html/keplers-laws/latest/keplers-laws_all.html?locale=es

En esta simulación se puede observar cómo las áreas barridas en tiempos iguales son idénticas.

Figura 17:

Área Barrida.



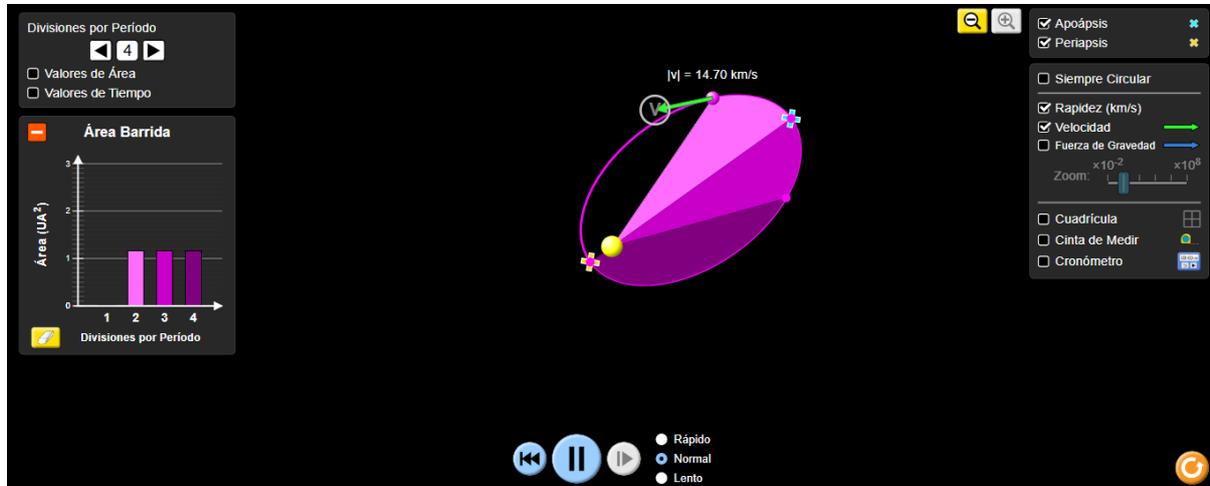
Nota. recorte de pantalla de PhET

https://phet.colorado.edu/sims/html/keplers-laws/latest/keplers-laws_all.html?locale=es

Al igual que en la simulación de la Primera Ley, se puede cambiar las condiciones iniciales del planeta para que se mueva alrededor del sol (se relaciona con la velocidad de los planetas), máxima velocidad en el perihelio y mínima velocidad en el afelio.

Figura 18:

Cambiar condiciones iniciales, Segunda Ley de Kepler



Nota. recorte de pantalla de PhET

(https://phet.colorado.edu/sims/html/keplers-laws/latest/keplers-laws_all.html?locale=es)

Finalmente, avanzamos a la Tercera Ley de Kepler conocida como Ley de los periodos.

Figura 19:

Pantalla Tercera Ley de Kepler



Nota. recorte de pantalla de PhET

(https://phet.colorado.edu/sims/html/keplers-laws/latest/keplers-laws_all.html?locale=es)

En la figura 20 se puede observar que el simulador PhET relaciona el tamaño de la órbita y el tiempo que le toma llevar a cabo una revolución completa. Más específicamente, explora cómo, al cambiar las potencias del semieje mayor de la órbita y su periodo se puede llegar a una relación lineal.

Figura 20:

Herramientas del simulador: Tercera Ley de Kepler



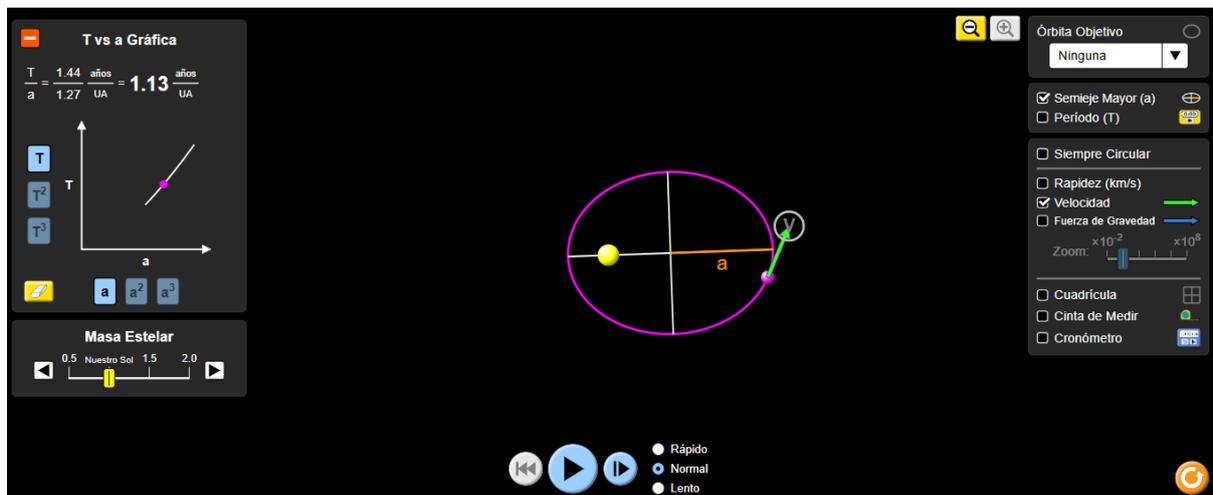
Nota. Recorte de pantalla de PhET

(https://phet.colorado.edu/sims/html/keplers-laws/latest/keplers-laws_all.html?locale=es)

En esta simulación de PhET se puede al igual que las anteriores generar la órbita a partir de las condiciones iniciales posición y velocidad.

Figura 21:

Cambiar condiciones iniciales Tercera Ley de Kepler.



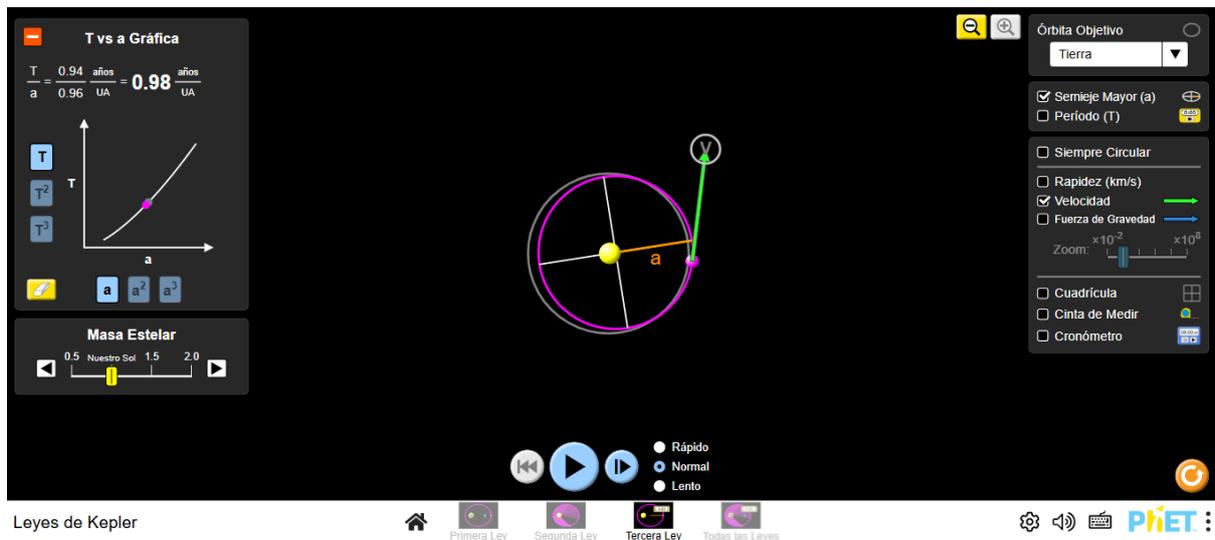
Nota. Recorte de pantalla de PhET

(https://phet.colorado.edu/sims/html/keplers-laws/latest/keplers-laws_all.html?locale=es)

También se puede hacer coincidir la órbita con la de determinados planetas.

Figura 22:

Hacer coincidir órbitas.



