



Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Facultad de Ciencias Físico Matemáticas

Recursos educativos para la enseñanza en Mecánica Clásica
mediante Impresión 3D: Caso de estudio "Conservación de
Energía y Centro de Masa"

Tesis presentada al

Colegio de Física

como requisito parcial para la obtención del grado de

LICENCIADO EN FÍSICA

por

Juan Chávez Torres

Asesorado por

Dr. Ricardo Agustín Serrano

y

Dr. Rafael Cruz José

Puebla Pue.
Mayo de 2025

Título: Recursos educativos para la enseñanza en Mecánica Clásica mediante Impresión 3D: Caso de estudio "Conservación de Energía y Centro de Masa"

Estudiante: JUAN CHÁVEZ TORRES

COMITÉ

Dr. Eduardo Moreno Barbosa
Presidente

Dr. Marco Antonio Morales Sánchez
Secretario

M.C. Pablo Zeleny Vázquez
Vocal

Dr. José Fernando Rojas Rodríguez
Suplente

Dr. Rafael Cruz José
Asesor Externo

Dr. Ricardo Agustín Serrano
Asesor Interno

Agradecimientos

A mis padres, **Juan Chávez Machorro** y **Sabina Torres Monterrosa**, por apoyarme y cuidarme desde siempre sin esperar nada a cambio. Y por brindarme la oportunidad de estudiar lo que me gusta, no me queda más que agradecerles infinitamente.

A mis hermanas **Imelda Chávez Torres** y **Sonia Chávez Torres** gracias por el apoyo y cariño de hermanos que me han brindado a pesar de las adversidades que hemos vivido juntos.

A todos los profesores que durante la licenciatura me brindaron apoyo y se preocuparon por mi rendimiento en las clases, sobre todo, gracias a mis asesores **Dr. Agustín Serrano** y **Dr. Rafael Cruz** por ayudarme a culminar esta etapa de mi formación académica.

A mis amigos, **Enrique Olea**, **Jonathan Varela**, **Armando Aca**, **Gabriel Tejeda**, **Eduardo Santos**, **Juan Alcocer**, **Rafael Cano**, **Guillermo Romero**, y **Fernando Silva** sin su compañía, esta etapa universitaria no hubiera sido la misma.

Por último, gracias al jurado por su atención y tiempo en este proceso.

A todos ustedes, muchas gracias.

Índice general

Resumen	XI
Objetivo General	XIII
Objetivos Específicos	XIII
Introducción	1
1. Marco Teórico	3
1.1. Métodos de Enseñanza	3
1.1.1. Modelo de enseñanza por transmisión-recepción	3
1.1.2. Modelo por descubrimiento	4
1.1.3. Modelo recepción significativa	4
1.1.4. Didáctica del cambio conceptual	5
1.1.5. Modelo por investigación	5
1.1.6. Evaluación por pares y coevaluación	6
1.2. STEM	7
1.3. Impresión 3D	7
1.3.1. Inicios de la impresión 3D	8
1.3.2. Funcionamiento de la impresión 3D	8
1.3.3. Aplicaciones de la impresión 3D	9
1.3.4. Impresión 3D en la Educación	10
1.4. Definición de conceptos físicos	11
1.4.1. Fuerzas conservativas	16
1.4.2. Conservación de la energía mecánica	17
1.5. Paradoja Mecánica de Leybourn	18
1.5.1. Contexto Histórico	18
1.5.2. Premisa	19
1.5.3. Geometría del Sistema	19
1.6. Prueba T de Student	22
1.6.1. Valor t y Grados de Libertad	22
1.6.2. Pasos para la aplicación de la prueba t de student	23
2. Metodología	25
2.1. Modelo de los dispositivos	25
2.2. Impresión del dispositivo educativo	26
2.3. Elaboración de la actividad	26
2.3.1. Pre test diagnóstico	26
2.3.2. Material Teórico	27
2.3.3. Post Test Evaluativo	27
2.4. Grupos de Estudio	27
2.5. Desarrollo de la actividad	28

2.5.1. Aplicación Pre Test	28
2.5.2. Exposición Teórica	28
2.5.3. Aplicación Post Test	28
3. Resultados y Análisis	29
3.1. Resultados de la Actividad	29
3.1.1. Grupo A	29
3.1.2. Grupo B	30
3.2. Resultados previos	31
3.2.1. Comparación en las respuestas correctas en el Pre Test entre ambos grupos	31
3.2.2. Comparación en las respuestas correctas en el Post Test entre ambos grupos	33
3.2.3. Comparación en las respuestas correctas en el Pre y Post Test en el Grupo A	35
3.2.4. Comparación en las respuestas correctas en el Pre y Post Test en el Grupo B	37
3.3. Análisis cualitativo	39
3.3.1. Criterio de las respuestas	39
3.4. Prueba T de Student	44
3.4.1. Base de Datos	44
3.4.2. Interpretación de los Datos	46
3.4.3. Análisis por prueba t de student	46
Conclusión	50
Trabajo a futuro	52
A. Pre Test	55
A.1. Cuestionario de Google aplicado en ambos grupos	55
B. Simulador	65
B.1. Simulador Usado para explicar los temas de Energía Cinética, Energía Potencial y Conservación de Energía	65
B.1.1. URL	66
C. Post Test	67
C.1. Test Impreso aplicado al final de la actividad en ambos grupos	67
D. Trabajo a futuro	73
D.1. Respuestas abiertas para los trabajos a futuro	73
Bibliografía	99

Índice de figuras

1.1. Impresora 3D Industrial	8
1.2. Impresora 3D personal	8
1.3. Inicio de una Impresión 3D de PETG	9
1.4. Impresión de un modelo en PETG	9
1.5. Férula impresa en 3D.	9
1.6. Arte impresa en 3D.	9
1.7. Material didáctico impreso en 3D como apoyo para la educación.	9
1.8. Maqueta impresa en 3D auxiliar en la Arquitectura.	9
1.9. La impresora 3D más grande del mundo en la Universidad de Maine en Estados Unidos.	11
1.10. Centro de Impresión 3D de CETYS Campus Tijuana.	11
1.11. Comparación entre la energía cinética de distintos cuerpos.	12
1.12. Aplicación de los conceptos de energía al lanzamiento vertical hacia arriba de una pelota.	12
1.13. Aplicación de una fuerza sobre el resorte	13
1.14. Deducción Energía Potencial Elástica	13
1.15. Interacción entre los tipos de energía expuestos	14
1.16. Centro de Masa en Polígonos Regulares	15
1.17. Centro de Masa en un anillo	15
1.18. Centro de Masa de un Boomerang	15
1.19. Trayectoria del centro de Masa	15
1.20. Centro de Masa de un Sistema de dos Partículas	16
1.21. Conservación de la Energía Mecánica	17
1.22. The Uphill Roller	19
1.23. Vista frontal y posterior del Bicono-Plano Inclinado.	20
1.24. Vista de perfil del Plano Inclinado.	20
1.25. Vista superior de los dos rieles del plano inclinado.	21
1.26. Presentación del plano inclinado y el bicono.	21
2.1. Elementos del diseño 3D del dispositivo Rolls Uphill	25
2.2. Self Balancing Bird	26
2.3. Resultado Final de la Impresión	26
2.4. Resultado Final de la Impresión	26
3.1. Actividad Grupo A	29
3.2. Actividad Grupo B	30
3.3. Interacción con el material Grupo B	30
3.4. Actividad Grupo B	30
3.5. Interacción con el material Grupo B	30
3.6. Cálculo y resultado de las variables usando Excel. Grupo A	47

3.7. Cálculo de las variables usando Python. Grupo A	47
3.8. Resultado de las variables usando Python. Grupo A	47
3.9. Cálculo y resultado de las variables usando Excel. Grupo B	48
3.10. Cálculo de las variables usando Python. Grupo B	48
3.11. Resultado de las variables usando Python. Grupo B	49
 A.1. Pre Test Parte 1	 55
A.2. Pre Test Parte 2	56
A.3. Pre Test Parte 3	57
A.4. Pre Test Parte 4	58
A.5. Pre Test Parte 5	59
A.6. Pre Test Parte 6	60
A.7. Pre Test Parte 7	61
A.8. Pre Test Parte 8	62
A.9. Pre Test Parte 9	63
 B.1. Simulador Parte 1	 65
B.2. Simulador Parte 2	66
B.3. Simulador Parte 3	66
 C.1. Post Test Parte 1	 68
C.2. Post Test Parte 2	69
C.3. Post Test Parte 3	70
C.4. Post Test Parte 4	71

Resumen

Durante los últimos años la enseñanza de la ciencias exactas ha tratado de innovar en la forma de transferir el conocimiento hacia los estudiantes, si bien, es complicado reinventar los métodos de enseñanza recurrentes en la educación, existen alternativas que pueden favorecer las maneras de transmitir el conocimiento a las nuevas generaciones.

En esta investigación se muestran los resultados al implementar recursos impresos en 3D en temas de mecánica clásica correspondiente a los primeros semestres de las licenciaturas en física, física aplicada e incluso matemáticas.

La investigación se realizó con dos grupos de estudiantes de segundo semestre que cursaban la materia de Física Experimental I. Primero, se aplicó una prueba diagnóstica (Pre Test) en línea, antes de una intervención didáctica sobre conservación de energía y centro de masa. Al Grupo A se le explicó un dispositivo (Paradoja Mecánica) solo de forma teórica, mientras que el Grupo B, además, interactuó con modelos impresos en 3D (Gravity Defying Ramp (Rolls UPHILL!) y Self Balancing Bird) relacionados con los temas. Ambos grupos discutieron sus respuestas durante 5 minutos. Finalmente, se aplicó una prueba evaluativa (Post Test), idéntica a la inicial pero en formato impreso, para medir los efectos de la intervención.

La principal aportación de esta investigación fueron las pruebas Pre y Post Test realizadas, ya que plantean una forma de recabar datos cuantitativos que permiten realizar la comparación en el conocimiento de los estudiantes antes y después de la intervención didáctica.

Los resultados muestran que los estudiantes que interactuaron con el material impreso en 3D lograron un mejor resultado en el Post Test, por lo que se concluye que la inclusión de material didáctico impreso en 3D en temas de mecánica clásica, mejoró el desempeño de los estudiantes en una aplicación real de los temas tratados.

Objetivo General

Analizar el impacto del material didáctico impreso en 3D en clases de mecánica clásica, particularmente en los temas de conservación de energía y centro de masa.

Objetivos Específicos

- Elaborar y preparar una exposición de los temas de Energía y Centro de Masa.
- Exponer los temas a un grupo de control sin utilizar material didáctico impreso en 3D (denotado como Grupo A).
- Exponer los temas a un grupo usando el material didáctico impreso en 3D, previamente seleccionado (denotado Grupo B).
- Elaborar y aplicar un Pre y un Post Test para cuantificar el impacto del uso del material didáctico.
- Analizar estadísticamente los resultados obtenidos de las pruebas.

Introducción

Con el paso del tiempo la enseñanza de las ciencias exactas se ha convertido en un objeto de investigación relevante debido a la complejidad en los temas de estudio que se abarcan. Si bien los métodos de enseñanza son un nicho difícil de modificar en su totalidad, estos deben evolucionar conforme la tecnología avanza para obtener mejores resultados, es aquí donde surgió la propuesta de implementar recursos STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) que promuevan un mejor aprendizaje por parte de los estudiantes.

Desde hace unos años, el interés en estudiar una licenciatura en ciencias exactas ha incrementado, como lo muestran los informes de labores de la FCFM, en el año 2017 "hubo un total de 561 aspirantes entre las licenciaturas de matemáticas, matemáticas aplicadas, física y física aplicada, de los cuales fueron aceptados 319 estudiantes de nuevo ingreso".[1] A partir de aquí se vivió un "boom" en cuanto a la divulgación científica, gracias a los medios digitales que promovieron el interés en las ciencias exactas, muestra de esto son los datos que nos arroja el tercer reporte de labores Gestión 2016-2020 en 2019 (año en donde se tiene el registro de mayor demanda de aspirantes) donde "hubo un total de 1226 aspirantes entre las licenciaturas de matemáticas, matemáticas aplicadas, física y física aplicada de la FCFM, de los cuales fueron aceptados 410 alumnos de nuevo ingreso en el año 2019".[2]

En el último informe de labores del cual se tiene registro de aspirantes, que corresponde al año 2023, (Tercer informe de labores Gestión 2020-2024), nos dice que "hubo un total de 534 aspirantes en las mismas licenciaturas, de los cuales se aceptaron a 416 estudiantes".[3]

Si bien el interés en se ve reflejado en estas estadísticas, no todo son buenas noticias, ya que debido al nivel académico la facultad, es complicado que todos los alumnos aceptados concluyan íntegramente la licenciatura. Como se expone en el Cuarto informe de labores Gestión 2020-2024:

En el caso de las licenciaturas en Física la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la BUAP se posicionan en el tercer lugar a nivel nacional dentro de las mejores escuelas o facultades que imparten la carrera de Física después de la UNAM y el IPN: Por otra parte, las licenciaturas en matemáticas de nuestra institución se posicionan en el cuarto lugar de una evaluación de 42 programas:

1. La Universidad Nacional Autónoma de México, con calificación de 10,
2. La Universidad Autónoma Metropolitana con calificación de 9.78,
3. Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional con calificación de 9.71
4. Y con una décima abajo la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla con calificación de 9.7.[4]

Sin duda el nivel académico dentro de la FCFM-BUAP es muy exigente por lo que para los estudiantes es complicado a veces mantener un buen nivel durante el transcurso de sus estudios. La enseñanza de la física, en particular en conceptos fundamentales como los temas de mecánica, enfrenta desafíos pedagógicos debido al nivel de abstracción en el temario que se estudia a nivel superior. Los métodos de enseñanza tradicionales, basados en clases teóricas y ejercicios en pizarrón,

pueden llegar a dificultar el aprendizaje y la comprensión en los estudiantes, ya que se preocupan por aprobar con una buena calificación, más que en realmente aprender y entender los temas estudiados.

Es por esto que en esta investigación se plantea abundar en los métodos de enseñanza más comunes con el fin de conocer sus características a fondo y proponer acciones que mejoren la recepción del aprendizaje en temas esenciales en el área de Física y Física Aplicada con ayuda del avance tecnológico, como lo es la impresión 3D, ofreciendo nuevas oportunidades para innovar la enseñanza de la mecánica clásica con un proceso más didáctico, interactivo, visual y experimental, tratando de demostrar que la inclusión de las nuevas tecnologías en la enseñanza puede traer resultado muy beneficiosos en la educación.

Capítulo 1

Marco Teórico

En este capítulo, se presentan los principales métodos de enseñanza usados en la educación referente al área de las ciencias, los antecedentes académicos y los conceptos físicos que nos permiten contextualizar nuestro proyecto de investigación.

1.1. Métodos de Enseñanza

La educación desde hace varios años ha estado sujeta a los métodos de enseñanza tradicionales, siendo que en las ciencias exactas ha sido difícil innovar en maneras más didácticas para transmitir los conocimientos en los temas que se abarcan a lo largo de la licenciatura debido a la complejidad de los mismos.

Un método de enseñanza es el conjunto de técnicas y actividades que un profesor utiliza con el fin de lograr uno o varios objetivos educativos, que tiene sentido como un todo y que responde a una denominación conocida y compartida por la comunidad científica.[5]

Sabiendo esto, a continuación se presentan algunos de los métodos de enseñanza más comunes dentro de la educación, se resumen a partir de las referencias [6] y [7], si se quiere profundizar con las definiciones de los autores se recomienda visitar la bibliografía.

1.1.1. Modelo de enseñanza por transmisión-recepción

El método de recepción-transmisión es un modelo educativo tradicional que aún domina en muchos centros educativos, a pesar de haber sido bastante cuestionado desde enfoques contemporáneos. Se trata de un enfoque que concibe la ciencia como un conjunto de conocimientos absolutos, sin considerar su evolución histórica y epistemológica.

Esta idea conlleva a una enseñanza enfocada en la transmisión rígida y memorística del saber científico, sin fomentar el análisis crítico ni la comprensión en el proceso de construcción del conocimiento.

Respecto al estudiante, se le concibe como un "tábula rasa", al que se le debe transferir el conocimiento de forma directa, sin tener en cuenta su contexto socio-cultural, intereses, motivaciones o vínculos afectivos. Esto genera una relación educativa despersonalizada, donde se ignora la interacción intersubjetiva y el papel activo del aprendiz en la construcción del saber. Además, se promueve un aprendizaje acumulativo y secuencial, basado en la repetición y la memorización, sin espacio para la comprensión, interpretación o transformación del conocimiento.

El docente, asume un rol de transmisor, como portavoz de la ciencia, cuya tarea es exponer de forma clara y rigurosa los contenidos científicos para que los estudiantes los apliquen en la resolución de los problemas.

Este método reproduce una relación marcada entre el que enseña y el que aprende, similar a un “banco”, en el que el conocimiento se “deposita” en la mente del alumno para luego ser “extraído” en las evaluaciones.

1.1.2. Modelo por descubrimiento

El método de enseñanza por descubrimiento surge como una respuesta a las limitaciones del modelo tradicional por transmisión.

Este enfoque tiene dos variantes:

- **Descubrimiento guiado:** donde el docente orienta al estudiante hacia la solución de problemas.
- **Descubrimiento autónomo:** donde el estudiante construye su conocimiento de forma independiente.

El modelo se apoya en los aspectos sociales y culturales del conocimiento científico, reconociendo que la ciencia está siempre presente en la vida cotidiana. Promueve ideas como que el conocimiento está disponible en la realidad cotidiana y que aprender los procedimientos y actitudes es más valioso que aprender solo los contenidos.

Sin embargo, aunque el modelo se plantea como un modelo inductivista y procedimental, en la práctica muchas veces se reduce a una enseñanza teórica sin verdadero trabajo experimental.

El estudiante se considera como un "pequeño científico", que aprende por observación y experimentación, pero usualmente se llega a un inductivismo ingenuo al solo exponer al estudiante a experiencias y descubrir el conocimiento por sí mismo, sin valorar sus conocimientos previos ni el proceso interno de su construcción del saber.

El docente actúa como un coordinador, prioriza las habilidades de investigación por encima de las de comprensión de los contenidos. Esto genera una visión limitada tanto del estudiante como de la ciencia, al ignorar su verdadera complejidad y su significado epistemológico.

Para que este método tenga una buena aplicación, es necesario reconocer la dinámica social y conceptual de la ciencia, así como la estructura cognitiva del estudiante, que son los elementos clave para una enseñanza verdaderamente significativa.

1.1.3. Modelo recepción significativa

Este método surge como una propuesta tras diversos debates sobre cómo se deben enseñar y aprender las ciencias, y también como respuesta a las limitaciones de los modelos anteriores.