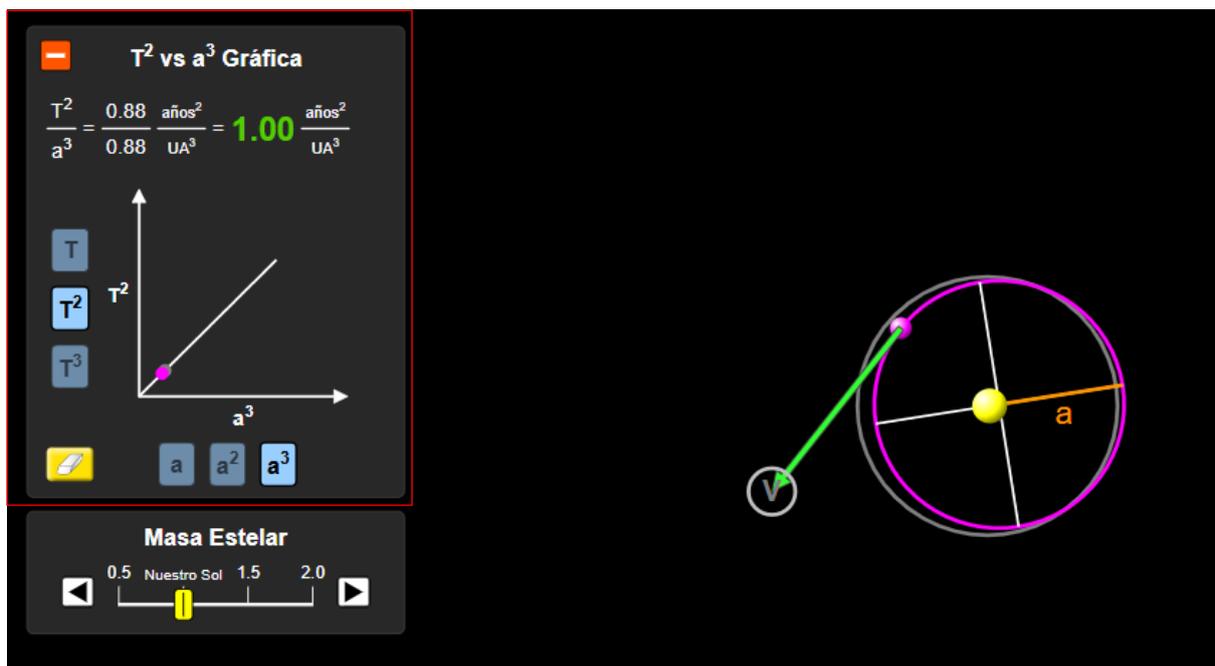
Nota. Recorte de pantalla de PhET

(https://phet.colorado.edu/sims/html/keplers-laws/latest/keplers-laws_all.html?locale=es)

Para observar si se cumple la Tercera Ley de Kepler, debemos representar el periodo al cuadrado frente al semieje mayor elevado al cubo, obteniendo una recta.

Figura 23:

Cumplimiento de la Tercera Ley de Kepler.



Nota. Recorte de pantalla de PhET

(https://phet.colorado.edu/sims/html/keplers-laws/latest/keplers-laws_all.html?locale=es)

Fundamentación de contenidos

Leyes de Kepler:

El astrónomo alemán Johannes Kepler (1571-1630) formuló las tres famosas leyes que llevan su nombre después de analizar un gran número de observaciones realizadas por Tycho Brahe (1546-1601) de los movimientos de los planetas, sobre todo de Marte. Además, Bernardini (2010), menciona que Kepler, haciendo cálculos sumamente largos, encontró que había discrepancias entre la trayectoria calculada para Marte y las observaciones de Tycho, diferencias que alcanzaban en ocasiones los 8 minutos de arco (las observaciones de Tycho poseían una exactitud de alrededor de 2 minutos de arco) Estas diferencias lo llevaron a descubrir cual era la verdadera órbita de Marte y los demás planetas del Sistema Solar.

Primera Ley de Kepler

Todos los planetas se mueven en órbitas elípticas con el Sol situado en uno de sus focos.

De esta manera, el Ministerio de Educación (2016) deduce que las órbitas son planas a partir de la conservación de la dirección del momento angular de los planetas. Las fuerzas gravitatorias son fuerzas centrales, su dirección es la del radio, por tanto, el momento de estas fuerzas respecto al centro (el Sol) es nulo y el momento angular de un planeta es constante:

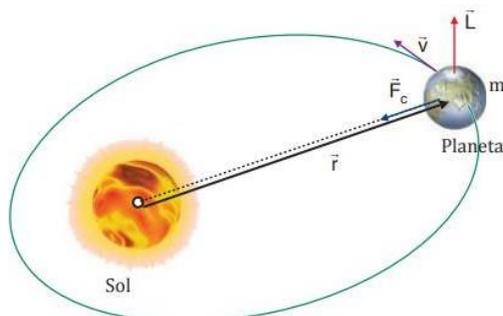
$$\vec{M} = 0 ; \vec{L} = cte$$

El momento angular se define como $\vec{L} = \vec{r} \times m\vec{v}$ es decir, es perpendicular a los vectores \vec{r} y \vec{v} . La dirección de \vec{L} es constante, por lo que \vec{r} y \vec{v} estarán siempre en el mismo plano (la órbita es plana).

Sabemos que una fuerza de atracción central da lugar a un movimiento circular uniforme o elíptico. Ahora bien, las órbitas de los planetas tienen muy poca excentricidad (para la Tierra es 0,017 y para Plutón, la más elíptica, 0,25).

Figura 24:

Primera Ley de Kepler



Nota. Tomada del libro de Física del tercer año de BGU (MINEDUC, 2016).

Segunda Ley de Kepler

La recta que une un planeta con el Sol barre áreas iguales en tiempos iguales.

Esta ley se deduce de la conservación del módulo del momento angular de los planetas.

El módulo del momento angular puede expresarse:

$$|\vec{L}| = |\vec{r} \times m\vec{v}| = rmv \operatorname{sen}\varphi = rmv = rm \frac{ds}{dt}$$

$$|\vec{L}| = rm \frac{rd\varphi}{dt} = mr^2 \frac{d\varphi}{dt}$$

El área barrida es la de un sector circular:

$$dA = \frac{rds}{2} = \frac{rrd\varphi}{2} = \frac{r^2d\varphi}{2}$$

Comparando ambas expresiones, obtenemos:

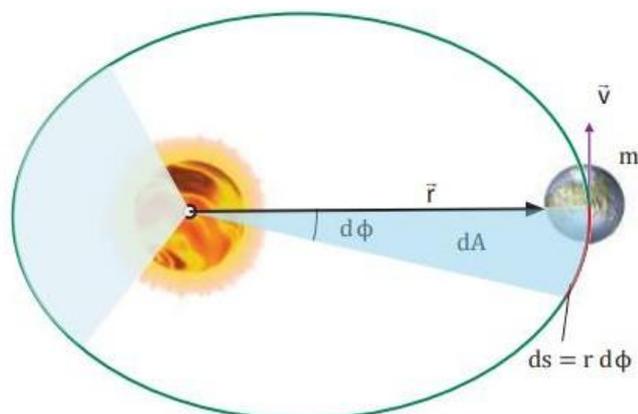
$$|\vec{L}| = 2m \frac{dA}{dt}$$

Y puesto que $|\vec{L}|$ es constante, también lo será el cociente dA/dt . Este cociente se denomina velocidad areolar, y mide la velocidad a la que se barren las áreas.

- Es importante señalar que \vec{L} es el producto de la masa del planeta, por su velocidad y por su distancia al centro del Sol.
- \vec{r} es el módulo de los vectores de posición del planeta. Su unidad de medida en el Sistema Internacional es el metro (m)
- \vec{v} es el módulo de los vectores velocidad del planeta. Su unidad de medida en el Sistema Internacional es el metro por segundo (m/s)
- φ Ángulos que forman los vectores de posición de los planetas con los de velocidad en Su unidad de medida en el Sistema Internacional es el radián, (MINEDUC, 2016).

Figura 25:

Segunda Ley de Kepler



Nota. Tomada del libro de Física del tercer año de BGU (MINEDUC, 2016).

Tercera Ley de Kepler

El cuadrado del período del movimiento de un planeta es directamente proporcional al cubo de la distancia media del planeta al Sol.

$$T^2 = Cr^3$$

Gracias a esta ley, podemos determinar las masas de los planetas que tienen al menos un satélite cuyo período de revolución y su radio orbital se conocen.

La masa del planeta se deduce directamente de la tercera ley de Kepler:

$$M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$$

Ejercicios prácticos

Los siguientes ejercicios se encuentran desarrollados analíticamente y con ayuda del simulador se podrá evidenciar si los cálculos realizados son correctos.

1. El semieje menor de una elipse es 1.00 AU, mientras que el semieje mayor es 2.15 AU. Calcule la excentricidad.

$$\begin{aligned} a &= 2,15 \text{UA} \\ b &= 1,00 \text{UA} \\ 1 \text{UA} &= 1,5 \times 10^{11} \text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a &= 2,15 (1,5 \times 10^{11} \text{m}) = 3,22 \times 10^{11} \\ b &= 1,00 (1,5 \times 10^{11} \text{m}) = 1,5 \times 10^{11} \end{aligned}$$

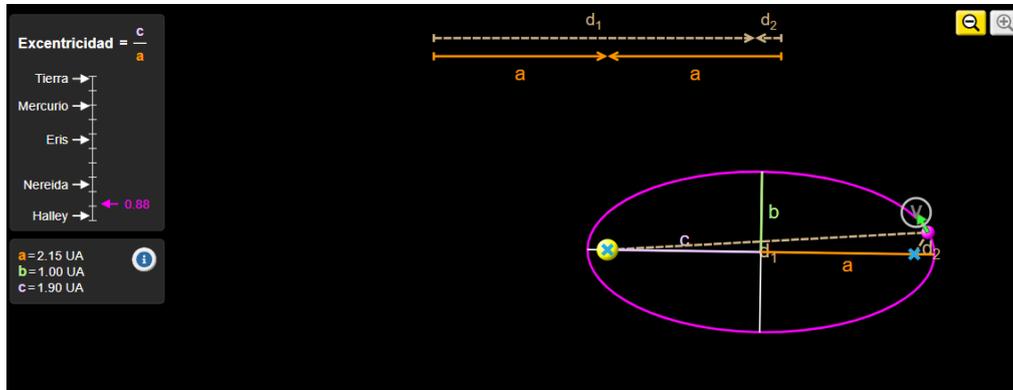
$$\begin{aligned} c &= \sqrt{a^2 - b^2} \\ c &= \sqrt{(3,22 \times 10^{11})^2 - (1,5 \times 10^{11})^2} \\ c &= \sqrt{8,15 \times 10^{22}} \\ c &= 2,86 \times 10^{11} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e &= \frac{c}{a} \\ e &= \frac{2,86 \times 10^{11}}{3,23 \times 10^{11}} \\ e &= 0,885 \end{aligned}$$

En la **Figura 26** se observa que, al realizar la práctica en el simulador y manipular la órbita para obtener los valores correspondientes, se obtiene en la excentricidad el mismo resultado que se obtuvo de forma analítica.

Figura 26:

Ejercicio de excentricidad.



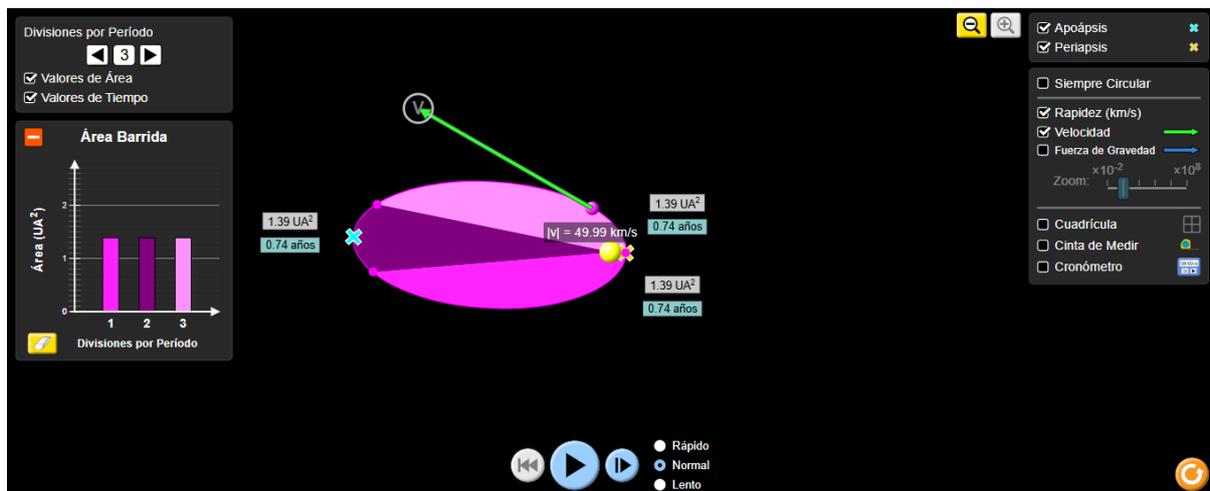
Nota. Recorte de pantalla de PhET

(https://phet.colorado.edu/sims/html/keplers-laws/latest/keplers-laws_all.html?locale=es)

- Identificar las características de la Segunda Ley de Kepler: “Ley de las áreas” y contrastar si la línea imaginaria que une un planeta con el Sol barre áreas iguales en tiempos iguales.

Figura 27:

Identificar características



Nota. Recorte de pantalla de PhET

(https://phet.colorado.edu/sims/html/keplers-laws/latest/keplers-laws_all.html?locale=es)

De acuerdo con la simulación realizada, se pudo evidenciar que sí barre áreas iguales en tiempos iguales; Sin embargo, no se mueve con una velocidad constante a lo largo de su órbita.

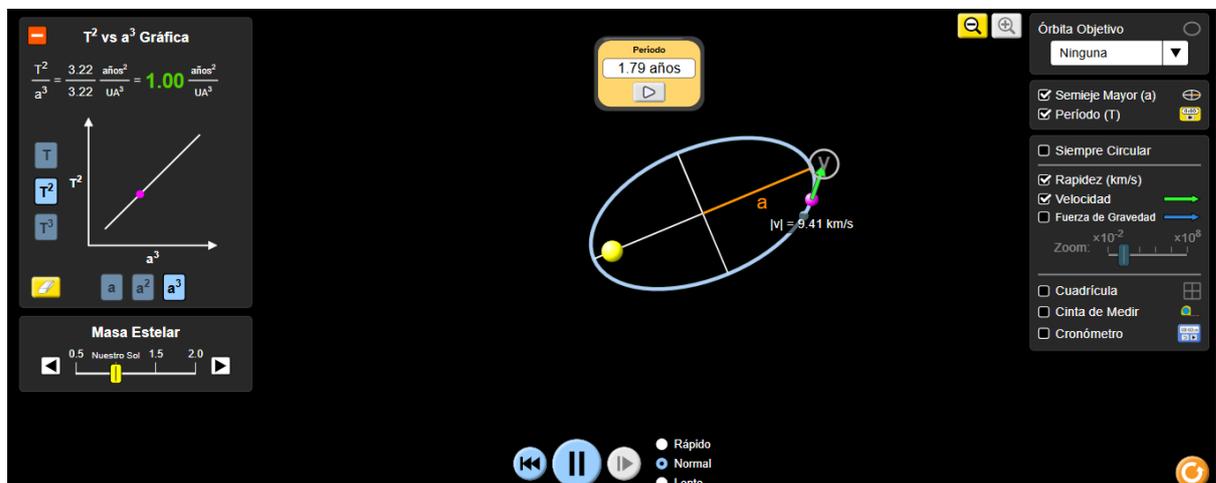
3. Un satélite orbita alrededor de un planeta a una distancia promedio de 1.47 UA (unidades astronómicas), y su período orbital T se ha medido en 1.79 años. Utilizando la tercera ley de Kepler y asumiendo que el planeta es el único cuerpo que ejerce una fuerza gravitatoria significativa sobre el satélite, Calcule la razón $\frac{t^2}{a^3}$ y determine si esta razón permanece constante para diferentes valores de masa estelar.

$a = 1,56\text{UA}$ $T = 1.79 \text{ años}$	$\frac{T^2}{a^3} = \frac{1.79^2}{1.47^3}$ $\frac{T^2}{a^3} = \frac{3.204}{3.176}$ $\frac{T^2}{a^3} = 1.008 \approx 1 \frac{\text{años}^2}{\text{UA}^3}$
---	---

Se puede observar en la **Figura 28** que, tanto de forma analítica como en el simulador, la razón $\frac{t^2}{a^3}$ es igual a 1.

Figura 28: Simulación Tercera Ley de Kepler.

Simulación Tercera Ley de Kepler.



Nota. Recorte de pantalla de PhET

(https://phet.colorado.edu/sims/html/keplers-laws/latest/keplers-laws_all.html?locale=es)

Además, $\frac{t^2}{a^3}$ es constante para sistemas que orbitan un mismo cuerpo Estelar, sin embargo, si se modifica la Masa del cuerpo Estelar, puede cambiar y puede no ser constante y dependerá del valor específico de a .