Este modelo se fundamenta en la teoría del aprendizaje significativo, el cual destaca la importancia de la estructura cognitiva del estudiante y el uso de sus conocimientos previos como base para construir los nuevos saberes científicos.

Uno de los principales aportes del modelo es el reconocimiento de la lógica en la ciencia y sobre cómo se vincula con la lógica de aprendizaje del estudiante. Se parte de la idea de que existe cierta compatibilidad entre el conocimiento científico y el conocimiento cotidiano, haciendo que el aprendizaje ocurra mediante procesos de integración continuos, en los cuales los nuevos conceptos se incorporan a las estructuras previas del pensamiento.

El estudiante deja de ser una “tábula rasa” y se le considera como alguien que posee preconceptos o ideas previas, que pueden transformarse a través de este proceso de enseñanza. Por lo que, cobra fuerza la frase: “verifíquese lo que sabe el educando y enséñese en consecuencia.”

El docente, tiene el rol de guía en el aprendizaje, utiliza estrategias como los organizadores previos, que sirven como enlace entre los conocimientos previos que posee el estudiante y los nuevos contenidos que aprenderá. A diferencia de los métodos inductivistas, en este modelo se le da más importancia a los contenidos conceptuales que a los procedimientos, aunque se mantiene

cierta estructura en la transmisión del conocimiento, en resumen, se mantiene la idea de que el conocimiento se transfiere del maestro hacia el alumno.

Este modelo no está exento de críticas. Una de ellas es la posibilidad de que el aprendizaje significativo se reduzca a una simple sustitución de ideas previas por conceptos científicos nuevos, sin tener en cuenta los modelos mentales del alumno. También se cuestiona la ambigüedad del término “significativo”, ya que algunos estudiantes y docentes lo interpretan como algo útil solo en función de obtener buenas calificaciones o cumplir con las tareas, en vez de asociarlo con un aprendizaje profundo y duradero.

Aunque el modelo reconoce la importancia de respetar la lógica del estudiante, sigue planteando la enseñanza como una transmisión de conocimientos cerrados, lo que limita la comprensión del conocimiento en los estudiantes.

1.1.4. Didáctica del cambio conceptual

Este método recoge algunos planteamientos de la teoría asubeliana, al reconocer una estructura cognitiva en el educando, se valorar los presaberes de los estudiantes como aspecto fundamental para lograr un mejor aprendizaje, sólo que se introduce un nuevo proceso para lograr este cambio conceptual: la enseñanza de las ciencias mediante el conflicto cognitivo.

En este modelo, se reconoce que el conocimiento cotidiano del estudiante no es compatible con el conocimiento científico, por lo cual se plantea como objetivo principal generar un cambio conceptual.

El modelo parte del reconocimiento de que el estudiante posee presaberes o conocimientos previos, pero en lugar de simplemente integrarlos, se busca cuestionarlos y superarlos. Esto se logra a través de la creación de situaciones problemáticas o experiencias que generen insatisfacción con los conocimientos previos, lo que provoca un conflicto cognitivo. Este conflicto impulsa al estudiante a sustituir sus ideas por nuevos conceptos científicos que sean más trascendentales en su recepción del saber.

El estudiante se convierte en un sujeto activo en su propio proceso de aprendizaje.

El docente asume el rol de diseñador de estrategias de aprendizaje que provocan este conflicto cognitivo.

Las actividades en el aula deben fomentar la reflexión, contraste de ideas y saber cuales son los límites en los conocimientos previos del estudiante, con el fin de facilitar una comprensión más profunda y generalizada de los conceptos científicos.

La crítica hacia este modelo es que no siempre es posible o deseable eliminar por completo los saberes previos. En lugar de esto, se propone exponer una visión más compleja, conocida como la teoría de la evolución conceptual, que sugiere que el aprendizaje es un proceso gradual, en el que intervienen factores conceptuales, cognitivos, metacognitivos, motivacionales, y filosóficos de la ciencia.

Desde esta perspectiva, el cambio no es solo conceptual, sino también existe un cambio sobre cómo el estudiante se relaciona con el conocimiento y con su propio proceso de aprendizaje.

En resumen, este modelo propone una enseñanza de las ciencias más crítica, reflexiva y compleja, que busca transformar los presaberes del estudiante a través del conflicto y la interrogación de sus propias ideas.

1.1.5. Modelo por investigación

Este método se fundamenta mediante una postura constructivista y en el uso de problemas significativos como eje principal del aprendizaje.

Este modelo reconoce que el conocimiento científico posee cierta estructura interna, la cual debe guiar la secuencia de los contenidos escolares.

Como en algunos modelos anteriores, se plantea una incompatibilidad entre el conocimiento cotidiano y el científico, pero con dos diferencias esenciales: la valoración del proceso constructivo

del conocimiento y el uso pedagógico de los problemas científicos.

Se busca que el estudiante se acerque a la ciencia como una actividad humana y social, influida por el contexto histórico y cultural. Así, el científico se concibe como un sujeto social, y el estudiante como un agente activo que, partiendo de sus presaberes, se involucra en la solución de los problemas investigativos, desarrollando aprendizajes más significativos y rigurosos.

El docente debe plantear problemas contextualizados y relevantes para el estudiante, los cuales permitan conectar los contenidos científicos con el entorno del educando. Además, debe propiciar un ambiente en el que se reconozcan e integren múltiples tratamientos del aprendizaje, como los factores cognitivos, emocionales, comunicativos y sociales, promoviendo una enseñanza flexible y adaptada al contexto.

Los problemas deben generar cierta incertidumbre que generen la necesidad de buscar soluciones. Desde este ángulo, el planteamiento de esta clase de problemas permite varias cosas:

- Diagnostican ideas previas.
- Favorecen la construcción de nuevos conocimientos.
- Desarrollan habilidades cognitivas.
- Fomentan actitudes positivas hacia la ciencia.
- Permiten evaluar el conocimiento científico del estudiante.
- Conectan el saber científico con el cotidiano.

En resumen, este modelo propone una enseñanza investigativa y reflexiva, que fomenta el pensamiento crítico, la participación activa del estudiante, y la comprensión de la ciencia como un proceso dinámico y social, alejándose de los conceptos absolutos y cerrados del conocimiento científico.[6]

1.1.6. Evaluación por pares y coevaluación

Los métodos de evaluación por pares y coevaluación permiten una evaluación compartida desde una perspectiva crítica, ya que el docente será evaluado de manera directa por sus colegas y estudiantes, por medio de críticas constructivas que ayudan a tomar decisiones consensadas durante el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Evaluación por pares

Este modelo permite que los docentes sean evaluados tanto por sus colegas como estudiantes, ya que ambos elementos tienen preconcepciones sobre el tema que se va a abarcar por lo que se promueve una evaluación compartida y reflexiva.

El propósito de este modelo no es juzgar, sino mejorar la práctica pedagógica mediante observaciones y críticas constructivas por parte de ambos participantes.

El docente toma conciencia del impacto de sus decisiones en el aprendizaje y motivación del alumnado. El estudiante, al ser un colega con formación y contexto similares, funciona como un espejo profesional, ofreciendo una nueva perspectiva que el docente puede no haber percibido por sí mismo. Este proceso requiere claridad en sus objetivos y beneficios, y debe desarrollarse con ética profesional. No se impone, sino que aplica como iniciativa de los propios docentes y se adapta a los contextos educativos: clases, talleres, exposiciones, etc.

Coevaluación

La coevaluación es una evaluación mutua y recíproca realizada entre los participantes (estudiantes y docentes), después de una actividad o al final de un curso. Este modelo permite calificar

colectivamente los logros, dificultades y aportes del grupo, con el objetivo de mejorar el aprendizaje en conjunto.

La coevaluación fomenta la participación activa, el diálogo, y la retroalimentación, ayudando a corregir los errores, redefinir roles y planificar nuevas estrategias educativas.

Tanto el alumno como el docente se convierten en agentes activos del proceso evaluativo, enriqueciendo la práctica pedagógica.

La coevaluación propicia un intercambio de propuestas y opiniones mediante un diálogo respetuoso de los aspectos positivos y negativos de las situaciones vividas en el aula con el fin de retroalimentar y mejorar la calidad del aprendizaje de los estudiantes.[7]

1.2. STEM

El enfoque STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) se denominó originalmente Ciencia, Matemáticas, Ingeniería y Tecnología (SMET por sus siglas en inglés) y fue una iniciativa de la Fundación Nacional de Ciencias (NSF). Esta iniciativa educativa buscaba dotar a todos los estudiantes de habilidades de pensamiento crítico que los capacitaran para resolver problemas de forma creativa y, en última instancia, para un mejor desempeño laboral.[8]

Las cuatro ramas de STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) han sido pilares en la trayectoria académica de varios estudiantes, particularmente de ciencias y matemáticas.

Se definen como:

- **Ciencia:** Es el estudio sistemático de la naturaleza y el comportamiento del universo material y físico, basado en la observación, la experimentación y la medición, y la formulación de leyes para describir estos hechos en términos generales.
- **Tecnología:** Es la rama del conocimiento que trata de la creación y utilización de medios técnicos y su interrelación con la vida, la sociedad y el medio ambiente, apoyándose en materias como las artes industriales, la ingeniería, las ciencias aplicadas y las ciencias puras.
- **Ingeniería:** Es el arte o ciencia de hacer aplicación práctica del conocimiento de las ciencias puras, como la física o la química, como en la construcción de motores, puentes, edificios, minas, barcos y plantas químicas.
- **Matemáticas:** Es un grupo de ciencias relacionadas, que incluye álgebra, geometría y cálculo, que se ocupa del estudio del número, la cantidad, la forma, el espacio y sus interrelaciones mediante el uso de una notación especializada.[9]

A medida que este enfoque tomaba importancia, se impuso como un modelo a tener en cuenta dentro del ámbito educativo, como lo demuestran trabajos ya realizados [10],[11], siendo una propuesta implementada en todos los niveles educativos.

1.3. Impresión 3D

Cada vez la innovación tecnológica se ha convertido en un tema importante para la sociedad, de tal manera que estos avances se convierten en herramientas útiles que revolucionan varios aspectos de la vida diaria, un ejemplo claro es la impresión 3D, ya que en sus comienzos era una tecnología exclusiva que solo tenía presencia en las industrias más avanzadas tecnológicamente, sin embargo, hoy en día se ha vuelto una tecnología accesible a tal punto que es posible contar con una impresora 3D en casa. Por este motivo la impresión 3D es un recurso que se adapta perfectamente en el enfoque STEAM y se convierte en una herramienta auxiliar dentro del campo educativo.



Figura 1.1: Impresora 3D Industrial



Figura 1.2: Impresora 3D personal

1.3.1. Inicios de la impresión 3D

La impresión 3D tiene sus comienzos a principio de la década de los 80's, ya que en el año 1980 el Dr. Hideo Kodama del Instituto Municipal de Investigación Industrial en Nagoya, Japón, inventó dos métodos de impresión en tres dimensiones con resina foto-sensible, por desgracia, la solicitud de patente fue rechazada y abandonada debido al poco interés y falta de recurso para su proceso.

Mientras tanto, en Francia, un grupo de ingenieros conformado por Alain Le Méhauté, Olivier de Witte y Jean-Claude André, investigaban la tecnología de fabricación mediante solidificación de resinas foto-sensibles curadas con luz ultravioleta. Su investigación fue presentada al Centro Nacional de Investigación Científica de Francia (CNRS), pero no obtuvo apoyo debido a la aparente falta de áreas de aplicación. En el año 1984 presentaron una solicitud de patente, la cual no procedió por falta de apoyo.

Fue hasta finales de 1980 que Charles W. Hull, inventor destacado en el campo de la óptica iónica, ideó el primer método de impresión 3D patentado, (Estados Unidos Patente nº 4575330, 1986), el cual es un sistema de prototipo rápido por el cual se obtienen modelos sólidos en tres dimensiones mediante el procesamiento de datos organizados en un archivo .stl. Posteriormente entró en escena una de las tecnologías más populares para la impresión 3D, El Modelado por deposición de material fundido FDM, la cual fue desarrollada y patentada por S. Scott Crump en 1989 y fue comercializada en 1990 por la compañía que el mismo cofundó, Stratasys.[14]

1.3.2. Funcionamiento de la impresión 3D

El primer paso para crear un modelo 3D es su diseño, con un software de renderizado 3D (tipo CAD). El modelo se guarda en una estereolitografía (archivo .STL). El software de la impresora reinterpreta la información del archivo .STL y la transforma en secciones horizontales 2D que serán las que la impresora vaya imprimiendo de modo aditivo hasta formar el objeto 3D completo. Existen muchas técnicas diferentes para imprimir modelos tridimensionales.

El empleado por las impresoras más habituales es el modelado por deposición fundida (FDM, de sus iniciales en inglés) o extrusión termoplástica. La impresora dispone de una boquilla que puede desplazarse con mucha precisión en tres ejes, por la que vierte material fundido en forma de hilos que se solidifican inmediatamente después de salir de ella. Los materiales más comunes empleados en este tipo de impresoras son varios tipos de plásticos, como el acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) y el políácido láctico (PLA).[15]



Figura 1.3: Impresora de filamento iniciando la impresión de un modelo.



Figura 1.4: Avance en la impresión, nótese el avance por capas.

Hoy en día existen varios materiales que pueden ser utilizados para imprimir en 3D, pero el más empleado, debido a su bajo coste y a su versatilidad, son los plásticos termoplásticos: PLA (Ácido poliláctico), PETG (es la combinación el PET con glicol) y ABS (acrilonitrilo butadieno estireno).

1.3.3. Aplicaciones de la impresión 3D

La impresión 3D ha generado progresos importantes en distintas áreas, mejorando el impacto de estas ramas en la sociedad. A continuación se muestran distintas aplicaciones de la impresión 3D.



Figura 1.5: Férula impresa en 3D.



Figura 1.6: Arte ilustrativa impresa en 3D.



Figura 1.7: Material didáctico impreso en 3D como apoyo para la educación.



Figura 1.8: Maqueta impresa en 3D auxiliar en la Arquitectura.

- **Medicina:** La impresión 3D ha permitido la creación de órganos de tejido blando, implantes metálicos, implantes de cadera, plantillas ortopédicas, dispositivos ortopédicos corporales, incluso trasplantes de mandíbula. Son numerosas las personas

que necesitan sustituir partes del cuerpo que han sido amputadas: bebés nacidos sin extremidades o víctimas de accidentes de tránsito. Anteriormente el costo para acceder a una prótesis era extremadamente elevado, pero gracias a la impresión 3D, los precios han disminuido sustancialmente.

- **Arte:** Se han replicado obras de arte hasta el momento imposibles de reproducir, de artistas como Van Gogh. Gracias a los sistemas informáticos Open Source, los artistas plásticos, pintores y escultores pueden experimentar nuevas formas de expresar las emociones generadas por el mundo que los rodea, implementando nuevas técnicas gracias a la impresión 3D. Entre los años 2000 y 2010 empezaron las primeras exposiciones artísticas donde se mostraban obras impresas en 3D.
- **Educación:** Las aplicaciones en la educación son numerosas, se pueden implementar para el aprendizaje de nuevos conocimientos en programación, modelado 3D, obtención de nuevos materiales e innovación en procesos de manufactura.
- **Arquitectura:** El desarrollo de maquetas ha sido una de las actividades más beneficiadas por la impresión 3D. En Holanda se crea la primera casa con esta tecnología, utilizando una impresor 3D de gran proporción (KamerMaker). En china se construyeron 10 casas de una planta en 24 horas, procedimiento que normalmente toma semanas o meses. Los beneficios más importantes de la impresión 3D en la arquitectura están relacionados con: reducción de costo y tiempo de construcción, disminución en la contaminación del ambiente, y reducción de los riesgos de lesiones y muertes en los sitios de construcción; se consiguen también mejoras en cuanto al detalle de los diseños, la precisión y repetibilidad de los modelos.[19]

Estos son solo algunos ejemplos de las áreas donde la impresión 3D ha tomado relevancia los últimos años. El enfoque de esta investigación esta relacionada con la aplicación de la impresión 3D en la educación.

1.3.4. Impresión 3D en la Educación

En la actualidad la impresión 3D se ha convertido en una herramienta funcional que resuelve problemáticas que hace años ni se pensaba eran posibles, ya que permite la elaboración precisa de modelos, herramientas, instrumentos, etc, de manera relativamente rápida, a costos accesibles y con la posibilidad de elegir el material con el que se trabaja, adecuándolo a las necesidades, es ahí donde surge la idea de implementar esta tecnología en la educación.

A medida que pasan los años diferentes investigaciones y proyectos han demostrado que el rol de los estudiantes dentro del aula, es importante para su adquisición de conocimiento, ya que si el alumno está involucrado en su proceso de aprendizaje se fomenta el aprendizaje significativo.

La implementación de la impresión 3D en las aulas de clase puede traer beneficios hacia los estudiantes ya que promueve la imaginación, el razonamiento, e incluso la organización en equipo, existen trabajos publicados que confirman los beneficios en los resultados[16],[17]. Exponer o explicar un tema que a simple vista puede parecer complejo con ayuda de material didáctico impreso en 3D fomenta la curiosidad de los alumnos, ya que se involucran directamente en la problemática planteada y el material es un auxiliar importante en la solución, por lo que se familiarizan con el tema y logran asimilar y retener el aprendizaje de mejor manera.

Según el último Informe Horizon, "las impresoras 3D son una tecnología que tendrá un gran impacto educativo en los próximos años, llevando a los estudiantes a aprender explorando de forma manipulativa, es decir, aprender haciendo".[18]



Figura 1.9: Impresora 3D más grande del mundo. Universidad Maine en Estados Unidos.

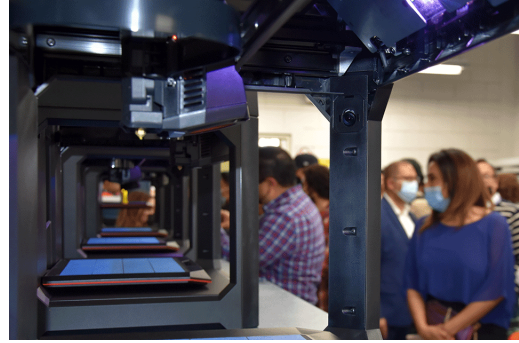


Figura 1.10: Centro de Impresión 3D de CETYS Campus Tijuana

1.4. Definición de conceptos físicos

A continuación se definen los conceptos físicos necesarios en la contextulización de la investigación.