Resultados esperados

Al final de estas actividades propuestas en se espera que los estudiantes adquieran las siguientes habilidades:

- Seguir instrucciones explícitas para obtener el conocimiento adquirido
- Investigar la forma de las órbitas planetarias
- Relacionar cómo las órbitas planetarias se relacionan con las dos primeras leyes de Kepler y el movimiento planetario.

Bibliografía

- Angulo, R; Reducindo, I; Moreno, N (2019). *Actualización curricular continua (ACC) en educación superior, una realidad en las aulas, una ficción en el papel*. Acta Latinoamericana de Matemática Educativa (472-478).
<http://funes.uniandes.edu.co/14046/>
- Bernardini, E. (2010). Leyes de Kepler. *Astronomía Sur*, 1–5.
<http://www.astrosurf.com/astronosur/planetas1.htm>
- QuantumFracture (2014). Las Leyes de Kepler en 2 minutos. [Archivo de video]. Youtube.
<https://www.youtube.com/watch?v=llnOC2--xHk>
- López, D., & Orozco, J. (2017). Clases Interactivas Demostrativas con el uso de simulaciones PhET para Mecánica en Preparatoria. *Latin-American Journal of Physics Education*, 11(2). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6353441%0A>
- Ministerio de Educación. (2016). Currículo de Ciencias Naturales de EGB y BGU.
https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/CCNN_COMPLETO.pdf
- Ministerio de Educación (2020). Libro de Física del Estudiante. Malla Educación.
https://educacion.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2016/09/Curriculo/FISICA/Fisica_3_BGU.pdf
- University of colorado (2022). Simulaciones interactivas de Ciencia y Matemáticas. PhET Interactive Simulations. <https://normas-apa.org/referencias/citar-pagina-web/>

Anexo 1.1: Planificación Microcurricular

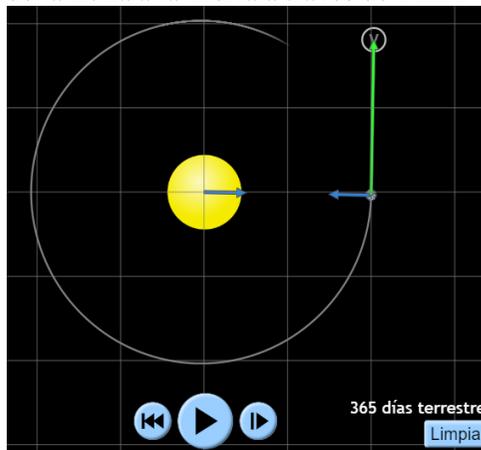
	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA FACULTAD DE LA EDUCACIÓN, EL ARTE Y LA COMUNICACIÓN CARRERA DE PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES: MATEMÁTICAS Y LA FÍSICA				 Ministerio de Educación 2024
PLANIFICACIÓN MICROCURRICULAR DE UNIDAD DIDÁCTICA					
1. DATOS INFORMATIVOS					
DOCENTE	Evelyn del Cisne Fernández Criollo	ÁREA	Ciencias Naturales	ASIGNATURA	Física
CURSO	Segundo BGU	PARALELOS	A – B – C – D - E	DURACIÓN	2 semanas
No. DE UNIDAD	CUATRO	TÍTULO DE LA UNIDAD	La Tierra y el Universo		
FECHA DE INICIO	dd/mes/año	FECHA FINALIZACIÓN	dd/mes/año	No. DE PERIODOS	6
2. PLANIFICACIÓN					
OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA UNIDAD	<p>O.CN.F.1. Comprender que el desarrollo de la Física está ligado a la historia de la humanidad y al avance de la civilización y apreciar su contribución en el progreso socioeconómico, cultural y tecnológico de la sociedad.</p> <p>O.CN.F.2. Comprender que la Física es un conjunto de teorías cuya validez ha tenido que comprobarse en cada caso, por medio de la experimentación.</p> <p>O.CN.F.4. Comunicar información con contenido científico, utilizando el lenguaje oral y escrito con rigor conceptual, interpretar leyes, así como expresar argumentaciones y explicaciones en el ámbito de la Física.</p>				
EJES TRANSVERSALES	<ul style="list-style-type: none"> - La interculturalidad. - Protección del medio ambiente. - Formación de una ciudadanía democrática. 				

CURRÍCULO PRIORIZADO CON ÉNFASIS EN COMPETENCIAS COMUNICACIONALES, MATEMÁTICAS, DIGITALES Y SOCIOECONÓMICAS POR SEMANA

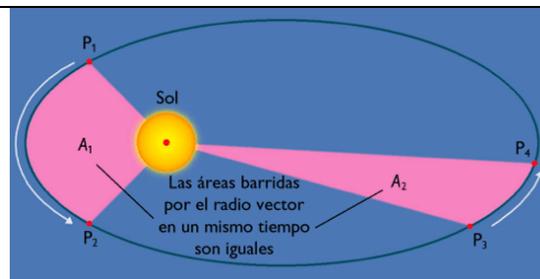


APRENDIZAJE DISCIPLINAR: Esta sección debe planificarse de manera individual o cooperativa si estiman conveniente.				
DESTREZAS CON CRITERIOS DE DESEMPEÑO.	INDICADORES DE EVALUACIÓN.	ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS ACTIVAS PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE.	RECURSOS	ACTIVIDADES DE EVALUATIVAS
CN.F.5.4.1. Explicar las tres leyes de Kepler sobre el movimiento planetario, mediante la indagación del trabajo investigativo de Tycho Brahe y el análisis de sus datos referentes al planeta Marte.	I.CN.F.5.17.1. Argumenta las tres leyes de Kepler y la ley de gravitación universal de Newton (a partir de las observaciones de Tycho Brahe al planeta Marte y el concepto de campo gravitacional), las semejanzas y diferencias entre el movimiento de la Luna y los satélites artificiales (mediante el uso de simuladores). (I.2.)	<p>LEYES DE KEPLER</p> <p>ANTICIPACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> - Practicar un concurso de preguntas del Sistema Solar ⁱ. - Observar el video llamado “El movimiento de los planetas” ⁱⁱ - Emitir criterios de lo observado mediante una lluvia de ideas. - Escribir con letras mayúsculas y con distintos colores lo que llamó la atención del video observado. <p>CONSTRUCCIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reflexionar y responder a las siguientes preguntas: ¿Cómo se da el movimiento de los planetas en el sistema solar ¿La trayectoria que sigue el planeta Tierra es circular o elíptica? ¿Creen que todos los planetas siguen alguna ley de movimiento? ¿Han escuchado de Kepler y sus Leyes? - Investigar la biografía de Johannes Kepler y sus aportes a la Física. - Definir a las fuerzas de la gravitatorias y a los modelos del universo. - Dibujar el modelo geocéntrico, heliocéntrico y el modelo actual del universo. - Comparar los modelos del universo y establecer sus diferencias. - Examinar el comportamiento de las Elipses por medio de la Plataforma Educaplus.org ⁱⁱⁱ 	<ul style="list-style-type: none"> - Texto del Ministerio de Educación - Plataforma de Juegos con Gamificación “Wordwall” - Plataforma Educaplus.org - Plataforma PhET - Computador - Cuaderno de la asignatura. - Textos de Internet. 	<p>TECNICA: OBSERVACIÓN PRUEBAS</p> <p>INSTRUMENTO: LISTA DE CONTROL ESCALA DE CALIFICACIÓN PRUEBA DE BASE ESTRUCTURADA</p>

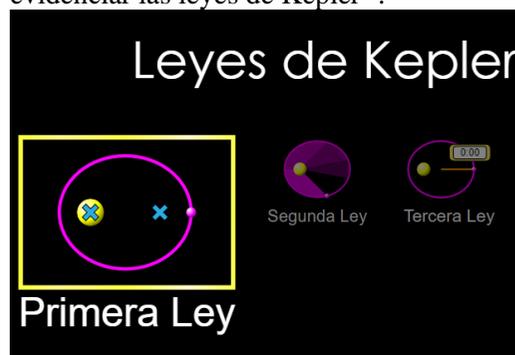
- Diferenciar las partes de una elipse: semieje mayor y menor, focos, centro, vértice y covértice y excentricidad.
- Simular el movimiento de la Tierra al Sol y de la Luna a la Tierra a través de **PhET** ^{iv}.



- Definir las tres Leyes de Kepler y sus fórmulas: Ley de las órbitas, Ley de las Áreas y Ley de los Periodos.
- Analizar las características de La primera Ley “Ley de las órbitas”
- Determinar la excentricidad de la Tierra mediante la fórmula $e=c/a$; donde e = excentricidad, c = semidistancia focal y, a : semieje mayor.
- Identificar las características de la Segunda ley de Kepler: “Ley de las áreas”



- Indagar sobre la Tercera ley de Kepler “Ley de Periodos” y sus características.
- Relacionar la constante de Kepler con el periodo orbital y el radio de la órbita ($T^2 = Kr^3$).
- Emplear las simulaciones de **PhET** para evidenciar las leyes de Kepler ^v.



- Demostrar la veracidad de las leyes de Kepler a través de la sustitución de datos en la plataforma PhET.

CONSOLIDACIÓN

- Resolver ejercicios de las tres leyes de Kepler y explicar aquellos que implicaron una mayor complejidad ^{vi}.
- Efectuar una práctica de laboratorio sobre las leyes estudiadas y mostrar los datos más relevantes ^{vii}.

	<ul style="list-style-type: none"> - Completar una sopa de letras con los temas tratados en la unidad ^{viii}. - Evaluar los conceptos aprendidos de las Leyes de Kepler por medio de una evaluación en Línea^{ix}. 		
--	---	--	--

Referencias

ⁱ **Simulador Wordwall:** <https://wordwall.net/es/resource/4893371/sistema-solar>
ⁱⁱ **Video YouTube:** <https://www.youtube.com/watch?v=i4p0Q9K-VPE>
ⁱⁱⁱ **Simulador EducaPlus+:** <https://www.educaplus.org/game/elipse>
^{iv} **Simulador PhET:** https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and-orbits_all.html?locale=es
^v **Simulador PhET:** https://phet.colorado.edu/sims/html/keplers-laws/latest/keplers-laws_all.html?locale=es
^{vi} **Ejercicios de Leyes de Kepler:** https://www.nikateleco.es/wp-content/uploads/2021/07/1Bach_Anaya_LeyesDeKepler_CFernandezSanchez-Soluciones_A.pdf
^{vii} **Práctica en Plataorma Calameo:** <https://www.calameo.com/read/006350277c9a920865f06>
^{viii} **Juego Ensofadados:** https://buscapalabras.com.ar/sopa-de-letras-de-leyes-de-kepler_27.html
^{ix} **Simulador Wordwall:** <https://wordwall.net/es/resource/21745098/evaluaci%C3%B3n-leyes-de-kepler-lcdo-luis-tubay>
^x **Libro de Física del Ministerio de Educación:** <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/04/curriculo/2DO-BGU-FISICA.pdf>

ⁱ <https://wordwall.net/es/resource/4893371/sistema-solar>

ⁱⁱ <https://www.youtube.com/watch?v=i4p0Q9K-VPE>

ⁱⁱⁱ <https://www.educaplus.org/game/elipse>

^{iv} https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and-orbits_all.html?locale=es

^v https://phet.colorado.edu/sims/html/keplers-laws/latest/keplers-laws_all.html?locale=es

^{vi} https://www.nikateleco.es/wp-content/uploads/2021/07/1Bach_Anaya_LeyesDeKepler_CFernandezSanchez-Soluciones_A.pdf

^{vii} <https://www.calameo.com/read/006350277c9a920865f06>

^{viii} https://buscapalabras.com.ar/sopa-de-letras-de-leyes-de-kepler_27.html

^{ix} <https://wordwall.net/es/resource/21745098/evaluaci%C3%B3n-leyes-de-kepler-lcdo-luis-tubay>

Anexo 1.2. Práctica de Laboratorio virtual

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA Facultad de la Educación, el Arte y la Comunicación Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas Y La Física	 Ministerio de Educación	
Práctica de Laboratorio N° 1: Leyes de Kepler			
1. DATOS INFORMATIVOS			
Área:	<i>Ciencias Naturales</i>	Asignatura:	<i>Física</i>
Docente:	Evelyn Fernández	No. De periodos	2
Unidad didáctica No. 1:	Mecánica I	Nivel educativo	Bachillerato
Bloque No:	1: Movimiento y fuerza 4: La Tierra y el universo	Grado	Tercero de Bachillerato General Unificado
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Simulador PhET • Cuaderno • Computadora o celular 		
Destreza con Criterio de Desempeño		Objetivo de la práctica	
CN.F.5.4.1. Explicar las tres leyes de Kepler sobre el movimiento planetario, mediante la indagación del trabajo investigativo de Tycho Brahe y el análisis de sus datos referentes al planeta Marte		Conocer las tres leyes de Kepler y las semejanzas y diferencias entre el movimiento de la Luna y los satélites artificiales mediante el uso del Simulador PhET	
2. DESARROLLO			
Introducción			
<p>¿Qué forma tiene la órbita de los planetas? ¿Y la de los satélites? Son preguntas interesantes que tienen su respuesta en las Leyes de Kepler. El movimiento de los planetas alrededor del Sol ocurre gracias a la atracción de la Fuerza de gravedad siguiendo trayectorias en forma de elipse. Cada planeta gira a una velocidad que depende de su distancia al Sol. Las leyes de Kepler son válidas para el movimiento de los planetas alrededor del Sol y para el movimiento de los satélites alrededor de un planeta.</p>			
Referentes teóricos			
<p>Es necesario que el estudiante investigue los siguientes temas para la comprensión eficaz del tema:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Movimiento planetario - Leyes de Kepler (Primera, Segunda y Tercera Ley de Kepler) <p>Adicionalmente, se sugiere observar el video titulado Las Leyes de Kepler en dos minutos https://www.youtube.com/watch?v=lln0C2--xHk</p>			
Procedimiento de la Práctica			
<p>Relacionar las orbitas planetarias con las leyes de Kepler.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Qué forma tiene la órbita? 2. ¿Qué mantiene al planeta en la órbita? 3. ¿Qué le sucede a la forma de la órbita al aumentar la velocidad? 4. ¿Qué le sucede a la forma de la órbita al disminuir la velocidad? 5. ¿La velocidad es constante durante todo el viaje? 6. ¿Qué ley de Kepler se relaciona con la práctica? 7. Resolver ejercicios de las tres leyes de Kepler y explicar aquellos que implicaron una mayor complejidad. 			
Conclusiones			

Responda:	
<ul style="list-style-type: none"> - ¿Qué concluye de esta práctica? - ¿Qué es lo más relevante que aprendió? - ¿Cómo define usted el movimiento planetario? 	
ELABORADO POR	REVISADO APROBADO POR
Evelyn del Cisne Fernández Criollo	Lic. Fabricio Vladimir Vincés, Mg. Sc.
Fecha: dd/mes/año	DOCENTE DIRECTOR DE TESINA EN LA CARRERA DE PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES: MATEMÁTICAS Y LA FÍSICA Fecha: dd/mes/año

Anexo 1.3. Plantilla de un Informe de Práctica

	Universidad Nacional De Loja Facultad De La Educación, El Arte Y La Comunicación Pedagogía De Las Ciencias Experimentales: Matemáticas Y La Física		
Integrantes:			
Docente:			
Fecha de entrega:		Grupo:	
Curso:		Paralelo:	
Práctica:	Leyes de Kepler	Nota:	0/10

Resumen

Aquí debe escribir en pocas palabras lo más resaltante y destacado de la práctica, máximo 150 palabras

1. Introducción

Desarrollar de manera breve la introducción, dando a conocer ¿Cuál es el objetivo principal de la práctica experimental?

2. Fundamento teórico

NOTA: Desarrolle aquí el fundamento teórico (lo estrictamente necesario). No confundir este apartado como un glosario de términos.

3. Análisis y preguntas de control

NOTA: Aquí iniciamos la etapa experimental propiamente dicha en el informe y con los resultados obtenidos realice la evaluación de los resultados según la guía indicada por el docente. En este apartado se dará respuesta a las preguntas planteadas en la práctica de laboratorio virtual

4. Conclusiones

NOTA: Las conclusiones deben estar enfocadas en el tema de práctica o tema estudiado, se debe de presentar de forma explícita

5. Bibliografía

NOTA Manejar fuentes de información confiable, como artículos científicos, tesis y libros.

6. Anexos

Fotografías (capturas de pantalla) necesarias para comprobar que ha desarrollado la práctica.