Energía

La energía es un concepto complejo de definir debido al amplio campo que esta abarca, sin embargo una definición adecuada y que ayuda a familiarizarse con ella sería: "la energía es una magnitud escalar asociada al estado (o condición) de uno o más objetos." [13]

Si bien no es una definición tan precisa, es suficiente para adentrarse en el entendimiento del tema. La razón por la que es complicado dar una definición precisa de la energía es por las distintas definiciones que brindan los autores, por ejemplo, "La combinación de energía y materia forma el Universo" [20], se puede comprender que la energía siempre se encuentra presente en el universo, es por esto que existen varias maneras de expresarla y en su defecto, trabajar con ella.

Para esta investigación se hizo énfasis en dos formas esenciales de la energía, que son la energía cinética y la energía potencial, derivado de esto, también se trabajó con la conservación de la energía mecánica.

Energía cinética

La energía cinética es una cantidad escalar, por lo que es importante enfocarse solo en su magnitud.

La energía cinética, es la energía asociada con el estado de movimiento de un objeto.

Matemáticamente se define como:

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \quad (1.1)$$

donde:

- K es la energía cinética (en julios, J),
- m es la masa de la partícula (en kilogramos, kg),
- v es la rapidez del objeto (en metros por segundo, m/s).

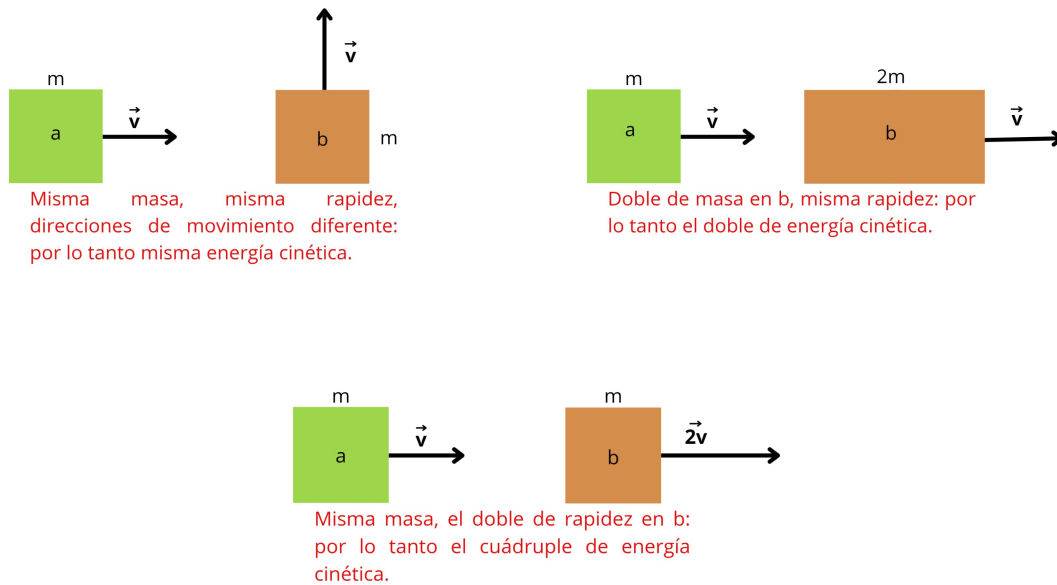


Figura 1.11: Comparación entre la energía cinética de distintos cuerpos.

Energía potencial

De igual manera, la energía potencial es una cantidad escalar y la podemos definir como la energía que se almacena en un objeto y se asocia con la posición del mismo. Existen dos maneras de trabajar con la energía potencial:

Energía potencial gravitacional

Se entiende por energía potencial gravitacional a aquella energía que se encuentra asociada con la posición y con el peso de un cuerpo, ya que al levantar un objeto presenta la posibilidad de que la fuerza gravitacional realice un trabajo sobre ella, dicha energía se encuentra asociado al peso y la altura sobre el suelo la cual ejerce la presión. Matemáticamente se define como:

$$U = mgy \quad (1.2)$$

Donde:

- U : energía potencial gravitacional (en julios, J)
- m : masa de la partícula (en kilogramos, kg)
- g : aceleración debida a la gravedad ($\approx 9.81 \text{ m/s}^2$ hacia abajo)
- y : coordenada vertical (altura) en metros (m), considerando $y = 0$ como referencia

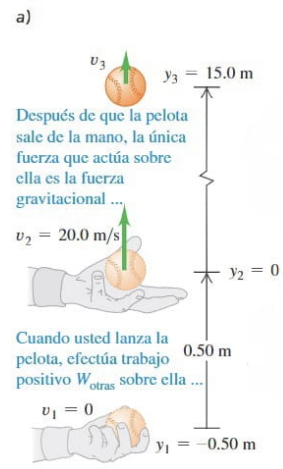


Figura 1.12: Aplicación de los conceptos de energía al lanzamiento vertical hacia arriba de una pelota.[21]

Energía potencial elástica

Para asimilar la energía potencial elástica, es necesario repasar el concepto de la ley de Hooke, que fue enunciada por el físico inglés Robert Hooke, quien estudió cuerpos elásticos.

Esta afirmación determina que mientras no se superen los límites flexibles más lejanos de un cuerpo, la distorsión versátil que atraviesa corresponde directamente a la potencia adquirida.[22]

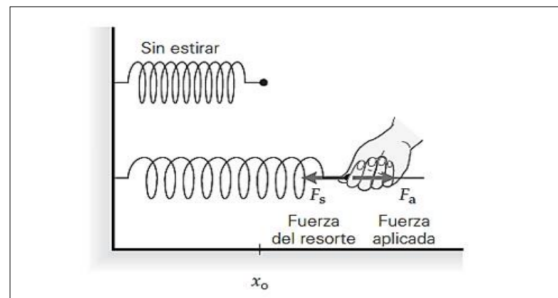


Figura 1.13: Aplicación de una fuerza sobre el resorte[21]

Simplificando la ley de Hooke, esta nos dice que la fuerza requerida para estirar un objeto elástico, es directamente proporcional a la extensión del resorte. Matemáticamente se define como:

$$F = -k\Delta x \quad (1.3)$$

donde:

- F es la fuerza elástica (en newtons, N),
- k es la constante elástica del resorte (en N/m),
- Δx es el desplazamiento desde la posición de equilibrio (en metros, m).

El signo negativo en la Ecuación 1.3 indica que la **fuerza de restauración** del resorte actúa en dirección opuesta al desplazamiento impuesto.

De la definición del trabajo sabemos que el área bajo una gráfica de fuerza vs desplazamiento da el trabajo realizado por esa fuerza. La figura (1.14) muestra la gráfica de fuerza vs. desplazamiento de un resorte. Ya que el área bajo la curva es un triángulo, y ningún tipo de energía se pierde en un resorte ideal, podemos encontrar la energía potencial elástica U_{el} a partir del trabajo realizado:

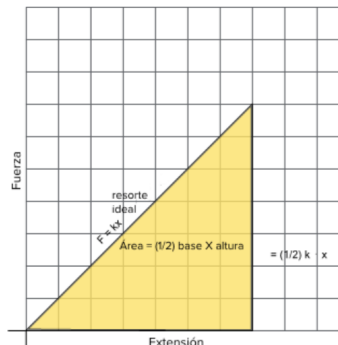


Figura 1.14: Trabajo realizado por una fuerza sobre un resorte ideal.[23]

Con las deducciones anteriores se puede definir a la energía potencial elástica como la energía almacenada que resulta de aplicar una fuerza para deformar un objeto elástico. La energía queda almacenada hasta que se quita la fuerza y el objeto elástico regresa a su forma original, haciendo un trabajo en el proceso. La deformación puede implicar comprimir, estirar o retorcer el objeto. Matemáticamente se define como:

$$U_{el} = \frac{1}{2}k(\Delta x)^2 \quad (1.4)$$

donde:

- U_{el} es la energía potencial elástica (en julios, J),
- k es la constante elástica del resorte (en newtons por metro, N/m),
- Δx es el desplazamiento desde la posición de equilibrio (en metros, m).



Figura 1.15: El salto en trampolín implica interacciones entre la energía cinética, la energía potencial gravitacional y la energía potencial elástica.[21]

Para los fines de esta investigación el enfoque en los tipos de energía se basó solo en la energía cinética y energía potencial gravitacional, pero es importante conocer las variantes de la energía potencial.

Centro de masa

Otro concepto importante para esta investigación es el centro de masa, se usa una definición acorde a los objetivos de la investigación.

Una partícula

El centro de masa (CM) de una partícula u objeto es el punto que se mueve como si toda la masa del sistema estuviera concentrada allí y todas las fuerzas externas se aplicaran allí. Para

objetos rígidos sencillos con densidad uniforme, el centro de masa se ubica en el centroide. Por ejemplo, el centro de masa de un disco homogéneo uniforme estaría en su centro.



Figura 1.16: Ejemplos de polígonos regulares donde su centro de masa se ubica exactamente en su centro y sobre la superficie del objeto. [23]

Existen casos donde el centro de masa no está en ningún lado sobre el objeto. Por ejemplo, el centro de masa de un anillo, está ubicado en su centro, en donde no hay material.



Figura 1.17: El centro de masa en un anillo se ubica en su centro, sin embargo, no esta en contacto con ninguna superficie del anillo. [23]

Y también existen casos donde el centro de masa se encuentra fuera del objeto. Por ejemplo el centro de masa de un boomerang, se encuentra fuera del objeto. De esta manera existen objetos donde su centro de masa sigue cierta trayectoria pero los demás puntos siguen trayectorias mas complicadas.

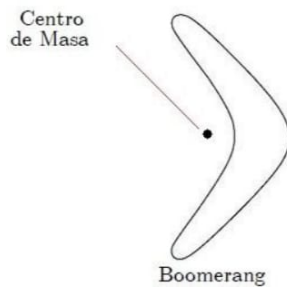


Figura 1.18: El centro de masa de un boomerang se encuentra fuera del objeto.[23]



Figura 1.19: El centro de masa (punto negro) de un bate de béisbol lanzado al aire sigue una trayectoria parabólica, pero todos los demás puntos del bate siguen trayectorias curvas más complicadas.[13]

Sistemas de dos partículas

Dos Partículas. La figura 1.20 muestra dos partículas de masas m_1 y m_2 separadas por una distancia d . Se elige arbitrariamente el origen de un eje x para que coincida

con la partícula de masa m_1 . Se define la posición del centro de masa (**CM**) de este sistema de dos partículas como:

$$x_{(cm)} = \frac{m_2}{m_1 + m_2}d \quad (1.5)$$

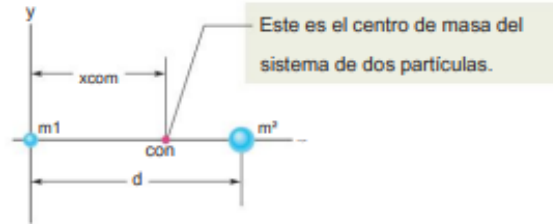


Figura 1.20: Dos partículas de masas m_1 y m_2 están separadas por una distancia d . El punto **CM** (centro de masa) muestra la posición del sistema, calculada a partir de la ecuación: (1.5) [13]

Si suponemos que $m_2 = 0$, entonces solo nos queda una partícula de masa m_1 y el centro de masa debe de estar en la posición de dicha partícula; por lo que la ecuación (1.20) se reduce a $x_{(cm)} = 0$. Si $m_1 = 0$, solo queda una partícula de masa m_2 y tenemos, como era de esperar, $x_{(cm)} = d$. Si $m_1 = m_2$ el centro de masa debe de estar a la mitad entre las dos partículas; por lo que la ecuación (1.20) se reduce a $x_{(cm)} = \frac{1}{2}d$ como se esperaba. Finalmente, (1.20) nos indica que si ni m_1 ni m_2 son cero, $x_{(cm)}$ solo puede tener valores entre 0 y d ; es decir, el centro de masa debe estar en algún punto entre las dos partículas.[13]

1.4.1. Fuerzas conservativas

Al estudiar la energía potencial se habló de “almacenar” energía cinética convirtiéndola en energía potencial, contemplando que siempre se podrá recuperar nuevamente como energía cinética.

Un ejemplo sería:

Una pelota lanzada hacia arriba se frena al convertir su energía cinética en energía potencial gravitacional; sin embargo, al bajar, la pelota se acelera conforme su energía potencial se convierte en energía cinética. Si no hay resistencia del aire, la pelota se mueve con la misma rapidez cuando regresa al punto de lanzamiento.[21]

Una fuerza que presenta esta característica de conversión bidireccional entre energías cinética y potencial es una fuerza conservativa. “Una característica fundamental de las fuerzas conservativas es que su trabajo siempre es reversible. Algo que depositamos en el “banco” de energía puede retirarse después sin pérdida”.[21] Otro aspecto importante de las fuerzas conservativas es que un cuerpo puede moverse del punto 1 al punto 2 siguiendo distintas trayectorias; pero el trabajo realizado por una fuerza conservativa es el mismo para todas.

De esta manera, si un cuerpo se mantiene cerca de la superficie terrestre, la fuerza gravitacional $m\vec{g}$ es independiente de la altura, y el trabajo realizado por esta fuerza solamente depende del cambio de altura.

Si el cuerpo describe una trayectoria cerrada, volviendo al punto de partida, el trabajo total de la fuerza gravitacional siempre es cero. En resumen, el trabajo realizado por una fuerza conservativa tiene cuatro propiedades:

1. Puede expresarse como la diferencia entre los valores inicial y final de una función de energía potencial.
2. Es reversible.
3. Es independiente de la trayectoria del cuerpo y depende sólo de los puntos inicial y final.
4. Si el punto inicial coincide con el punto final, el trabajo total es cero.

Si las únicas fuerzas que efectúan trabajo son conservativas, la energía mecánica total $E = K + U$ es constante.

1.4.2. Conservación de la energía mecánica

Las fuerzas no conservativas no pueden representarse en términos de energía potencial; sin embargo, pueden describirse sus efectos en términos de energías distintas de la cinética y la potencial.

"La energía mecánica E de un sistema es la suma de su energía cinética K y la energía potencial U de los objetos dentro de él".[13]

$$E = K + U \quad (1.6)$$

donde:

- E es la energía mecánica total del sistema (en julios, J),
- K es la energía cinética (1.1),
- U es la energía potencial total (que puede incluir energía potencial gravitacional 1.2 o energía potencial elástica 1.4).

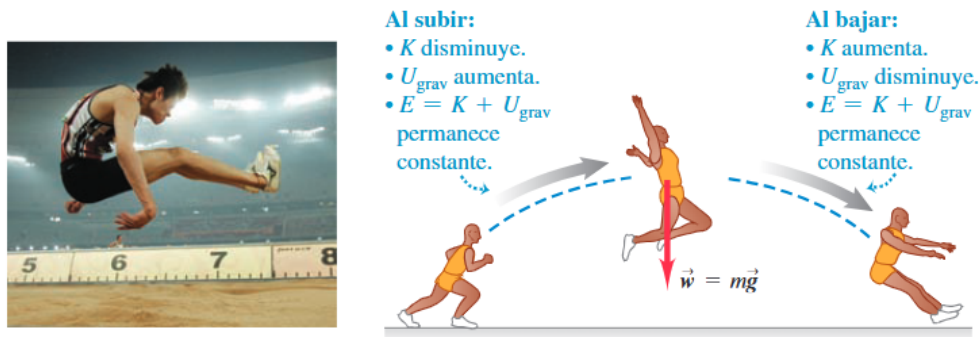


Figura 1.21: Mientras el atleta se encuentra en el aire, únicamente la fuerza gravitacional efectúa trabajo sobre él (si despreciamos los efectos menores de la resistencia del aire). La energía mecánica E (la suma de la Energía cinética y potencial gravitacional) se conserva.[21]

Ley de Conservación de la Energía:

La energía no se puede crear ni destruir; se puede transformar de una forma a otra, pero la cantidad total de energía nunca cambia. En dos instantes diferentes dentro del sistema, su energía mecánica total será la misma.

$$E_1 = E_2 \tag{1.7}$$

donde:

- E_1 : Energía mecánica inicial en el sistema (en julios, J)
- E_2 : Energía mecánica final en el sistema (en julios, J)

En términos de energía cinética y potencial podemos reescribirla como:

$$U_1 + K_1 = U_2 + K_2 \tag{1.8}$$

donde:

- U_1 es la energía potencial inicial del sistema
- K_1 es la energía cinética inicial del sistema
- U_2 es la energía potencial final del sistema
- K_2 es la energía cinética final del sistema

Este enunciado trascendental es la forma general de la ley de conservación de la energía. En un proceso determinado, las energías cinética, potencial e interna de un sistema pueden cambiar; pero la suma de todos esos cambios siempre es cero.[21]

1.5. Paradoja Mecánica de Leybourn

Una paradoja es el resultado visual o del pensamiento, que nos cambia el sentido en la lógica, y en el sentido común. Se basa en un conjunto de premisas y experiencias consideradas como válidas.

La primera referencia que se tiene de la paradoja mecánica de Leybourne data del año 1694, donde William Leybourn propuso un experimento que expuso este fenómeno.

Se decidió trabajar con esta actividad ya que a simple vista parece violar las leyes de la física, sin embargo su comportamiento se explica con conceptos que se abarcan en los primeros semestres de la licenciatura, lo cual nos permite saber el conocimiento que realmente perciben los estudiantes en estos temas.

1.5.1. Contexto Histórico

The Uphill Roller: El Rodillo cuesta arriba (por su traducción en español) es una hermosa demostración de física reportada por primera vez por el matemático inglés William Leybourn en 1694. En la versión original, un cono doble colocado sobre dos rampas inclinadas divergentes parece rodar cuesta arriba aparentemente violando las leyes de la física.[24]



Figura 1.22: **Izquierda:** Descripción de 1694 de “Una paradoja mecánica” con doble cono; **Centro:** Versión en madera y latón del siglo XVIII en el Museo Galileo de Florencia, Italia; **Derecha:** Retrato de William Leybourn. [24]

1.5.2. Premisa

La paradoja mecánica o paradoja mecánica de Leybourn es un sistema de dos componentes: (a) Un bicono (dos conos unidos por sus bases) y (b) Un plano inclinado con ángulo α , y cuya base son dos rampas con un ángulo β permitiendo que el bicono se desplace sobre él. La paradoja mecánica es un sistema que “parece” estar en contra de las leyes de la naturaleza atentando contra la misma gravedad.

1.5.3. Geometría del Sistema

La definición del comportamiento del dispositivo se puede explicar fácilmente usando geometría, se retomó la explicación geométrica del artículo Paradoja Mecánica: una Experiencia en la Enseñanza de la Física [25], solo se renombraron algunos parámetros como la notación de centro de masa para tener un mejor entendimiento del comportamiento conforme al marco teórico.