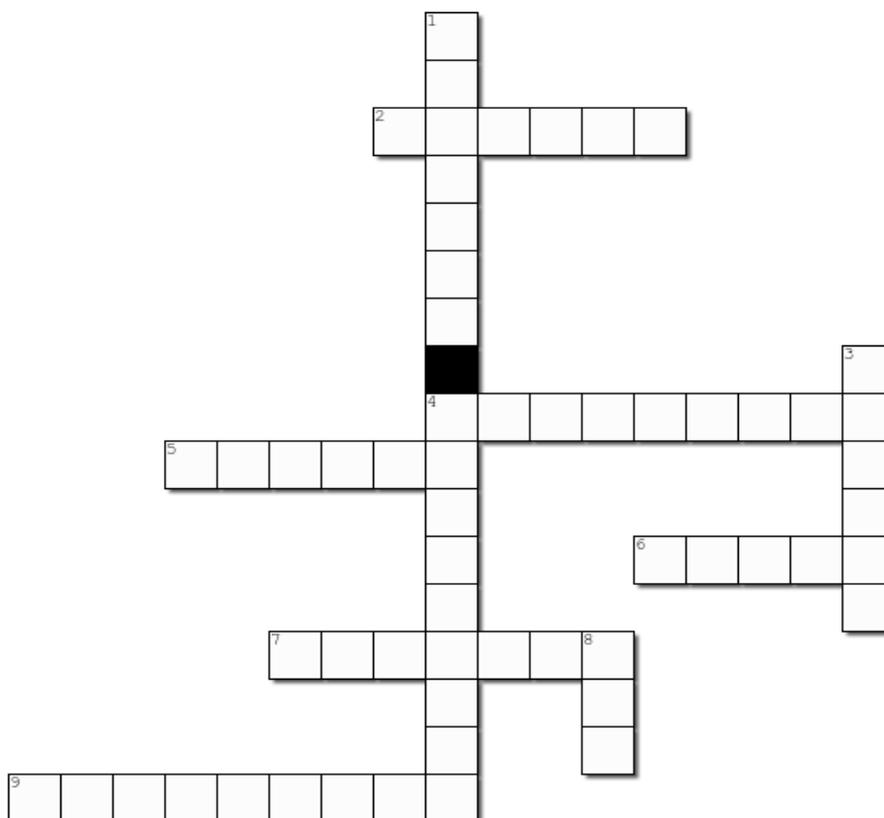
Cada anexo debe estar numerado

Anexo 1.4 Crucigrama

Nombre: _____

Leyes de Kepler

Complete el crucigrama



Created using the Crossword Maker on TheTeachersCorner.net

Vertical

1. Las fuerzas gravitatorias son..
3. Científico que elaboró las Leyes de Kepler?
8. 1ª Ley de Kepler: Los planetas se mueven en órbitas elípticas alrededor de el...

Horizontal

2. Científico que demostró las Leyes de Kepler
4. ¿Qué es la K en la 3ª Ley de Kepler?
5. Lugar geométrico de los puntos del plano cuya suma de distancias a otros dos fijos es constante.
6. Científico que recabó datos sobre las posiciones de los planetas
7. La recta que une el planeta con el Sol barre el área en tiempos...
9. Las Leyes de Kepler se aplican en las órbitas de los...

Anexo 2. Bitácora de Búsqueda

Motor de búsqueda	Ecuación	Resultados más relevantes	Tipo de documento	Comentario	Autor/es	Año	Enlace
Google académico	simulador PhET+enseñanza	Uso de los simuladores PHET para mejorar el aprendizaje de la Física	Tesis	Implementar simuladores PHET como estrategia metodológica en una modalidad Blended Learning, para identificar su incidencia en el aprendizaje y dominio de destrezas con criterio de desempeño, aplicados al tema de energía, en estudiantes de la materia de Física de segundo de bachillerato	Sanguano Sani, Claudio Ismael	2020	https://repositorio.tec.mx/handle/11285/645239
Google académico	simulador PhET+enseñanza	Incorporación del Simulador Phet Para Fortalecer el Aprendizaje Significativo del Movimiento Parabólico en Física del Grado Décimo	Tesis	Fortalecer el aprendizaje significativo del movimiento parabólico en física, con los estudiantes del grado décimo de la I.E.R Marco Fidel Suárez, mediante la incorporación del simulador PHET.	Camelo-Clavijo, Tito Julio	2021	https://repositorio.ude.s.edu.co/handle/001/6467
Google académico	simulador PhET+enseñanza	Implementación del laboratorio virtual basado en simulación PhET para la mejora del rendimiento académico en la asignatura de física. Estudio de caso: Unidad Educativa José Domingo de Santistevan	Tesis	Implementación del laboratorio virtual basado en simulación PhET a 54 alumnos de Segundo de Bachillerato como estrategia de aprendizaje activo que coadyuve a la comprensión de los conceptos de la Dinámica y con ello mejorar el rendimiento académico en la asignatura de física,	Villavicencio Vera, Jefferson José	2021	https://repositorio.tec.mx/handle/11285/637309
Google académico	simulador PhET+enseñanza	El uso de aplicaciones interactivas como herramienta didáctica para la enseñanza de física en clases de primer año de secundaria	Artículo	Describir los aportes de la aplicación Simulaciones Interactivas PhET como herramienta de enseñanza de la Física con estudiantes de secundaria.	Bárbara Bezerra de Carvalho Mendes	2020	https://periodicos.ufrn.br/extensaoesociedade/article/view/19373
Google académico	simulador PhET+enseñanza+física-química	Simulador PhET en la enseñanza de las cargas eléctricas en movimiento en los estudiantes de tercero de bachillerato de la Unidad Educativa Paúl Dirac, durante el año lectivo 2017-2018	Tesis	La presente investigación pretende responder sobre la influencia del uso del simulador PhET en la enseñanza de las cargas eléctricas en movimiento, para lo cual se elaboró un documento base como guía en la enseñanza.	Lozano, Edwin Vinicio Yáñez Pozo, Andrea Fernanda	2018	http://www.dspace.uc.edu.ec/handle/25000/15336

Google académico	simulador PhET +enseñanza+ Física – Química	Aprendizaje significativo del área de ciencia y tecnología (física), a través de laboratorio y simulación en el software Phet en estudiantes del 5° grado de secundaria- I. E. Eusebio Corazao de Lamay, 2019	Tesis	El uso de laboratorio y el simulador PhET, son efectivos para el logro del aprendizaje de la Física.	Cruz Loaiza, Elisban	2020	http://200.48.82.27/handle/20.500.12918/5536
Google académico	simulador PhET +enseñanza+ Física – Química	Evaluación de simuladores como estrategia para el aprendizaje de la electricidad en la asignatura de física en la educación media.	Artículo científico	Este trabajo de investigación identifico y evaluó los simuladores gráficos computacionales que pueden ser utilizados como parte del diseño de una estrategia pedagógica que integre su uso para la apropiación de conceptos de electrodinámica	Pablo Rodríguez Abril Adolfo Rodríguez Fanny Avella	2021	https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/1401/1316
Google académico	simulador PhET +enseñanza+ Física – Química	Simulador PHET Como Herramienta de Apoyo en la Enseñanza de la Física en la Educación Media	Tesis	El simulador PhET es una herramienta educativa muy buena como estrategia para fortalecer el conocimiento de los educandos en las diferentes temáticas de la asignatura de física desde una perspectiva ilustrativa y amigable con los estudiantes.	García-Garavito, José Bernardo	2021	https://repositorio.ude.s.edu.co/handle/001/6974
Google académico	simulador PhET +enseñanza+ Física – Química	Effects of the Integration of PhET Simulations in the Teaching and Learning of the Physical Sciences of Common Core (Morocco)	Artículo científico	Se ha realizado un estudio comparativo entre las simulaciones interactivas utilizando la herramienta PhET y la experiencia real, considerando la adquisición y aplicación de las habilidades cognitivas como un indicador clave de rendimiento.	Cherif Alaoui Mrani, Abdelkrim El hajjami, Khalid El khattabi	2020	https://www.hrpub.org/journals/article_info.php?aid=9434
Google académico	simulador PhET +enseñanza+ Física – Química	Los simuladores virtuales como recurso didáctico para el aprendizaje de Físico Química con estudiantes de quinto semestre de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Química Y Biología, periodo noviembre 2020-abril 2021	Tesis	El uso de los simuladores virtuales en el proceso de enseñanza aprendizaje de las Ciencias Experimentales es importante para el estudio de esta área porque brindó apoyo para el desarrollo de las clases teóricas, despertó la curiosidad, impulsó la habilidad para la resolución de problemas y vinculación de la teoría con la práctica	Villa Chafra Saraf Patricia	2021	https://n9.c/m0xyp
		Evaluación de simuladores como estrategia para el aprendizaje de la electricidad en la asignatura de física en la educación media.	Artículo científico	Se realizó la revisión de simuladores y se logró identificar que los simuladores PHET por sus características presentan un mayor grado de adaptabilidad al contexto, al cumplimiento de los objetivos de aprendizaje y	Pablo Luis Rodríguez Abril	2021	https://revista.redipe.org/index.p

				competencias a desarrollar dentro del proceso de aprendizaje de la electrodinámica en la educación media.			hp/1/article/view/1401
Google académico	PhET + leyes de newton	Utilización de simulador PhET para el aprendizaje de las leyes de Newton	Tesis	Identificar la utilización del simulador PhET para el aprendizaje de las leyes de Newton	Vargas Guadir, Jonatan Patricio	2020	http://www.dspace.uc.edu.ec/handle/25000/21810
Google académico	PhET + leyes de newton	Uso de simuladores como recurso didáctico para el aprendizaje de las leyes de Newton en los estudiantes de tercer semestre de la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales Matemática y Física en el periodo académico 2021-2021	Tesis	Se logró determinar además que los simuladores son una herramienta indispensable en la educación virtual, dado que permiten el desarrollo de múltiples actividades virtuales con un propósito claro de transmitir el contenido de una manera dinámica y clara de tal forma que el estudiante relacione la teoría con la práctica.	Santander Ruíz Bolívar Modesto	2021	http://www.dspace.uc.edu.ec/handle/25000/26395
Google académico	PhET + leyes de newton	Efectividad del Uso de las Tic en la Enseñanza-Aprendizaje de la Primera y Segunda Ley de Newton	Tesis	El uso de herramientas multimedia en la enseñanza de la primera y segunda ley de Newton generaron un aprendizaje significativo, es una prueba de que el uso de las Tic son un medio para mejorar el aprendizaje.	Viviana Marcela Vásquez Osori	2017	https://redcol.minciencias.gov.co/vufind/Record/UNACIONAL_cadf9e22f345e240eb0d44947c79d13b
Google académico	PhET + leyes de newton	Propuesta didáctica de aprendizaje del movimiento de un proyectil con simulación PhET y Aprendizaje Activo para estudiantes de Nivel Medio Superior	Artículo de revista	Una propuesta didáctica que emplee lo esencial del Aprendizaje Activo con el uso de simulaciones PhET de la Universidad de Colorado, ha de tener buena aceptación para los estudiantes que ven el tema en un curso convencional de la Mecánica Clásica.	Rubén Sánchez Sánchez	2017	https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6353449
Google académico	PhET + leyes de newton	Efecto de las simulaciones de fuerza y movimiento en el aprendizaje de la Física Básica	Artículo de revista	El uso del simulador tiene un efecto marcado sobre la comprensión de los fenómenos de dinámica en especial los regidos por la 2da Ley de Newton. La comprensión del tema mejoró sustancialmente para todos los estudiantes, independientemente de su nivel de entrada. Sin embargo, para que el alumno alcance las competencias específicas requeridas, el nivel inicial de conocimientos,	Emilio Imbert	2022	https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8444864
Google académico	utilización del simulador PhET +aprendizaje	Uso del simulador PHET para la enseñanza-aprendizaje de una competencia matemática	Artículo de revista	La innovación tecnológica para la enseñanza-aprendizaje es un recurso indispensable en el marco de la educación virtual, donde el mayor reto es la interacción y manipulación de material concreto.	Cacha Yesbany; Zuñiga Roxana	2021	https://repositorio.uch.edu.pe/handle/20.500.12872/655

Google académico	utilización del simulador PhET +aprendizaje	Uso de las simulaciones interactivas PhET en la disciplina Física para Ingeniería Forestal	Artículo	Las simulaciones interactivas poseen ventajas que la hacen un medio de enseñanza muy apropiado para el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Física.	Ponce Yudelkys Martínez Yenima, Rodríguez, Lissette Garriga Ana Teresa	2021	https://repositorio.uci.cu/handle/123456789/9818
Google académico	utilización del simulador PhET +aprendizaje	Simulaciones en PhET como estrategia en tiempos de covid-19 para generar aprendizaje significativo al potenciar la competencia explicación de fenómenos.	Artículo científico	Se pudo evidenciar el alcance significativo en las prácticas pedagógicas, al involucrar las TIC de forma consciente y transversal en las actividades cotidianas, ya que se convierten en un medio que permite motivar e incentivar las necesidades e intereses de los estudiantes	Buitrago, L. M; Laverde, G. M; Amaya, L. Y; Hernández, S. I.	2022	https://journal.poligran.edu.co/index.php/panorama/article/view/3135/3452
Google académico	utilización del simulador PhET +aprendizaje	La Tecnología como eje del Cambio Metodológico	Libro	Las TIC permiten desarrollar procesos educativos más dinámicos, motivadores y con infinitas posibilidades para la consecución de competencias, destrezas y/o habilidades de carácter técnico, instrumental y pedagógico en el alumnado	Ernesto Colomo, Magaña Enrique, Sánchez Julio	2020	https://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/19862
Google académico	simulador PhET + mecánica	Digital simulations using PhET to teach and learn strength and motion	Monografía	Esta investigación propone el uso de simuladores libres en el estudio del concepto de Fuerza y movimiento en el 1er año de bachillerato.	Ricardo Silva Veras	2018	http://repositorioinstitucional.uea.edu.br/handle/riuea/984
Google académico	simulador PhET + mecánica	Uso de simuladores para el estudio de mecánica de sólidos en los estudiantes de primero de bachillerato del Colegio Universitario UTN, periodo académico 2019-2020	Tesis	La simulación en mecánica de sólidos es viable, puesto que, existe un sin número de situaciones cotidianas que se pueden representar con la ayuda de simuladores interactivos, llegando a influir significativamente en el proceso de enseñanza aprendizaje.	Cajas Narváez, Byron Geovanny	2020	http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10542
	Física+ PhET	Estrategia pedagógica para el aprendizaje del Movimiento Rectilíneo en ciencias naturales a		Se observa que el simulador permite que los estudiantes exploren y experimente, así mismo es posible modificar	Ospina Leidy;		https://dialnet.unirioja.es/servlet/

Dialnet		través del uso de simuladores PhET en grado décimo	Artículo científico	los valores de las variables y la comprobación de los resultados de estas.	Ayala Johanna	2020	articulo?codigo=7832678
Google académico	Física+ PhET	Simuladores virtuales como recurso didáctico para fortalecer el interaprendizaje en las prácticas de laboratorio de física del Primer año De Bachillerato Del Colegio Nacional Mariano Benitez	Tesis	En la investigación se estableció la diferencia reveladora que existe al usar las tecnologías informáticas para el desarrollo de prácticas de laboratorio de Física, sabiendo así que la muestra control difiere significativamente con la muestra experimental	Susana Del Rocio Zurita López	2015	https://repositorio.pucesa.edu.ec/bitstream/123456789/1196/1/76040.pdf
Google académico	Física+ PhET	O uso do simulador phet no ensino de indução eletromagnética	Tesis	El uso de las tecnologías de la información y la comunicación en el aula se ha convertido en una realidad en pocas escuelas.	Antonio Ramos Ferreira	2017	https://app.uff.br/riuff/handle/1/4225
Google académico	aprendizaje + simuladores de física	Influencia en el aprendizaje de los alumnos usando simuladores de física	Artículo	La aplicación de los programas de simulación en los cursos de Física I arroja resultados favorables, puesto que los estudiantes encuentran en ellos una herramienta de apoyo, al poder verificar y/o incrementar sus conocimientos básicos o, en su defecto aprender con ellos.	G. Ortega, E. Medellín, J Martínez	2010	http://www.lajpe.org/LAJPE_AAPT/20_Ortega_Zarza.pdf
Google académico	aprendizaje + simuladores de física	Ventajas del uso de simulaciones por ordenador en el aprendizaje de la física	Artículo	En general, se observa que los estudiantes aprenden mejor los conceptos físicos relacionados con el lanzamiento horizontal y la caída libre cuando se recurre a simulaciones por ordenador. Este hecho puede ser debido a una mayor motivación de los estudiantes relacionada con la utilización de las nuevas tecnologías de la información y comunicación	Rute Amadeu; Paulo Leal	2013	https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/285788
Google académico	aprendizaje + simuladores de física	Simulando y resolviendo, la teoría voy comprendiendo: una estrategia didáctica para la enseñanza-aprendizaje de la física.	Artículo	En esta investigación se reportan los hallazgos de un estudio que tuvo por objetivo determinar el nivel de impacto de una estrategia didáctica basada en simuladores, para la enseñanza aprendizaje de conceptos de física mecánica, eléctrica, ondas y sonido, así como de calor y térmica	Julio Duarte, Jorge Niño; Flavio Fernández	2022	https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/1634
Google académico	aprendizaje + simuladores de física	Ambientes virtuales de aprendizaje apoyados por simuladores.	Artículo	Para utilizar la simulación como herramienta de formación deben elaborarse guías orientadoras para los alumnos y guías metodológicas para los docentes de cada tipo de simulación y simulador que se utilizan, que contiene una definición clara de los objetivos a lograr.	Fanny Forero; Adolfo Rodriguez	2013	DOI: 10.13140/2.1.5148.8326