El Bicono

Se trata del componente móvil del sistema, el cual se caracteriza por estar formado por dos conos unidos por sus bases. Un ángulo alfa se encuentra en el vértice de una de las diagonales, medido respecto al eje horizontal en ambos extremos. Cuando el bicono se coloca en el sistema como se muestra en la 1.23, puede observarse de frente, y al situarse en el plano (y, z), se aprecia su forma, la ubicación de su centro de masa (CM) y la distancia que lo separa de los dos puntos de contacto con el plano inclinado (PI).

En la figura se ilustran cuatro momentos distintos de su trayectoria, donde la distancia entre el CM y el PI tiende a cero, lo cual explica el motivo de su caída. En las imágenes correspondientes al sistema bicono-PI, se observa en la 1.23A que el bicono está en la parte más baja del PI, lo que presenta la mayor distancia entre el CM y los puntos de contacto. Esta distancia se reduce progresivamente en los estados B, C y D, a medida que el bicono asciende de forma “aparente”, hasta que dicha distancia se aproxima a cero y los puntos de contacto se alejan entre sí, alcanzando los extremos de ambos conos.

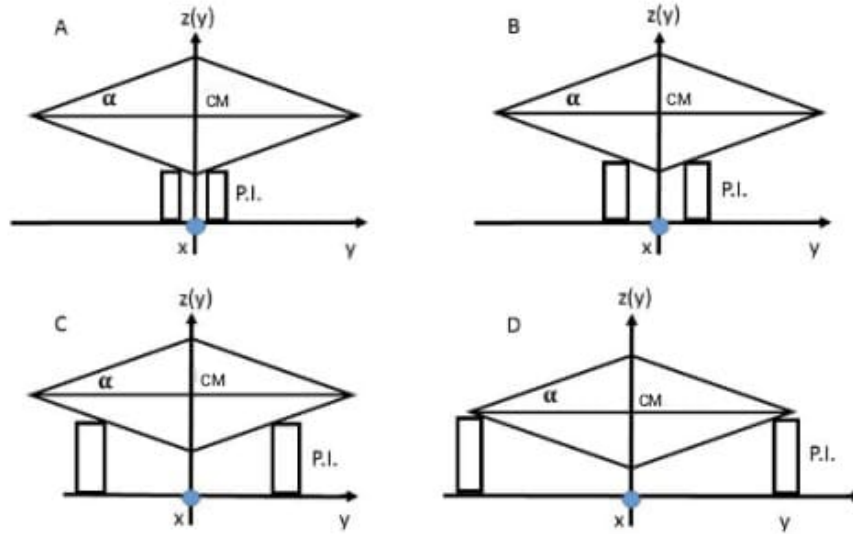


Figura 1.23: Vista frontal y posterior del Bicono-Plano Inclinado, situado en el sistema, en cuatro posiciones de la trayectoria, donde muestra la tendencia a cero de la diferencia CM-PI, característica de su caída. [25]

El Plano Inclinado (PI)

Parte A El Plano Inclinado (PI), representado en la Figura 1.24, está ubicado dentro del plano (x, z) del sistema de coordenadas cartesianas. Este plano está conformado por dos rieles y forma un ángulo β , situado en la intersección entre la línea horizontal y la diagonal del PI. Dicho ángulo es constante y forma parte del diseño estructural del sistema. En la figura se muestran cuatro posiciones diferentes del bicono A, B, C y D sobre el PI, las cuales muestran los cambios en los radios del bicono conforme asciende. También se puede seguir la trayectoria del centro de masa (CM), que tiende a acercarse al PI. Al igual que en la Figura 1.23, se representa una ligera caída del bicono, indicada por la línea azul que sigue la dirección del movimiento del CM.

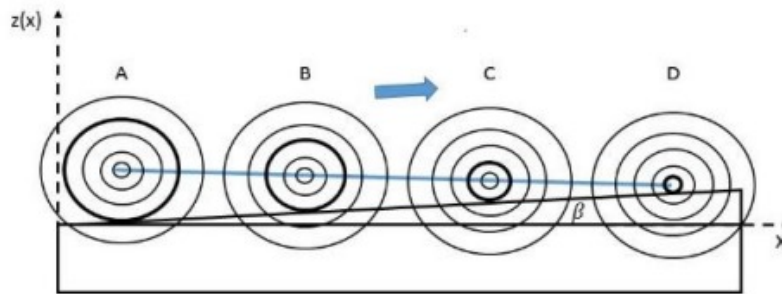


Figura 1.24: Vista de perfil del Plano Inclinado, y su ángulo β del PI, sobre el cual se muestran cuatro posiciones su la trayectoria y la variación de radio del Bicono en los puntos de contacto con PI. [25]

Parte B La figura 1.25 muestra la posición inicial del bicono en el extremo izquierdo, ubicado en la parte más baja del plano inclinado. Observado desde una vista superior, se encuentra en el plano (x, y) del sistema de coordenadas cartesianas. En esta imagen, las cuatro posiciones del bicono sobre el PI permiten apreciar el ángulo que se forma entre el eje horizontal y el plano inclinado. A lo largo del desplazamiento ascendente del bicono, es posible notar una disminución progresiva del radio en los puntos de contacto con los rieles, a ambos lados del bicono, así como una casi imperceptible caída del centro de masa (CM), el cual se desplaza siguiendo una trayectoria cercana a la línea horizontal del eje x .

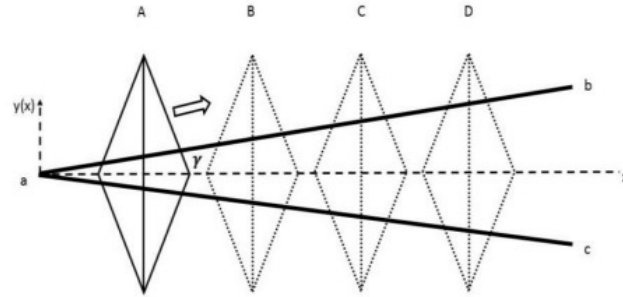


Figura 1.25: Vista superior de los dos rieles del plano inclinado x,y donde se observa el bicono en cuatro posiciones, el ángulo fijo β respecto a un eje x y el riel de madera respectivo. [25]

Trayectoria del Centro de Masa El plano hipotético nombrado así por representar un espacio imaginario a lo largo del cual se desplaza el centro de masa (CM) del bicono durante su descenso. Este plano está ubicado sobre el eje x y en el plano (x, z) , adoptando la forma de un triángulo denominado “abc”, cuya función principal es mostrar la trayectoria seguida por el CM del bicono, es decir, su caída. La Figura 1.26 representa dicho plano. Puede describirse como un triángulo rectángulo con un ángulo θ , donde el cateto opuesto corresponde al radio R de la base del cono, y el cateto adyacente se extiende hasta una distancia finita bc . A modo ilustrativo, se muestra al bicono al inicio de su recorrido, posicionado al comienzo de la diagonal (hipotenusa), junto con el plano inclinado (PI), que se representa mediante otro triángulo rectángulo señalado con las letras “ebd”.

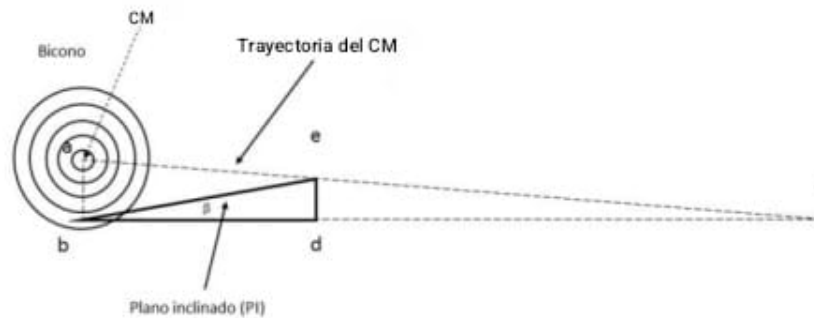


Figura 1.26: Presentación del plano inclinado y el bicono, así, como el Plano Inclinado para mostrar la trayectoria del CM en el seguimiento de su caída. [25]

En esta figura, se puede observar, una ligera inclinación de la recta que sigue el CM del bicono, en su caída, así, como su ascenso-descenso sobre el PI del sistema. Siendo esta la principal motivación de la investigación.

1.6. Prueba T de Student

La prueba t de Student es una herramienta estadística que nos permite analizar dos muestras independientes con varianzas desiguales (en este caso), fue desarrollada en 1908 por William Sealy Gosset, un estadístico que publicó su trabajo bajo el pseudónimo "Student".

La prueba t se basa en la distribución t de Student, una familia de curvas similares a la distribución normal pero con "colas" más pesadas, lo que la hace adecuada para muestras pequeñas ($N < 30$). Su forma depende de los grados de libertad ($gl = n - 1$), que ajustan la dispersión de los datos. La hipótesis nula (H_0) asume que no hay diferencias entre las medias poblacionales, mientras que la hipótesis alternativa (H_1) contradice esto.

Si bien esta prueba se especializa en muestras pequeñas, $N < 30$, los resultados de esta investigación se acoplan para poder comparar las medias de estos grupos y poder realizar el análisis siguiendo esta prueba.

Antes de comenzar el análisis se deben tener presentes los requisitos:

1. Base de datos.
2. Medias y Desviaciones estándar de cada grupo.
3. Fórmula de la prueba t de student.

1.6.1. Valor t y Grados de Libertad

Valor t (Prueba t para dos muestras independientes y varianzas diferentes)

Una vez recopilados todos los datos y conociendo los conceptos anteriores ya se puede trabajar con la fórmula que nos ayudará en el análisis. La fórmula t para 2 pruebas independientes con varianzas diferentes se define como:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

donde:

- $\bar{x}_1$: Media del primer grupo
- $\bar{x}_2$: Media del segundo grupo
- n_1 : Tamaño de las muestras del primer grupo
- n_2 : Tamaño de las muestras del segundo grupo
- s_1 : Varianza del primer grupo
- s_2 : Varianza del segundo grupo

Grados de Libertad

En la prueba t de Student, los grados de libertad (gl) indican cuántas observaciones pueden variar libremente al calcular la estadística de prueba. Para una prueba t de dos muestras independientes, los grados de libertad se calculan considerando la suma de los grados de libertad de cada grupo.

La fórmula para calcular los grados de libertad (gl) cuando las varianzas son desiguales es:

$$gl = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 - 1}}$$

donde:

gl : Grados de libertad

S_1^2 : Varianza muestral del primer grupo

S_2^2 : Varianza muestral del segundo grupo

n_1 : Tamaño muestral del primer grupo

n_2 : Tamaño muestral del segundo grupo

Cuando los grados de libertad (gl) en una prueba t de Student son grandes, la distribución t de Student se aproxima a la distribución normal estándar.

Valor p

Los grados de libertad determinan la forma de la distribución t utilizada para calcular el valor p, el cual se compara en la significancia y nos ayuda al análisis del resultado. El valor p se calcula mediante el uso de tablas t pero resulta tardado realizarlo de esta manera, por lo que se hace uso de software como: python, excel, r, etc. que faciliten las operaciones.

1.6.2. Pasos para la aplicación de la prueba t de student

Para aplicar la prueba una vez conociendo los datos, y como calcular las variables necesarias en el proceso, se presenta una lista con los pasos a seguir en la aplicación de la prueba t en general.

Pasos a seguir para la aplicación de la prueba:

1. Plantear las hipótesis

- **Hipótesis nula (H0):** Establece que no hay diferencia significativa entre las medias de las muestras.
- **Hipótesis alternativa (H1):** Plantea que sí existe una diferencia significativa entre las medias de las muestras.

2. Calcular el estadístico de la prueba t

3. Encontrar los grados de libertad

4. Determinar el nivel de significancia (alfa)

Alfa (α) representa la probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando es verdadera. Comúnmente, se utiliza un valor de $\alpha = 0.05$ (5%), lo que significa que hay un 5 % de probabilidad de cometer un error tipo I (rechazar H0 cuando es verdadera).

5. Comparar el estadístico t

- Se consulta una tabla de distribución t de Student o se utiliza software estadístico para encontrar el valor crítico de t correspondiente al nivel de significancia (alfa) y los grados de libertad.
- Si el valor absoluto del estadístico de prueba t es mayor que el valor crítico, se rechaza la hipótesis nula.

6. Tomar una decisión

- Si se rechaza la hipótesis nula, se concluye que existe una diferencia significativa entre las medias de las muestras.
- Si no se rechaza la hipótesis nula, se concluye que no hay evidencia suficiente para afirmar que existe una diferencia significativa entre las medias de las muestras.

Por el tipo de investigación, solo se hizo énfasis en la prueba t para muestras independientes con varianzas desiguales, pero se pueden estudiar más a fondo sus otras aplicaciones en libros de estadística. Bibliografía sugerida[26].

Capítulo 2

Metodología

En este capítulo se explica la forma en la que se llevó a cabo la actividad y como se elaboraron todos los recursos usados en la misma.

Esta investigación tuvo un enfoque cuantitativo, por lo que, el desarrollo de la actividad fue planeado para obtener resultados de este tipo.

2.1. Modelo de los dispositivos

Debido a la fácil accesibilidad a las impresoras 3D personales, en los últimos años se han creado comunidades donde se comparten modelos creados por distintas personas, haciendo que existan varios repositorios de modelos 3D gratuitos y accesibles para poder usarse.

Para el dispositivo principal usado en la actividad se utilizó el modelo digital: Gravity Defying Ramp (Rolls UPHILL!)- Thingiverse, (Licencia de uso: Creative Commons Attribution 4.0 International.), obtenido desde la plataforma Thingiverse.[28]

Los parámetros de impresión como dimensiones y relleno del dispositivo se modificaron en el software Bambu Studio Version 2.0.1.50,[30], partiendo del modelo original en formato STL.

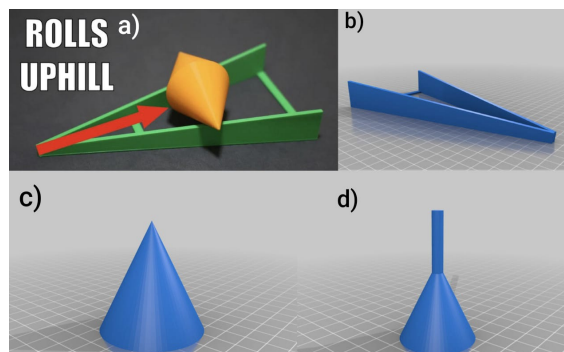


Figura 2.1: (a) Dispositivo esperado. (b) Plano Inclinado. (c) Cono. (d) Cilindro y Cono [28]

Por otro lado, se usó el modelo Self Balancing Bird, (Licencia de uso: Creative Commons Attribution 4.0 International.), obtenido desde la plataforma Thingiverse[29] y editado con el mismo software.

Con la finalidad de ser un auxiliar en la exposición del tema centro de masa.

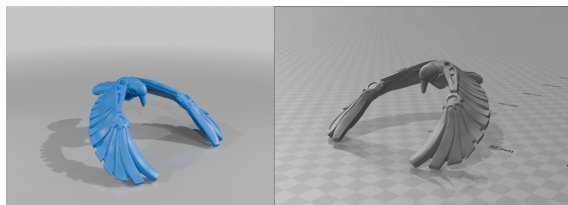


Figura 2.2: Modelo auxiliar centro de masa [29]

2.2. Impresión del dispositivo educativo

La impresión 3D de los dispositivos se realizaron en el Laboratorio Interdisciplinario de impresión 3D para la innovación Tecnológica de la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas BUAP. Se usaron las impresoras "Bambu Lab A1" y "X1 Carbon", dentro del laboratorio y se imprimieron 9 piezas idénticas de cada modelo con filamento PETG, los cuales se utilizaron en la actividad.

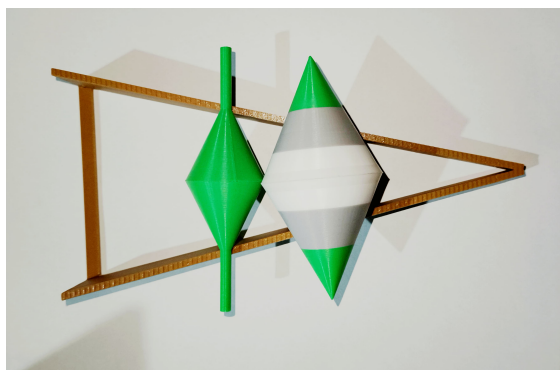


Figura 2.3: Resultado de la Impresión del dispositivo Gravity Defying Ramp (Rolls UPHILL!)



Figura 2.4: Resultado de la Impresión Self Balancing Bird

2.3. Elaboración de la actividad

Para que la actividad sucediera de la manera más orgánica posible, los tests se aplicaron con indicaciones simples sin dar adelantos de las actividades en el aula.

2.3.1. Pre test diagnóstico

Se elaboró un cuestionario diagnóstico usando la herramienta de formularios de Google, con el fin de evaluar los conocimientos previos de los estudiantes en los temas de conservación de energía mecánica y centro de masa. Este cuestionario constaba de 16 preguntas las cuales se clasifican de esta manera:

- Pregunta 1 y 2: Son preguntas personales que buscaban identificar a la persona que contestaba el cuestionario.
- Preguntas 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9: Estas preguntas trataban las definiciones conceptuales y matemáticas sobre los temas con los que se trabajaría más adelante.

- Preguntas 10, 11, 12, 13: Estas preguntas consistían de problemas relacionados con los mismos temas.
- Preguntas 14, 15, 16: Para finalizar este cuestionario se elaboraron estas preguntas donde se presentaba un fenómeno físico (Paradoja Mecánica), con el objetivo de conocer si podían relacionar la teoría con una aplicación real. A.1

2.3.2. Material Teórico

Para la exposición se utilizó una presentación en diapositivas, además del simulador PHET ([27], B.1) con la finalidad de hacer más interactiva la exposición y representar problemas ideales sobre los temas.

Las diapositivas se realizaron en la aplicación de Power Point de Office y abarcaron los siguientes temas:

1. Definición y ejemplos de Energía.
2. Definición y ejemplos de Energía Cinética y Energía Potencial.
3. Ley de Conservación de la Energía Mecánica y ejemplo.
4. Simulador con ejercicios relacionados a los temas.
5. Definición y ejemplos de Centro de Masa.
6. Introducción al dispositivo.

2.3.3. Post Test Evaluativo

Para evaluar el aprendizaje de los estudiantes posterior a la exposición, se realizó la aplicación de un Post Test escrito, que tuvo las mismas preguntas reactivas, problemas y análisis del dispositivo. C.1

2.4. Grupos de Estudio

Para la aplicación de la actividad se tomó en cuenta a cinco grupos de la materia de Física Experimental I de las licenciaturas en Física y Física Aplicada de la FCFM-BUAP. Se dividieron a los estudiantes en 2 grupos, **Grupo A** y **Grupo B**.

Grupo A

El grupo A tuvo la participación de 49 estudiantes inicialmente correspondientes a 3 grupos distintos de estudiantes que cursaban la materia de Física Experimental, por temas de logística en la segunda parte del proyecto se tuvo la participación de 53 estudiantes.

Con este grupo se trabajó proporcionando una clase estándar, de tal manera que en la parte teórica solo recibieron la exposición de los conceptos físicos sin elementos didácticos adicionales.

Grupo B

El Grupo B tuvo la participación de 36 estudiantes inicialmente correspondientes a 2 grupos distintos de estudiantes que cursaban la materia de Física Experimental de igual modo la segunda parte del proyecto tuvo una participación de 34 estudiantes.

Con este grupo se trabajó con una clase más dinámica e interactiva, ya que además de la parte teórica a este grupo se les proporcionó el material impreso en 3D.

2.5. Desarrollo de la actividad

Se muestra la secuencia con la que se llevó a cabo la actividad.

2.5.1. Aplicación Pre Test

A ambos grupos, Grupo A y Grupo B, se les aplicó el Pre Test con antelación, con el fin de evaluar y registrar los conocimientos previos en los temas de conservación de energía mecánica y centro de masa, pues se considera deben conocerlos en este punto de sus estudios de licenciatura.

2.5.2. Exposición Teórica

La exposición fue exactamente de la misma manera en ambos grupos en los temas teóricos, energía, energía cinética, energía potencial, conservación de energía mecánica y centro de masa. Conforme se avanzaba en la exposición se resolvieron dudas de los estudiantes y se plantearon preguntas por parte del expositor para promover la interacción del grupo. En ambos grupos después de la teoría se utilizó el Simulador “Energía en la pista de patinaje” de PHET donde se aplicaron visualmente los conceptos expuestos. En la parte de centro de masa y el dispositivo, cambió la dinámica para cada grupo, esto se describe a continuación.

Grupo A

A este grupo se les presentó tal cual el dispositivo sin decirles de que trataba, se presentó con el nombre “dispositivo” donde se les comentó que consistía de 3 elementos, un cilindro, un bicono y un plano inclinado. Posterior a esto se les plantearon las preguntas:

1. ¿Qué sucede al colocar el cilindro desde la parte media del plano inclinado?
2. ¿Qué sucede al colocar el bicono desde la parte media del plano inclinado?

A cada pregunta se les dió 5 minutos para formular una respuesta con la opción de discutir en equipo y después de ese tiempo se les planteó la premisa:

- ¿Es posible que el cilindro o el bicono vayan de la parte de menor altura a la parte de mayor altura en el plano inclinado?

Concluyendo con esto la presentación con el Grupo A.

Grupo B

Durante la exposición, en el tema centro de masa se usó el modelo Self Balancing Bird para interactuar y entender mejor el concepto centro de masa, así mismo se les presentó el dispositivo con sus elementos.

Se plantearon las mismas preguntas que al Grupo A con la diferencia que tuvieron a disposición un dispositivo impreso en 3D por cada equipo de 3 alumnos.

Los participantes en el estudio tuvieron 5 minutos para formular sus respuestas a las preguntas y se les planteó la premisa después de interactuar con el dispositivo.

Concluyendo con esto la presentación con el Grupo B.

2.5.3. Aplicación Post Test

La parte final consistió de un post para obtener información del nivel de comprensión y aprendizaje de los conceptos tratados, esta fue la ultima etapa de la actividad y se realizó una vez terminada la presentación con un lapso de 30 minutos respondiendo un test impreso. Al finalizar la exposición y después de que tuvieran respuestas a las preguntas planteadas, se aplicó el Post Test Evaluativo en el cual tuvieron 30 minutos para responder.

Capítulo 3

Resultados y Análisis

En este capítulo se muestran los resultados de las actividades realizados en ambos grupo, las gráficas que muestran dichos resultados y los distintos análisis que demuestran si hubo un cambio significativo entre ambos grupos.

3.1. Resultados de la Actividad

A continuación se presentan los resultados obtenidos de ambos grupos con su respectivo análisis.

3.1.1. Grupo A

La dinámica con este grupo fue estándar, después de la exposición y del planteamiento de las preguntas relacionadas al dispositivo, los alumnos iniciaron el diálogo dentro de su equipo, al tener acceso a la computadora e internet del laboratorio de física experimental, los estudiantes intentaron buscar una respuesta en la red, lo que nos indica que no eran capaces de formular una respuesta propia al planteamiento del dispositivo. Se les indicó que no hicieran uso de la red y que a partir de sus conocimientos y con lo visto en la exposición, formularan lo que ellos consideraban era la respuesta correcta.



Figura 3.1: Introducción y explicación del dispositivo al Grupo A (Sin Material).

3.1.2. Grupo B

Con este grupo la introducción al dispositivo fue más sencilla, después de hacer la primera pregunta sobre el sistema se les asignó el material, inmediatamente los integrantes de los equipos comenzaron a interactuar con el material sin necesidad de darles indicaciones, y al momento de plantear la pregunta sobre el bicono, quedaron sorprendidos con el comportamiento de este.

Después de que los estudiantes analizaran el comportamiento del sistema por unos minutos, surgieron preguntas entre ellos las cuales se trato de no responder para que su curiosidad aumentara.

Cinco minutos fueron suficientes para que los estudiantes pudieran formular respuestas que justificaran el comportamiento del bicono sin necesidad de recurrir a otros medios que facilitara su respuesta. Si bien sus respuestas no fueron acertadas en su totalidad, (como se observa en las gráficas), la inclusión del material didáctico logró que los estudiantes tuvieran ideas más claras para responder las preguntas planteadas.



Figura 3.2: Introducción y explicación del dispositivo al Grupo B (Con Material).



Figura 3.3: Interacción de los estudiantes del Grupo B con el material impreso en 3D.

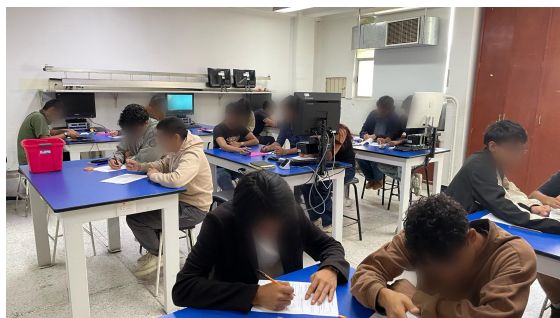


Figura 3.4: Interacción de los estudiantes del Grupo B con el material impreso en 3D.



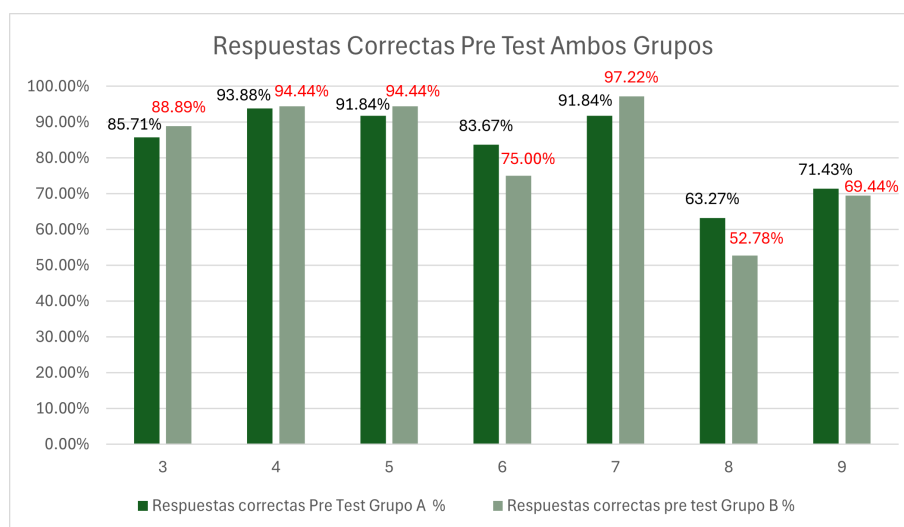
Figura 3.5: Interacción de los estudiantes del Grupo B con el material impreso en 3D.

3.2. Resultados previos

Como se explicó en la metodología, debido a la logística de la actividad, la población no tuvo exactamente el mismo número de muestras entre la aplicación del Pre Test y el Post Test, por esta razón el enfoque del análisis será con los porcentajes de las respuestas correctas en lugar del número de respuestas correctas.

3.2.1. Comparación en las respuestas correctas en el Pre Test entre ambos grupos

Como se explicó en la metodología, los Tests contienen diferentes tipos de preguntas, a continuación se comparan los resultados enfocados en los tipos de preguntas.

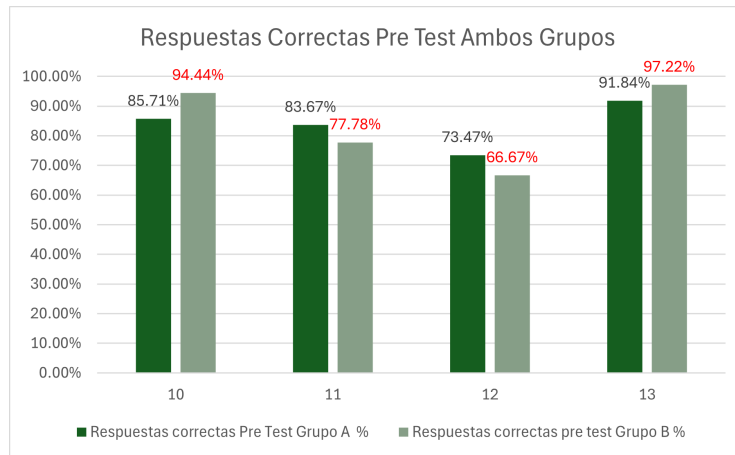


Gráfica 1: Comparación respuestas correctas Pre Test ambos grupos (3 - 9)

En la Gráfica 1 se muestra la comparación entre las respuestas correctas en el Pre Test entre el Grupo A y Grupo B, en las preguntas referentes a las definiciones conceptuales y matemáticas de los temas.

- Media Grupo A: $\bar{X}_A=83.09\%$
- Media Grupo B: $\bar{X}_B=81.74\%$
- Diferencia: 1.35%

Se observa que ambos grupos en la prueba diagnóstica, contaban con unos conocimientos previos parecidos, ya que la diferencia porcentual es solo de 1.35%, por lo que se puede considerar que parten de una base teórica semejante.

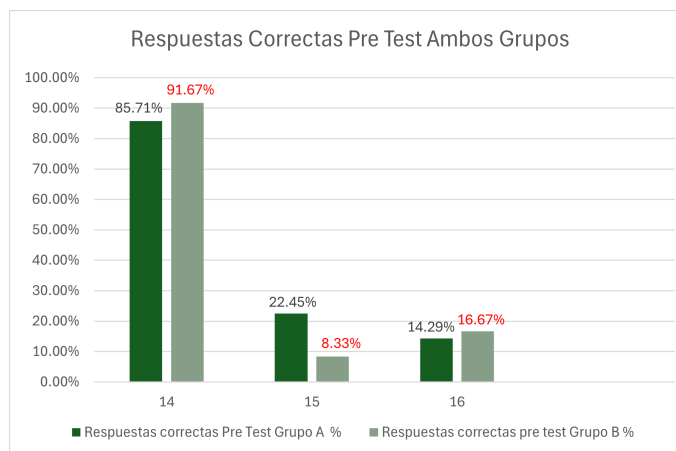


Gráfica 2: Comparación respuestas correctas Pre Test ambos grupos (10 - 13)

En la Gráfica 2 se muestra la comparación entre las respuestas correctas en el Pre Test entre el Grupo A y Grupo B, en las preguntas referentes la resolución de problemas.

- Media Grupo A: $\bar{X}_A=83.67\%$
- Media Grupo B: $\bar{X}_B=84.02\%$
- Diferencia: 0.35 %

De manera similar, ambos grupos poseen una habilidad parecida al momento de resolver problemas relacionados con estos temas.



Gráfica 3: Comparación respuestas correctas Post Test entre ambos grupos

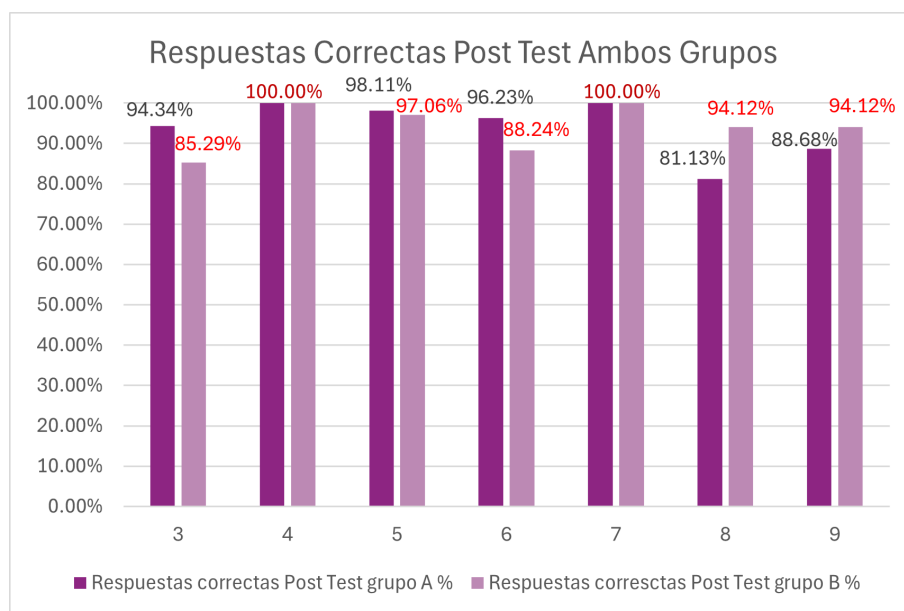
En la Gráfica 3 se muestra la comparación entre las respuestas correctas en el Pre Test entre el Grupo A y Grupo B, en las preguntas referentes a el dispositivo.

- Media Grupo A: $\bar{X}_A=40.81\%$
- Media Grupo B: $\bar{X}_B=38.89\%$
- Diferencia: 1.92 %

En las gráficas relacionadas al dispositivo experimental es donde es más importante resaltar los detalles de los resultados, ya que aunque los conocimientos previos vuelven a ser parecidos debido a que la diferencia porcentual es muy baja, se puede notar que el porcentaje de respuestas correctas en las preguntas 15 y 16 es muy bajo. Con esto se observa que a pesar de que los estudiantes poseen conocimientos previos aceptables en la teoría y resolución de ejercicios, al momento de tener que aplicar la teoría en un fenómeno experimental, no son capaces de hacerlo correctamente.

3.2.2. Comparación en las respuestas correctas en el Post Test entre ambos grupos

Ahora se muestran los resultados de ambos grupos en el Post Test, después de la intervención didáctica.

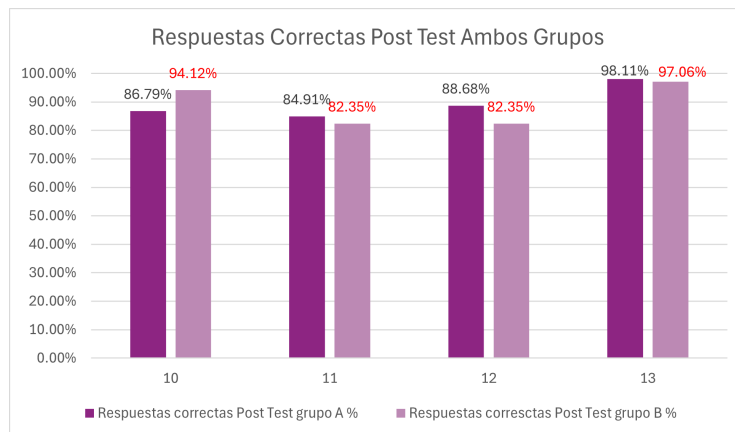


Gráfica 4: Comparación respuestas correctas Post Test ambos grupos (3 - 9)

En la Gráfica 4 se muestra la comparación entre las respuestas correctas en el Post Test entre el Grupo A y Grupo B, en las preguntas referentes a las definiciones conceptuales y matemáticas de los temas.

- Media Grupo A: $\bar{X}_A=94.07\%$
- Media Grupo B: $\bar{X}_B=94.11\%$
- Diferencia: 0.04%

El primer rasgo a resaltar es que ambos grupos obtuvieron una mejora en este apartado de preguntas, hay preguntas donde el Grupo A obtuvo un mayor aumento en el porcentaje (preguntas 3 y 6) y preguntas donde el Grupo B tuvo mejores resultados (preguntas 8 y 9) pero en general ambos grupos mejoraron en este rubro.

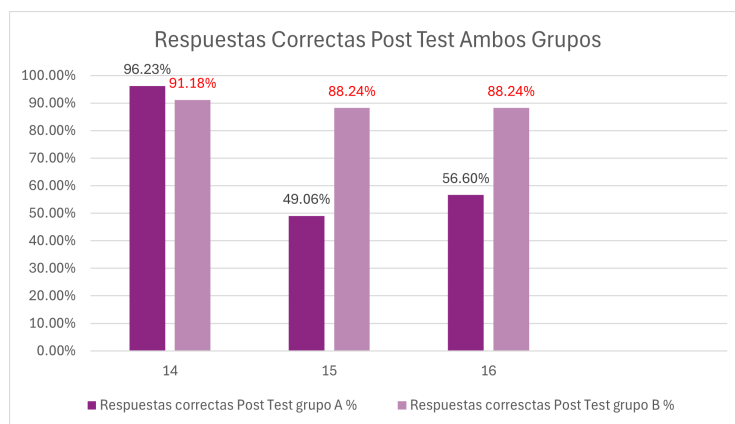


Gráfica 5: Comparación respuestas correctas Post Test ambos grupos (10 - 13)

En la Gráfica 5 se muestra la comparación entre las respuestas correctas en el Post Test entre los 2 grupos, en las preguntas referentes a la resolución de problemas.

- Media Grupo A: $\bar{X}_A=89.62\%$
- Media Grupo B: $\bar{X}_B=88.97\%$
- Diferencia: 0.65%

En estas preguntas se observa que existe una mejora ya que en la mayoría de preguntas mejoró el porcentaje. Y nuevamente la diferencia porcentual es muy baja, por lo que el conocimiento posterior a la intervención didáctica es semejante.