Google académico	aplicación de PhET en física	Analítica del aprendizaje sustentada en el PhET Simulations como medio de enseñanza en la asignatura de Física.	Artículo	El uso de Phet Simulations como herramienta educativa, no solo, brindó a los estudiantes del grupo experimental (GE) una experiencia interactiva única, sino, les permitió explorar y experimentar con conceptos físicos de manera práctica y visual.	Victor Lino; José Barberán, Raúl Lopez; Víctor Gomez	2023	https://www.investigarmqr.com/ojs/index.php/mqr/article/view/568
Google académico	aplicación de PhET en física	Storytelling: una manera de evidenciar los resultados de aprendizajes desde la implementación de los laboratorios PHET	Artículo	El uso de las nuevas tecnologías en las prácticas pedagógicas son un desafío de innovación en el aula, que fortalecen el desarrollo de experiencias formativas autónomas colaborativas, que asisten la práctica reflexiva y la innovación escolar	Carlos Camargo	2023	https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9086097
Google académico	aplicación de PhET en física	Uso de los Simuladores de Phet y Tracker para el Estudio de Movimiento Oscilatorio	Artículo	En esta experiencia se pudo evidenciar que estos dos softwares son muy compatibles ya que se puede obtener con gran exactitud las ecuaciones que se encuentran en los textos de física tradicionales.	Gladys Abdel; Pablo Garzón.	2023	https://doi.org/10.14483/23464712.21397

Anexo 3. Informe de pertinencia



**UNIVERSIDAD
NACIONAL DE LOJA**

**FACULTAD DE LA EDUCACIÓN, EL ARTE Y LA COMUNICACIÓN
CARRERA DE PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS
EXPERIMENTALES: MATEMÁTICAS Y LA FÍSICA**

Loja, 18 de abril de 2022

PhD. Flor Noemi Celi Carrión
**DIRECTORA DE LA CARRERA DE PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES:
MATEMÁTICAS Y LA FÍSICA**
En se despacho. -

De mi consideración;

Me dirijo a su autoridad para presentar el informe de revisión del proyecto del trabajo de integración curricular o de titulación, presentado por la estudiante, **EVELYN DEL CISNE FERNÁNDEZ CRIOLLO** bajo el tema:

TEMA: HERRAMIENTA DIGITAL PHET PARA MEJORAR EL APRENDIZAJE DE MECÁNICA I DE LA ASIGNATURA DE FÍSICA EN ESTUDIANTES DE TERCERO DE BACHILLERATO GENERAL UNIFICADO

Luego de haber analizado la estructura, coherencia y pertinencia de los elementos del mencionado proyecto y confirmado la incorporación de correcciones y sugerencias por parte de la estudiante, me permito emitir el **informe favorable** a fin de que se continúe con el trámite respectivo.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
**FABRICIO
VLADIMIR VINCES
VINCES**

**Fabricio Vladimir Vinces Vinces
DOCENTE ASESOR DEL PROYECTO
DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR O DE TITULACIÓN**

Anexo 4. Designación de director del trabajo de Integración Curricular.



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

Carrera de Pedagogía de las
Ciencias Experimentales:
Matemáticas y la Física

Oficio No. 2022-073-DCPCC.EE.MF-FEAC-UNL

Loja, 09 de abril del 2022

Licenciado

Fabrizio Vladimir Vines Vines Mg. Sc.

**DOCENTE DE LA CARRERA DE PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES:
MATEMÁTICAS Y LA FÍSICA DE LA FACULTAD DE LA EDUCACIÓN, EL ARTE Y LA
COMUNICACIÓN.**

Presente.-

Me es honroso dirigirme a usted con el fin de expresar un atento saludo y desear éxitos en las labores a usted encomendadas.

Tengo a bien indicar que luego de receptor el informe favorable de pertinencia del proyecto denominado: **HERRAMIENTA DIGITAL PHET PARA MEJORAR EL APRENDIZAJE DE MECÁNICA 1 DE LA ASIGNATURA DE FÍSICA EN ESTUDIANTES DE TERCERO DE BACHILLERATO GENERAL UNIFICADO**. De autoría de la Srta. **FERNANDEZ CRIOLLO EVELYN DEL CISNE**, estudiante del Ciclo VIII de la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física, me permito informar que se ha procedido a designarlo como **DIRECTOR DE TESIS**, del mencionado proyecto para que se dé estricto cumplimiento a las directrices del Reglamento de Régimen Académico de la Universidad Nacional de Loja, a fin de proceder con los trámites de graduación correspondientes, a partir de la fecha el aspirante laborará en las tareas investigativas para desarrollar la investigación bajo su asesoría y responsabilidad, de acuerdo al cronograma establecido.

Particular que informo para los fines legales pertinentes.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
**FLOR NOEMI
CELI**

Ph. D. Flor Noemí Celi Carrión
**DIRECTORA DE LA CARRERA DE PEDAGOGÍA
DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES: MATEMÁTICAS Y LA FÍSICA**

c.c. archivo de la carrera
Elaboración Lcdo. Alberto Miguel Carrión.

Educamos para **Transformar**

Anexo 5. Certificación de traducción del resumen



Loja, 02 de diciembre de 2024

David Andrés Araujo Palacios
TRADUCTOR E INTÉRPRETE DE IDIOMAS

CERTIFICO:

Que el resumen del Trabajo de Integración Curricular de Evelyn del Cisne Fernández Criollo, traducido al inglés cumple con las características propias del idioma extranjero.

Resumen:

Esta investigación se centra en la utilización de la herramienta digital PhET para mejorar el aprendizaje de Mecánica I en estudiantes de Tercero de Bachillerato General Unificado, dentro del marco de la asignatura de Física. El objetivo principal consiste en analizar la eficacia de PhET como recurso didáctico en la enseñanza de Mecánica I. Para alcanzar este propósito, se emplea un enfoque cualitativo no experimental en un estudio documental, respaldado por un referente teórico y empírico que se basa en la herramienta PhET para la enseñanza de la Física. El diseño de la investigación incorpora bitácoras de búsqueda, fichas bibliográficas y de contenido como instrumentos de investigación; los resultados se basan en el análisis de 25 documentos científicos que resaltan el impacto positivo de la herramienta digital PhET en el aprendizaje de la Física, específicamente en Mecánica I. A partir de estos hallazgos, se propuso una alternativa didáctica. Finalmente se concluyó que esta herramienta emerge como un recurso educativo significativo que tanto docentes como estudiantes pueden integrar de manera trascendental en el proceso educativo.

Palabras clave: Simulador PhET, Física, Aprendizaje Activo, Mecánica I.





Universidad
Nacional
de Loja

Abstract:

This research focuses on the use of the digital tool PhET to improve the learning of Mechanics I in third-year students of Unified General Baccalaureate, within the framework of the Physics subject. The main objective is to analyze the effectiveness of PhET as a teaching resource in the teaching of Mechanics I. To achieve this purpose, a non-experimental qualitative approach is used in a documentary study, supported by a theoretical and empirical reference based on the PhET tool for teaching Physics. The research design incorporates search logs, bibliographic and content cards as research instruments; the results are based on the analysis of 25 scientific documents that highlight the positive impact of the PhET digital tool in the learning of Physics, specifically in Mechanics I. Based on these findings, a teaching alternative was proposed. Finally, it was concluded that this tool emerges as a significant educational resource that both teachers and students can integrate in a transcendental way in the educational process.

Keywords: PhET Simulator, Physics, Active Learning, Mechanics I.

Lo certifico en honor a la verdad.



DAVID ANDRÉS ARAUJO
PALACIOS

David Andrés Araujo Palacios

TRADUCTOR E INTÉRPRETE DE IDIOMAS

Registro SETEC: MDT-3104-CCL-252098 / MDT-OC/262392