Gráfica 6: Comparación respuestas correctas Post Test ambos grupos (14 - 16)

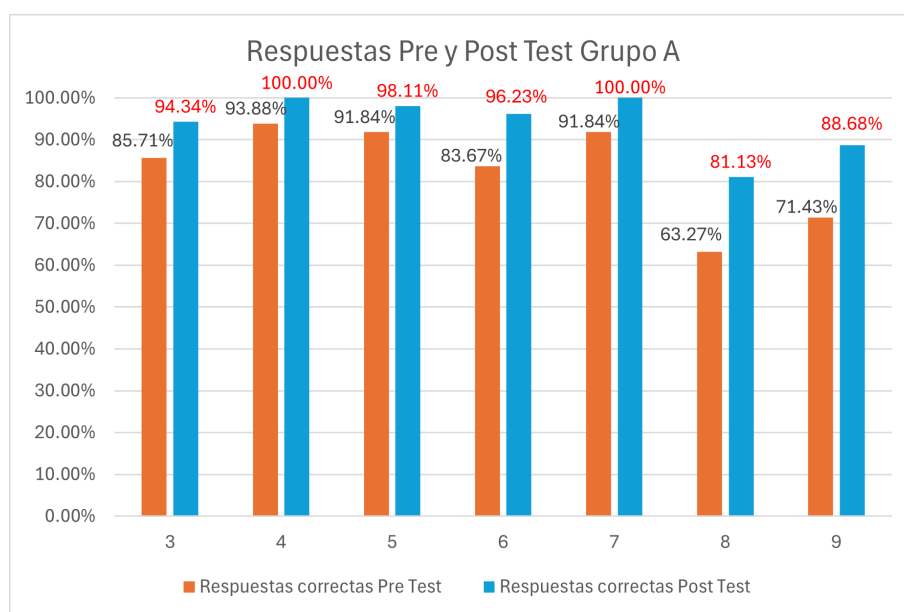
En la Gráfica 6 se muestra la comparación entre las respuestas correctas en el Post Test en las preguntas referentes al dispositivo experimental.

- Media Grupo A: $\bar{X}_A=67.29\%$
- Media Grupo B: $\bar{X}_B=89.22\%$
- Diferencia: 21.93%

Este resultado es el más importante, ya que se muestra una gran diferencia en los resultados posteriores a la intervención didáctica, a favor del grupo que interactuó con el dispositivo experimental. Se atribuye que esta gran diferencia es gracias a la inclusión del material impreso en 3D.

3.2.3. Comparación en las respuestas correctas en el Pre y Post Test en el Grupo A

Ahora se muestran los resultados del Grupo A entre ambos Tests.

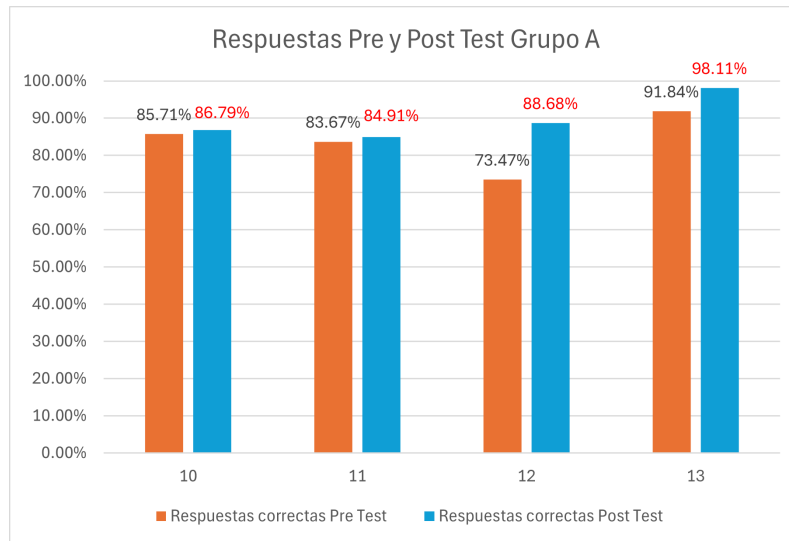


Gráfica 7: Comparación Grupo A (3 - 9)

La Gráfica 7 muestra la diferencia en los porcentajes de las respuestas después de la intervención didáctica, en las preguntas correspondientes a los conceptos de los temas.

- Media Pre Test Grupo A: $\bar{X}_1=83.09\%$
- Media Post Test Grupo A: $\bar{X}_2=94.07\%$
- Diferencia: 10.98 %

El Grupo A obtuvo una mejora en todas las preguntas de esta sección con un buen índice de mejora.

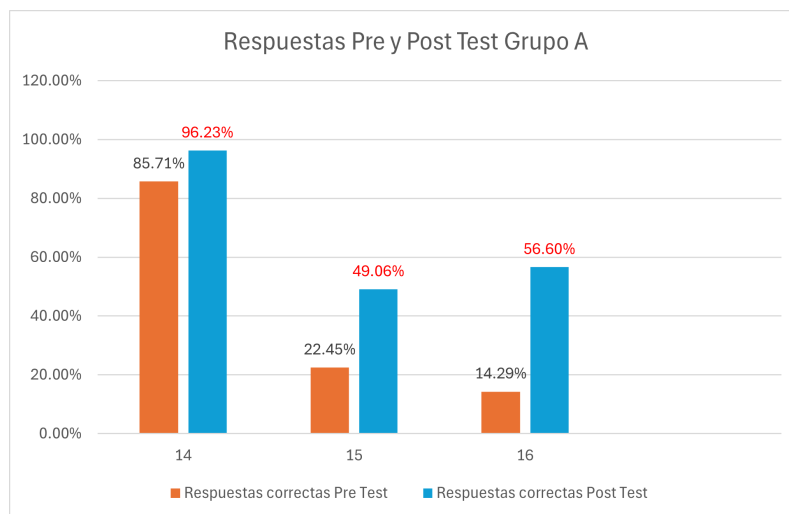


Gráfica 8: Comparación Grupo A (10 - 13)

La Gráfica 8 muestra la diferencia en los porcentajes de las respuestas después de la intervención didáctica, en los ejercicios.

- Media Pre Test Grupo A: $\bar{X}_1=83.67\%$
- Media Post Test Grupo A: $\bar{X}_2=89.62\%$
- Diferencia: 5.95 %

Nuevamente el Grupo A obtuvo una mejora en todas las preguntas de esta sección, resaltando que la diferencia no es tan grande como en el caso de las preguntas conceptuales.



Gráfica 9: Comparación Grupo A (14 - 16)

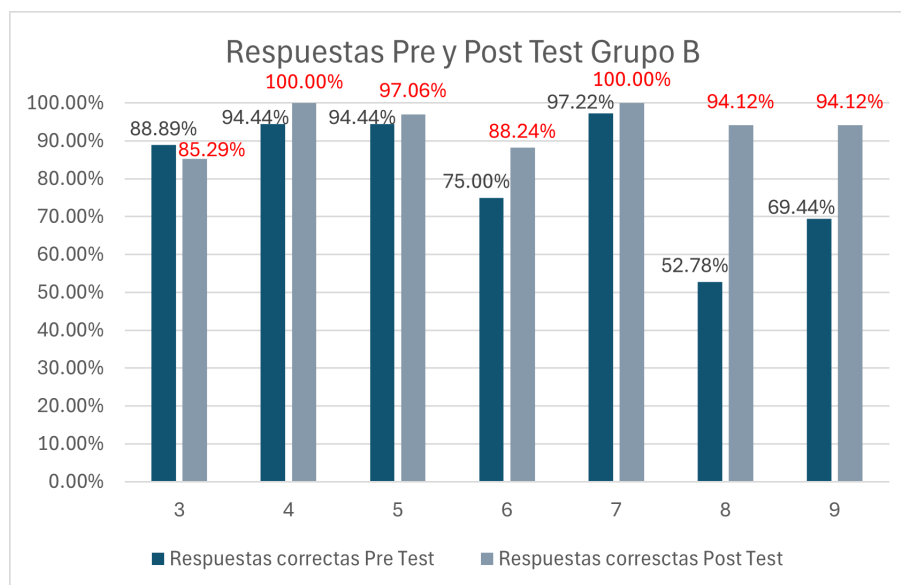
La Gráfica 9 muestra la diferencia en los porcentajes de las respuestas en las preguntas referentes al dispositivo experimental.

- Media Pre Test Grupo A: $\vec{X}_1=40.81\%$
- Media Post Test Grupo A: $\vec{X}_2=67.29\%$
- Diferencia: 26.48 %

Al igual que en los casos anteriores, el Grupo A mejoró en sus resultados, pero como se estipuló, es en este tipo de preguntas es donde debe analizarse más a detalle. Debemos resaltar el bajo porcentaje que se obtuvo en el Pre Test, y compararlo con los resultados del Post Test, hubo una mejora de mas del 20 %, sin embargo se pueden considerar que los porcentajes del Post Test siguen siendo bajos en las preguntas 15 y 16 ya que menos del 60 % de los estudiantes contestaron correctamente estas preguntas.

3.2.4. Comparación en las respuestas correctas en el Pre y Post Test en el Grupo B

Ahora se muestran los resultados del Grupo B entre ambos Tests.

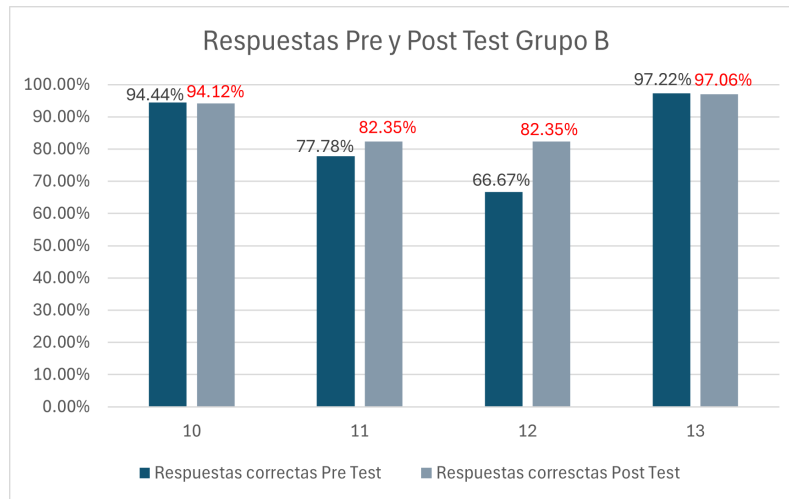


Gráfica 10: Comparación Grupo B (3 - 9)

La Gráfica 10 muestra la diferencia en los porcentajes de las respuestas después de la intervención didáctica, en las preguntas correspondientes a los conceptos de los temas.

- Media Pre Test Grupo B: $\vec{X}_1=81.74\%$
- Media Post Test Grupo B: $\vec{X}_2=94.11\%$
- Diferencia: 12.37 %

El Grupo B obtuvo una mejora en la mayoría de las preguntas de esta sección ya que en la pregunta 3 el porcentaje del Post Test fue menor, aunque en general el Grupo B mejoró en este tipo de preguntas.

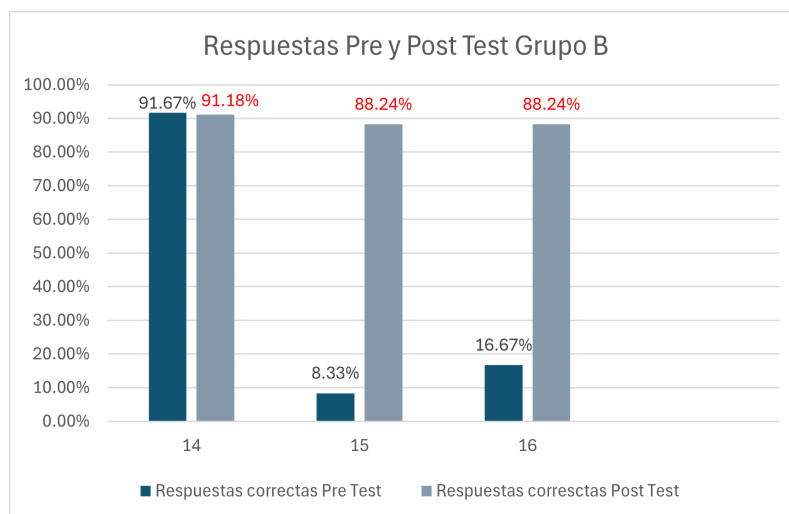


Gráfica 11: Comparación Grupo B (10 - 13)

La Gráfica 11 muestra la diferencia en los porcentajes de las respuestas después de la intervención didáctica, en las preguntas correspondientes a la solución de ejercicios.

- Media Pre Test Grupo B: $\bar{X}_1=84.02\%$
- Media Post Test Grupo B: $\bar{X}_2=88.97\%$
- Diferencia: 4.95 %

El Grupo B obtuvo mejoras en las preguntas 10, 11 y 12, mientras que en la pregunta 13 el porcentaje decreció, una diferencia muy pequeña por lo que se puede considerar que se mantuvo igual. En términos generales el Grupo B mejoró sus resultados en esta sección.



Gráfica 12: Comparación Grupo B (14 - 16)

La Gráfica 12 muestra la diferencia en los porcentajes de las respuestas en las preguntas referentes al dispositivo experimental.

- Media Pre Test Grupo B: $\bar{X}_1=38.89\%$
- Media Post Test Grupo B: $\bar{X}_2=89.22\%$
- Diferencia: 50.33%

La importancia de esta investigación recae sobre estos resultados ya que podemos observar la diferencia entre ambos escenarios con este grupo. Si bien el Grupo A logró mejorar sus resultados solo con la intervención teórica, el Grupo B muestra una mejora con unos porcentajes mucho mejores.

Esto nos confirma que la propuesta del proyecto de investigación es correcta, ya que comparando el grupo que no tuvo acceso a los modelos impresos en 3D, con el que si tuvo este acceso, las diferencias son muy notables, más adelante de demostrara estadísticamente si estas diferencias son realmente significativas.

3.3. Análisis cualitativo

A continuación se presenta un análisis cualitativo a las respuestas abiertas brindadas por ambos grupos a la pregunta 15, ya que es importante analizar si su respuesta en el cuestionario coinciden con su justificación.

Se analizan solo las respuestas dadas por los estudiantes a la pregunta referente al Bicono en el plano inclinado ya que estas respuestas fueron dadas despues de la intervención teórica por lo que fue formulada después de repasar los temas.

3.3.1. Criterio de las respuestas

En esta ocasión los criterios para considerar que una respuesta sea correcta estan dados por el autor de la tesis, el funcionamiento de la paradoja ya se explicó anteriormente, por lo que se define como una respuesta valida a esas respuesta que indican que el centro de masa del Bicono baja respecto a su posición inicial. Pueden variar las justificaciones pero principalmente es argumentar que efectivamente el centro de masa del bicono desciende.

Pregunta 15 Post Test Grupo A: ¿Qué crees que sucede al colocar el bicono desde la parte media del plano inclinado?

1. Va pasando de un lado a otro por la forma del sistema, además de como está distribuida su masa.
2. Al igual que el anterior una fuerza lo va jalar a la parte inferior aunque ahora su centro de masa cambia.
3. Esto puede ser por su mismo centro de masa que es más inestable que el cilindro.
4. Debido a que el centro de masa del bicono se desplaza por la gravedad.
5. Por la misma razón.
6. Debido a su forma va a tender a subir haciendo que el bicono suba hacia el lado de mayor altura, se genera un plano inclinado contrario.
7. Por qué en ese punto tal vez no sea suficiente la fuerza provocada por el efecto de la gravedad para cambiar su posición.
8. Porque el bicono se deslizará acorde al plano inclinado.

9. Lo mismo que en el caso del cilindro, ambos son cuerpos con masa y la gravedad actúa sobre ellos, generando un suministro de energía al sistema, y mismo caso existe una diferencia de alturas, por lo tanto el cilindro tendrá una energía potencial que eventualmente convertirá a energía cinética.
10. Sucede lo mismo que con el cilindro pero con una mayor resistencia por parte de la fricción.
11. Por la forma del cono.
12. La forma que posee genera que no se pueda mover, pues ya no favorece que ninguna componente de la fuerza por su peso se mueva.
13. El peso del bicono debería ser suficiente para poder desplazarse hacia el lado de mayor compás con respecto al sistema.
14. Por la diferencia entre las circunferencias del centro del bicono y sus extremos.
15. En la figura se muestra unos topes para que la figura no se mueva, con esa lógica no importa en qué lugar se encuentre, la respuesta es que se moverá hacia donde menos altura hay.
16. Por la influencia de gravedad. Rueda hacia el lado de menor altura.
17. No lo se.
18. El objeto se movería al lugar de menor altura debido a que la fuerza de la gravedad es mayor a la fuerza normal, y por consiguiente iría al lugar con menor altura.
19. Porque eventualmente irá hacia donde haya menor altura gracias a la gravedad.
20. Lo mismo que la anterior.
21. El mismo principio que el cilindro, al tener una fuerza de gravedad que lo empuja hacia el lado menor teniendo como referencia la mitad del plano entonces por ende será jalado hacia el lado menor.
22. Porque la fuerza de gravedad mueve al objeto hacia esa dirección. Para que el objeto no se mueva o se mueva hacia el punto más elevado se requeriría de la presencia de la fricción o de otra fuerza que contrarreste la fuerza de gravedad.
23. Por su peso.
24. Debido a que el centro de masa se ubica en el centro del cilindro, al estar inclinado el sistema, se verá acelerado debido a una componente de la aceleración de la gravedad a la parte más baja.
25. Sucede debido a la ubicación del centro de masa del bicono, ya que busca el punto de menor energía potencial en el plano y este sucede estando arriba.
26. Debido a su posición del centro de masa.
27. Peso.
28. Debido a que su centro de masa se desplaza hacia abajo, donde los listones se separan conforme avanza.
29. La gravedad acelera el cilindro hacia abajo.
30. Pasaría lo mismo que con el cilindro ya que la gravedad les afectaría de igual forma.

31. Por la misma razón que sucedía con el cilindro, ya que a pesar de su forma distinta, el centro de masa coincide con su centro geométrico (en este caso debido a la distribución de la masa), por lo que la aceleración resultante resulta dependiente de lo mismo que en el caso pasado, sin embargo, la inercia rotacional del objeto cambia, por lo que su aceleración también.
32. Porque ahí está su centro de masa.
33. Pasa algo similar, consideremos que en el sistema no hay fricción, entonces el peso del bicono lo lleva hacia abajo.
34. Igualmente, por la dinámica del sistema, aunque depende de factores como la fricción.
35. Por como funciona la gravedad.
36. No c.
37. Porque su forma permite el desplazamiento hacia la parte de menor altura.
38. No estoy seguro, pero pienso que tal vez por la forma del cono y el plano, se formen fuerzas normales que contrarresten la fuerza de la gravedad. En caso de que no, caerá.
39. Es un cuerpo con dimensiones y masa irregular, por acciones de la fuerza de gravedad tiene que deslizarse, pero lo hará de forma irregular.
40. Por la geometría del bicono, las bases coinciden con el triángulo del plano inclinado, por lo que dificulta su avance al producirse una fricción.
41. Al igual que el cilindro, el bicono tiene forma circular en sus extremos, lo que reduce tanto la fricción con el plano y como consecuencia de la gravedad el bicono también se dirige hacia la parte de menor altura del plano inclinado.
42. Esto pasa porque el centro de masa del bicono se encuentra en el punto medio de la línea que une a los vértices del cono.
43. Debido a la gravedad.
44. Por su peso.
45. Dios me lo dijo.
46. No se.
47. La gravedad lo sigue acelerado.
48. Por que el coeficiente de fricción es menor al peso del objeto.
49. Porque el plano sigue inclinado, si fuera un plano sin inclinación el bicono se movería a la parte de mayor apertura de la figura.
50. Por su forma
51. El bicono al colocarlo desde la parte media se puede tomar que como son dos triángulos la base es creciente al centro y disminuye a las orillas llevando esto a que cuando intente bajar del lado de menor altura tope con el centro y llevando a que este valla de un lado al otro sin caer de la plataforma.
52. Este al abarcar la misma distancia de apertura del plano, se puede llegar a quedar en el mismo punto.
53. Por la gravedad que actúa sobre el objeto.

En el Grupo A se nota que dan respuestas donde usan los conceptos vistos en la intervención teórica, sin embargo, no se consideran correctas ya que no justifican correctamente lo que sucede, mencionan el centro de masa, pero no su comportamiento, por lo que de este grupo ninguna de sus justificaciones es correcta.

También se nota que no se esforzaron en formular su respuesta ya que algunos estudiantes directamente respondieron con respuestas de “no se” o similares, lo que nos indica que no tenían ni la más mínima noción del funcionamiento del dispositivo experimental aún después de repasar los conceptos teóricos.

Más adelante como trabajo a futuro se propone modificar el instrumento que se formuló esta investigación (Prueba diagnóstica), con el propósito de obtener respuestas abiertas concretas y que ayuden a realizar un mejor análisis cualitativo.

Pregunta 15 Post Test Grupo B: ¿Qué crees que sucede al colocar el bicono desde la parte media del plano inclinado?

1. Esto se debe al centro de masa y a la forma del bicono hablando desde la punta del cono hasta el centro que tiene más diámetro mientras menor sea la energía potencial con más velocidad subirá por un aumento de energía cinética.
2. Esto es un efecto contraintuitivo ya que el centro de masa del bicono está bajando Aunque el cuerpo se desplace hacia arriba visualmente.
3. Podemos notar que por la forma del bicono y la forma del riel el centro de masa del bicono no cambia de altura en ningún punto sobre el riel luego podemos pensar que si el bicono se coloca en el extremo de mayor altura se desplazará hacia el lado contrario sin embargo si se coloca en el extremo de menor altura se regresará un poco hacia el lado de mayor altura y empezará a oscilar Pues bien Por lo anterior pienso que dependiendo de la posición en la que se coloque el bicono sobre el riel este oscilará de su posición inicial al extremo de menor altura y viceversa esto ya que la energía mecánica se conserva.
4. De acuerdo a lo observado la figura tiende a ir hacia arriba por el centro de masa de la figura la forma conserva la masa hace que sea más fácil desplazarse por el plano.
5. Al realizar el experimento el bicono se desplaza hacia el lado mayor altura por la concentración de la masa además por la influencia de la gravedad A mi parecer es por el volumen que tiene el cuerpo.
6. Debido al centro de masa el bicono subirá ya que su centro de masa baja con respecto al plano en una altura más alta su centro de masa está más abajo que en una altura más pequeña.
7. Por su forma y la distribución de su masa.
8. Por el centro de masa del bicono.
9. Pensé que era al revés las justificaciones están al revés pero el cilindro baja debido a que su centro de gravedad es más central y este no incluye tanto como en el del bicono.
10. Lo hicimos experimentalmente y por lo visto lo que genera este movimiento es dentro de masa.
11. Al ser una figura tridimensional su fuerza de masa se concentra y esta hace que suba por la rampa.
12. Por la forma del bicono.
13. Sube debido a la distribución de su masa que está en la parte del centro por lo tanto sube hacia la parte de menor altura.

14. Se desplaza hacia el lado de mayor altura del plano ya que su energía en función con la gravedad e inclinación del plano es proporcional su centro de masa genera que exista una atracción hacia el punto alto del plano.
15. Fue lo que observamos experimentalmente.
16. Porque el centro de masa del bicono se encuentra en la parte baja del mismo haciendo que este suba.
17. El bicono tiene menor energía potencial cuando se desplaza A la parte con mayor altura.
18. Para la situación que su centro de masa está muy baja Entonces sube.
19. Debido a que gran parte del bicono se encuentra por debajo del plano y su forma le favorecen para rotar por acción de la gravedad en dirección del lado de menor altura.
20. Busca una forma de equilibrar la figura desde su centro de masa Y a medida que el plano se va abriendo la figura se acomoda.
21. Ya que un cono tiene una forma que tenga un movimiento distinto al cilindro al juntar las dos conos hace que su movimiento lo lleve a la parte superior.
22. Por la forma del bicono este puede desplazarse por el plano inclinado pero debido a la posición del centro de masa del icono la figura se desplaza hacia la parte de mayor altura.
23. El bicono intenta encontrar un punto de equilibrio el cual está hasta en la parte más alta del sistema y aunque lo afecte la gravedad Esta no es suficiente para que el cilindro se desplaza a la parte de menor altura.
24. Puesto que su centro de masa se encuentra en las puntas este tiende a mantenerse en equilibrio este punto se encuentra en la cima.
25. Dado que su forma no es recta a su centro de masa hace que el bicono se desplace al lado contrario del plano inclinado.
26. Para esto se imagina dos triángulos rectángulos si quieren Formar un rectángulo deben coincidir eso mismo pasa con el icono debe subir para alcanzar el punto óptimo de hecho si sigue subiendo en algún punto este se detendrá.
27. Porque el centro de masa sigue bajando pero por la forma del bicono la manera de bajar Es para arriba.
28. La gravedad actúa sobre su centro de masa y por la forma de la estructura sube.
29. Pues la gravedad hace que baje hacia el lado con menos altura.
30. Se desplaza hacia la mayor altura gracias a su forma y centro de masa como si el cono se deslizará a sus extremos más bajos.
31. Sucede por la forma icónica que puse el objeto dicha forma hace que se desplace hacia arriba.
32. Pienso que debería irse al lado de menor altura para así ganar velocidad y desplazarse.
33. Porque la forma de sus lados y ya que tiene forma de cono al colocarlo en la parte media Al subir es como si el centro de masa bajara.
34. Debido a que el plano se va abriendo a medida que la altura aumenta el punto de masa del icono igual cambia de posición provocando que la figura se vaya estabilizando y a su vez está suba por el plano.

En el Grupo B las respuestas buscan argumentar lo observado en clase, sin embargo, muy pocos estudiantes lograron justificar correctamente su respuesta, de las 34 respuestas obtenidas, solo 4 se consideran válidas (respuestas 2,6,27,28), ya que estos estudiantes afirman que el centro de masa del bicono baja pero el comportamiento en el plano inclinado parece subir. Estas respuestas representan solo el 11.76 %, que si lo comparamos con el 88.24 % que respondió correctamente en el Post Test, es un numero bajo, pero tal vez un análisis enfocado en el tipo de respuestas pueda redefinir lo que se considera correcto pero esto queda a criterio del lector.

Se puede concluir que varios estudiantes del Grupo B contestaron correctamente a la pregunta, sin embargo, no saben concretamente que es lo que sucede en el fenómeno experimental, pero tienen mejores bases que en comparación con el Grupo A.

3.4. Prueba T de Student

Anteriormente ya se explicó en que consiste la prueba y como se calcula, ahora aplicaremos la prueba con los resultados de nuestra investigación.

3.4.1. Base de Datos

Datos Grupo A

En este grupo la población en el Pre Test fue de 49 muestras, mientras que en el Post Test fue de 53 muestras.

Tabla 3.1: Número de respuestas correctas en Pre y Post Test Grupo A

Núm. de Pregunta	Respuestas correctas Pre-Test	Respuestas correctas Post-Test
3	42	50
4	46	53
5	45	52
6	41	51
7	45	53
8	31	43
9	35	47
10	42	46
11	41	45
12	36	47
13	45	52
14	42	51
15	11	26
16	7	30

Nota: Los datos muestran el conteo de respuestas correctas.

Tabla 3.2: Porcentaje de respuestas correctas en Pre y Post Test Grupo A

Núm. de Pregunta	Respuestas correctas Pre-Test(%)	Respuestas correctas Post-Test(%)
3	85,71 %	94,34 %
4	93,88 %	100,00 %
5	91,84 %	98,11 %
6	83,67 %	96,23 %
7	91,84 %	100,00 %
8	63,27 %	81,13 %
9	71,43 %	88,68 %
10	85,71 %	86,79 %
11	83,67 %	84,91 %
12	73,47 %	88,68 %
13	91,84 %	98,11 %
14	85,71 %	96,23 %
15	22,45 %	49,06 %
16	14,29 %	56,60 %

Nota: Todos los valores expresados en porcentaje (%).

Datos Grupo B

En este grupo la población en el Pre Test fue de 36 muestras, mientras que en el Post Test fue de 34 muestras.

Tabla 3.3: Número de respuestas correctas en Pre y Post Test Grupo B

Núm. de Pregunta	Respuestas correctas Pre-Test	Respuestas correctas Post-Test
3	32	29
4	34	34
5	34	33
6	27	30
7	35	34
8	19	32
9	25	32
10	34	32
11	28	28
12	24	28
13	35	33
14	33	31
15	3	30
16	6	30

Nota: Los datos muestran el conteo de respuestas correctas.

Tabla 3.4: Porcentaje de respuestas correctas en Pre y Post Test Grupo B

Núm. de Pregunta	Respuestas correctas Pre-Test(%)	Respuestas correctas Post-Test(%)
3	88,89 %	85,29 %
4	94,44 %	100,00 %
5	94,44 %	97,06 %
6	75,00 %	88,24 %
7	97,22 %	100,00 %
8	52,78 %	94,12 %
9	69,44 %	94,12 %
10	94,44 %	94,12 %
11	77,78 %	82,35 %
12	66,67 %	82,35 %
13	97,22 %	97,06 %
14	91,67 %	91,18 %
15	8,33 %	88,24 %
16	16,67 %	88,24 %

Nota: Todos los valores expresados en porcentaje (%).

3.4.2. Interpretación de los Datos

Al aplicar la prueba t, se deben tener presentes las hipótesis que se considerarán y como se compararán los datos en esta investigación.

Hipótesis

- **Hipótesis Nula H_0 :** No existe una diferencia significativa entre la aplicación del Pre y el Post Test.
- **Hipótesis Alternativa H_1 :** Existe una diferencia significativa entre la aplicación del Pre y el Post Test.

Prueba t de Student

Se realizarán los cálculos correspondientes y se compararán los datos t y p obtenidos.

Significancia

El valor de significancia establecido es 0.05 (equivalente al 5 %), si el valor p es menor a este se rechaza la hipótesis nula.

3.4.3. Análisis por prueba t de student

Para realizar los cálculos necesarios en esta parte se usaron los softwares Excel y Python.

En el caso de Excel se usó una plantilla donde se calcularon individualmente los valores de cada variable necesaria para el calculo de t, posterior a esto se usó la opción “Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales” correspondiente a la herramienta de análisis de datos dentro del programa.

Para Python se usó un código retomado de la tesis “Recursos Educativos para Cálculo Integral Mediante Impresión 3D: Caso de estudio “Sumas de Riemann”” [31] el cual se ajustó a los datos necesarios en el calculo, que son: Media Pre Test, Media Post Test, Estadístico t, y Valor p. Usando en ambos casos los datos porcentuales.

Grupo A

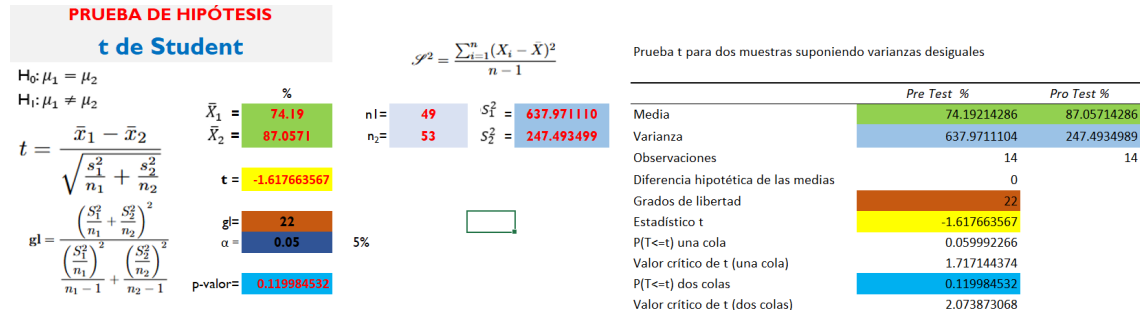


Figura 3.6: Cálculo y resultado de las variables usando Excel. Grupo A

```
main.py > ...
1 import numpy as np
2 from scipy import stats
3 # Resultados Pre test (muestra = 49 alumnos)
4 group_1 = [42, 46, 45, 41, 45, 31, 35, 42, 41, 36, 45, 42, 11, 7] # Pre Test
5 n1 = 49
6 percentages_1 = [(x / n1) * 100 for x in group_1]
7 # Resultados Post test (muestra = 53 alumnos)
8 group_2 = [50, 53, 52, 51, 53, 43, 47, 46, 45, 47, 52, 51, 26, 30] # Post Test
9 n2 = 53
10 percentages_2 = [(x / n2) * 100 for x in group_2]
11 # Media
12 mean_1 = np.mean(percentages_1)
13 mean_2 = np.mean(percentages_2)
14 # Desviación estándar (con ddof=1 para muestra)
15 std_1 = np.std(percentages_1, ddof=1)
16 std_2 = np.std(percentages_2, ddof=1)
17 # t (prueba independiente, varianzas desiguales)
18 t_stat, p_value = stats.ttest_ind(percentages_1, percentages_2,
19 equal_var=False) # Método de Welch
20 print("Media Pre Test:", mean_1)
21 print("Media Post Test:", mean_2)
22 print("Estadístico t:", t_stat)
23 print("Valor p:", p_value)
```

Figura 3.7: Cálculo de las variables usando Python Grupo A. [31]

```
Media Pre Test: 74.19825072886296
Media Post Test: 87.06199460916442
Estadístico t: -1.6175449162021087
Valor p: 0.12016181819411598
```

Figura 3.8: Resultado de las variables usando Python Grupo A.

Se puede notar que los resultados obtenidos en excel y python, no son exactamente los mismos, debido a que en el caso de excel se usaron los valores porcentuales que se muestran en la Tabla 3.2, mientras que en python se usaron los valores del número de respuestas correctas de la Tabla 3.1 y en el código se definió una función que obtuviera los porcentajes, por lo que se calculó con más decimales dando esta diferencia. Sin embargo ambos resultados son válidos y correctos.

Decisión Grupo A

- Media Porcentual Pre Test $\bar{X}_1=74.1982$
- Media Porcentual Post Test $\bar{X}_2=87.0619$
- Valor t: $t= -1.6175$
- Valor p: $p= 0.1201$

Como lo demuestran los resultados, la diferencia en el porcentaje entre las respuestas correctas entre el Pre Test y el Post Test es de 12.8637 %, por lo que se puede afirmar que hubo una mejora en el conocimiento de los temas vinculados a la actividad, sin embargo, aplicando los criterios de la prueba t, el valor p tiene un resultado de 0.1201 que es mayor que la significancia lo que nos hace aceptar la hipótesis nula, asumiendo que “No existe una diferencia significativa entre la aplicación del Pre y Post Test” mediante una clase estándar.

Grupo B

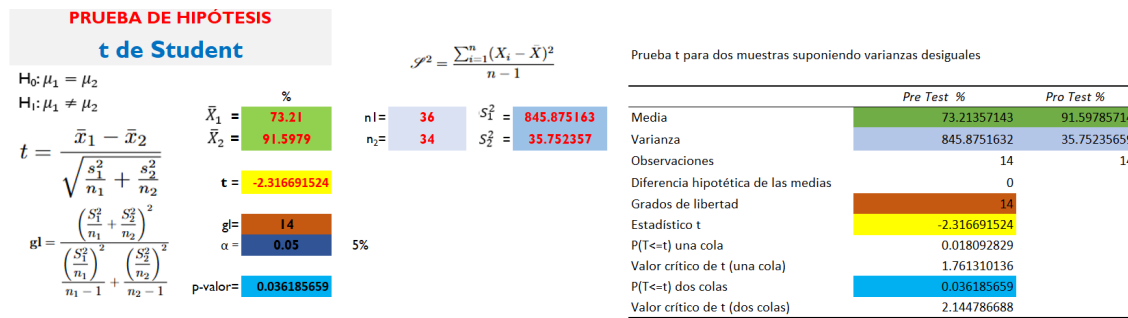


Figura 3.9: Cálculo y resultado de las variables usando Excel Grupo B.

```
main.py > ...
1 import numpy as np
2 from scipy import stats
3 # Resultados Pre test (muestra = 49 alumnos)
4 group_1 = [32, 34, 34, 27, 35, 19, 25, 34, 28, 24, 35, 33, 3, 6] # Pre Test
5 n1 = 36
6 percentages_1 = [(x / n1) * 100 for x in group_1]
7 # Resultados Post test (muestra = 53 alumnos)
8 group_2 = [29, 34, 33, 30, 34, 32, 32, 32, 28, 33, 31, 30, 30] # Post Test
9 n2 = 34
10 percentages_2 = [(x / n2) * 100 for x in group_2]
11 # Media
12 mean_1 = np.mean(percentages_1)
13 mean_2 = np.mean(percentages_2)
14 # Desviación estándar (con ddof=1 para muestra)
15 std_1 = np.std(percentages_1, ddof=1)
16 std_2 = np.std(percentages_2, ddof=1)
17 # t (prueba independiente, varianzas desiguales)
18 t_stat, p_value = stats.ttest_ind(percentages_1, percentages_2,
19 equal_var=False) # Método de Welch
20 print("Media Pre Test:", mean_1)
21 print("Media Post Test:", mean_2)
22 print("Estadístico t:", t_stat)
23 print("Valor p:", p_value)
```

Figura 3.10: Cálculo de las variables usando Python Grupo B. [31]

```
Media Pre Test: 73.21428571428571
Media Post Test: 91.5966386554622
Estadístico t: -2.3163951650774703
Valor p: 0.03609127100945529
```

Figura 3.11: Resultado de las variables usando Python Grupo B.

De misma manera que en el Grupo A, la diferencia mínima entre los resultados obtenidos en excel y python se debe a los decimales. En el caso de excel se usaron los porcentajes de la Tabla 3.4, mientras que en python se usó el número de respuestas correctas de la Tabla 3.3, pero son resultados válidos y correctos igualmente.

Decisión Grupo B

- Media Porcentual Pre Test $\bar{X}_1=73.2142$
- Media Porcentual Post Test $\bar{X}_2=91.5966$
- Valor t: $t=-2.3163$
- Valor p: $p=0.0360$

Como lo demuestran los resultados, la diferencia en el porcentaje entre las respuestas correctas entre el Pre Test y el Post Test es de 18.3824%, por lo que de igual manera hubo una mejora en el conocimiento de los temas vinculados a la actividad con un porcentaje mayor que en el Grupo A.

Ahora, aplicando los criterios de la prueba t, el valor p tiene un resultado de 0.0360 que es menor que la significancia lo que nos hace rechazar la hipótesis nula, asumiendo que “Si existe una diferencia significativa entre la aplicación del Pre y Post Test” usando el material didáctico impreso en 3D en la clase.

Conclusiones

La finalidad de este proyecto fue proponer la inclusión de la tecnología en las clases a nivel superior, en concreto la impresión 3D, ya que a pesar de ser una tecnología relativamente nueva, el acceso a esta se ha vuelto más accesible, por lo que, como se demostró a lo largo de la tesis, incluirla en la educación es una forma efectiva de mejorar el entendimiento de los temas.

Los resultados nos muestran que el objetivo de la investigación se cumplió, todo el trabajo realizado logró demostrar que las interacciones didácticas en clase pueden mejorar el rendimiento de los alumnos, si bien no es correcto afirmar que en todos los temas existentes se pueden lograr estos resultados, queda como antecedente que existen complementos educativos que mejoran la recepción de conocimiento.

Dejando un poco de lado el análisis matemático, tengo que recalcar que el grupo B, con el que se usó el material didáctico, mostró un interés muy grande en cuanto a entender el fenómeno se trata, la discusión, diálogo e interacción en equipo estuvo presente en todo momento, mientras que el grupo A se mostró frustrado al no entender que era lo que realmente pasaba, tomaron la actividad como una clase normal a tal punto de que solo querían que terminara la actividad.

Aunque la actividad y el análisis se ejecutaron en el nivel superior de estudios, considero que las dinámicas podrían aplicarse completamente en niveles inferiores y con una gran variedad de temas.

Como conclusión general, las actividades con enfoque STEAM deben ser tomados en cuenta como una manera de innovar e incluso revolucionar la enseñanza, ya que hoy en día el avance de la tecnología ha encontrado la forma de adaptarse a varias industrias, pero en la educación sigue rezagada.

Trabajo a futuro

Como se explicó a lo largo de toda esta Tesis, el análisis de los datos obtenidos fue completamente cuantitativo, con un apartado de análisis cualitativo que ayudó a comprender mejor si realmente los estudiantes entendieron al 100 % el fenómeno experimental.

Se plantea como trabajo a futuro que tanto los recursos didácticos elaborados y el análisis mostrado, se modifique con la finalidad de obtener una mejor base de datos, sobre los conocimientos previos de los estudiantes y saber si estos influyen en los resultados y rendimiento de los estudiantes dentro de los primeros semestres de las licenciaturas en física y física aplicada dentro de la BUAP.

Apéndice A

Pre Test

A.1. Cuestionario de Google aplicado en ambos grupos

Test de Introducción

B *I* U ↺ ↻

Para este test es importante que contestes con tu conocimiento actual sobre los temas que se preguntan, se tendrá un tiempo máximo de 30 minutos por lo que se recomienda no recurrir a investigar sobre el tema para poder contestar el test completo.

1. Edad *

Texto de respuesta corta

2. Matrícula *

Texto de respuesta corta

3. ¿Qué es la energía? *

- ☐ a. Es la capacidad de un objeto para cambiar de posición.
- ☐ b. Es una magnitud física que se define como la capacidad de modificar el movimiento forma de un cuer...
- ☐ c. Propiedad de la materia que mide la cantidad de masa que hay en un determinado volumen.
- ☐ d. Es la capacidad de la materia para realizar un trabajo, movimiento o producir calor.

Figura A.1: Pre Test Parte 1

4. ¿Qué es la energía cinética? *

- ☐ a. Es la energía relacionada al movimiento de los objetos.
- ☐ b. Es la energía que se transporta por las ondas de luz.
- ☐ c. Es una forma de energía que se produce por el movimiento de electrones a través de un conductor
- ☐ d. Es la energía que se encuentra en los enlaces químicos de las moléculas y compuestos.

5. ¿Qué es la energía potencial? *

- ☐ a. Es la energía que se genera por el movimiento de las partículas que componen una sustancia.
- ☐ b. Es la energía que se almacena en un objeto y se asocia con la posición del objeto.
- ☐ c. Es la energía que se libera o absorbe cuando se producen cambios en las sustancias químicas.
- ☐ d. Es la energía que poseen los cuerpos en forma de calor.

6. ¿Qué es el centro de masa? *

- ☐ a. Es el punto central de cualquier objeto o sistema sin importar su masa y posición.
- ☐ b. El peso total de un objeto.
- ☐ c. Es el punto que se mueve como si toda la masa de un sistema se concentrara allí, se puede encontrar ...
- ☐ d. El centro del planeta tierra.

Figura A.2: Pre Test Parte 2

7. Selecciona la opción que describe matemáticamente a la energía cinética *

☐ a.

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

☐ b.

$$F_x = -kx$$

☐ c.

$$W = -\frac{1}{2}kx$$

☐ d.

$$E_c = \frac{1}{3}mv * h$$

8. Selecciona la opción que describe matemáticamente a la energía potencial. *

☐ a.

$$E = -kx$$

☐ b.

$$E_p = m * h * g^2$$

☐ c.

$$U(y) = mgy$$

☐ d.

$$E = \frac{1}{2} \frac{mv}{g^2}$$

Figura A.3: Pre Test Parte 3

9. Selecciona la opción que describe matemáticamente la conservación de energía mecánica. *

☐ a.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

☐ b.

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta W$$

☐ c.

$$E = mc^2$$

☐ d.

$$K_2 + U_2 = K_1 + U_1$$

Resuelva los siguientes problemas.

Considera la gravedad igual a 9.8 m/s^2

10. Una bicicleta de 20 kg lleva a un ciclista que pesa 60kg. Si ambos se desplazan a 10 m/s, *
¿Cuál es la energía cinética del sistema?

☐ a. 1000 J/s

☐ b. 3000 J

☐ c. 4200 J/s

☐ d. 4000 J

Figura A.4: Pre Test Parte 4

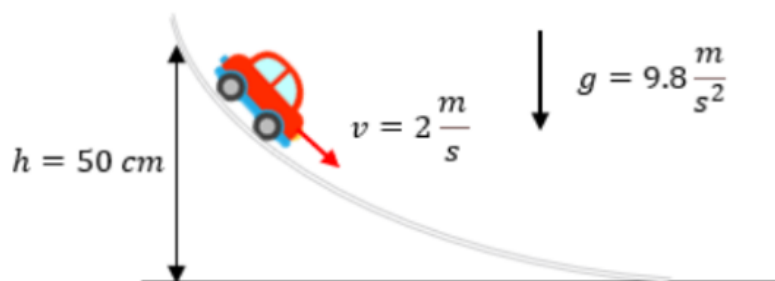
...

11. Calcula la energía potencial de un martillo de 1,5 kg de masa cuando se halla situado a una altura de 2 m sobre el suelo. *

- ☐ a. 29.4 J
- ☐ b. 29.4 J/s
- ☐ c. 294 J
- ☐ d. 294 J/s

12. Un carro de 200 g de masa, baja por una trayectoria como se muestra en la figura. *

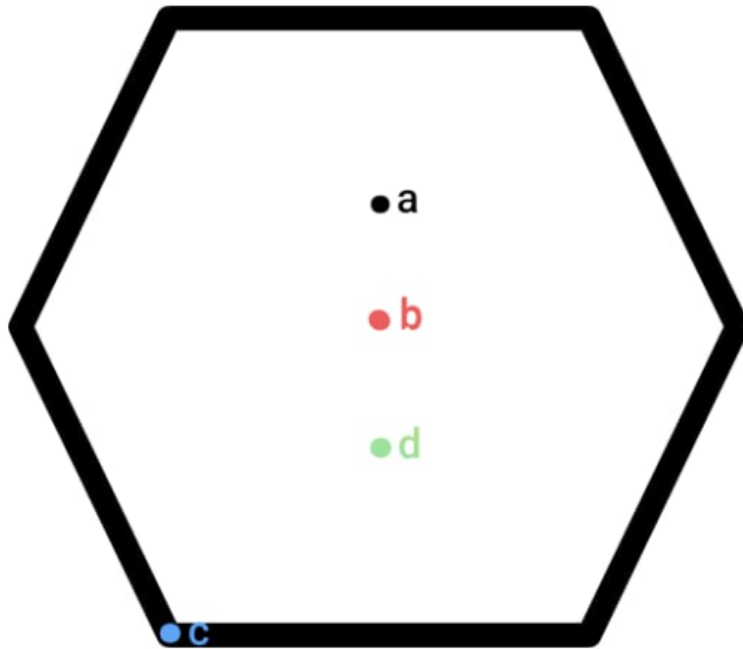
Colocado a 50 cm respecto al suelo, el carro tiene una velocidad de 2 m/s. Sin tener en cuenta las fuerzas de fricción, ¿Qué altura tendrá cuando su velocidad sea de 3 m/s?



- ☐ a. 0.245 m
- ☐ b. 24.5 m
- ☐ c. 4.0833 m
- ☐ d. 40.833 m

Figura A.5: Pre Test Parte 5

13. En la siguiente figura, selecciona la opción que señala el centro de masa. *



- ☐ a.
- ☐ b.
- ☐ c.
- ☐ d.

Figura A.6: Pre Test Parte 6

SISTEMA

Con la siguiente descripción imagina el sistema y resuelve las preguntas.

El dispositivo se conforma por 3 partes esenciales, que son:

1. Un cilindro de medidas arbitrarias cuyo objetivo es desplazarse sobre el plano.
2. El Bicono, dos conos unidos por sus bases y con una altura semejante a la del cilindro cuyo objetivo es desplazarse sobre el plano.
3. El plano inclinado, un plano que tiene un ángulo de inclinación α , que permite tener un lado A con mayor altura y un lado B con menor altura donde se desplazan el cilindro y el bicono.

SISTEMA

Figura A.7: Pre Test Parte 7

14. ¿Qué crees que sucede al colocar el cilindro desde la parte media del plano inclinado? *

- ☐ a. Se queda en el mismo lugar
- ☐ b. Se desplaza hacia el lado de menor altura del plano
- ☐ c. Se desplaza hacia el lado de mayor altura del plano
- ☐ d. Oscila de un lado a otro.

14.5 ¿Por qué? Justifique su respuesta *

Texto de respuesta larga

15. ¿Qué crees que sucede al colocar el Bicono desde la parte media del plano inclinado? *

- ☐ a. Se queda en el mismo lugar
- ☐ b. Se desplaza hacia el lado de menor altura del plano
- ☐ c. Se desplaza hacia el lado de mayor altura del plano
- ☐ d. Oscila de un lado a otro.

15.5 ¿Por qué? Justifique su respuesta *

Texto de respuesta larga

Figura A.8: Pre Test Parte 8

16. En el plano que se muestra en la figura, ¿crees que es posible que el cilindro o el bicono se ^{*} desplace desde la parte de menor altura hacia la parte de mayor altura sin la intervención de una fuerza externa (además de la gravedad)?

- ☐ a. No, ninguno puede desplazarse hacia la parte de mayor altura sin la ayuda de una fuerza externa
- ☐ b. Si, solo el cilindro
- ☐ c. Sí, solo el bicono
- ☐ d. Si, Ambos pueden subir sin la ayuda de una fuerza externa

16.5 ¿Por qué? Justifique su respuesta ^{*}

Texto de respuesta larga

Figura A.9: Pre Test Parte 9

Apéndice B

Simulador

B.1. Simulador Usado para explicar los temas de Energía Cinética, Energía Potencial y Conservación de Energía

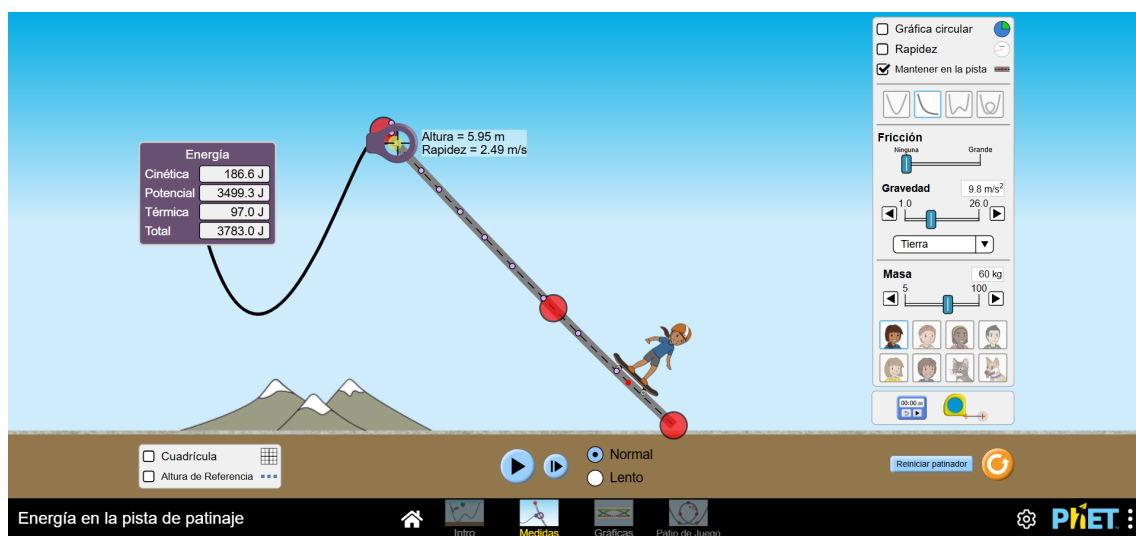


Figura B.1: Simulador Parte 1

Simulador

B.1 Simulador Usado para explicar los temas de Energía Cinética, Energía Potencial y Conservación de Energía

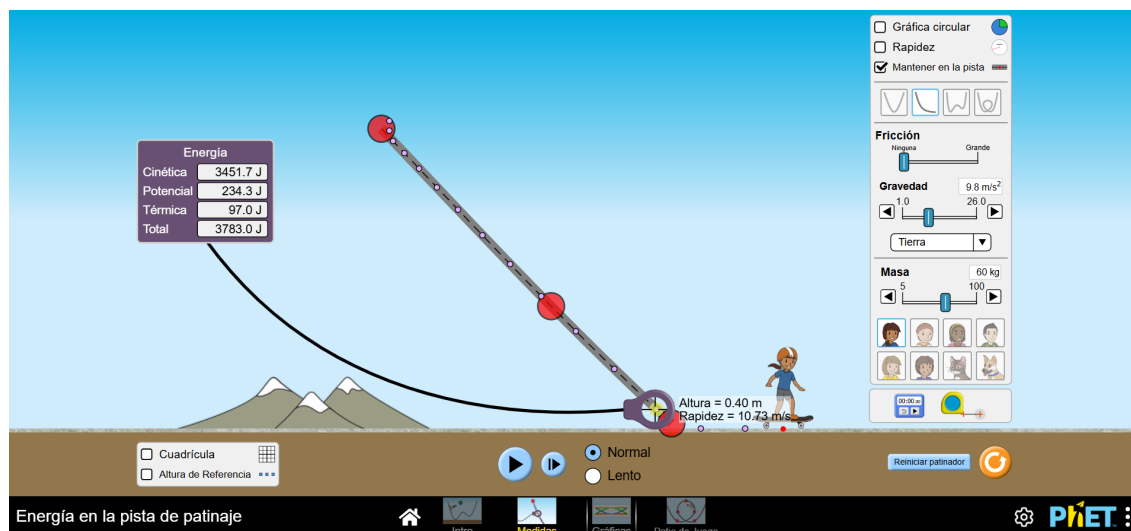


Figura B.2: Simulador Parte 2

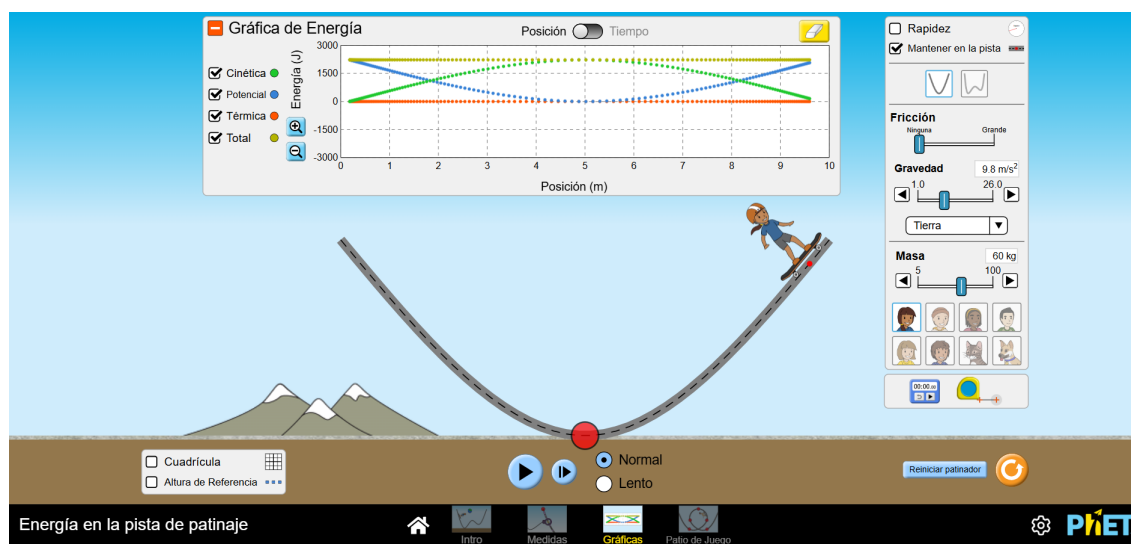


Figura B.3: Simulador Parte 3

B.1.1. URL

Enlace al simulador: https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park/latest/energy-skate-park_all.html?locale=es

Apéndice C

Post Test

- C.1. Test Impreso aplicado al final de la actividad en ambos grupos

TEST ENERGÍA Y CENTRO DE MASA

Instrucciones: Contesta todas las preguntas y en los casos que sea necesario justifica tu respuesta.

EDAD: _____

MATRÍCULA: _____

1. ¿Qué es la energía?

- a. Es la capacidad de un objeto para cambiar de posición.
- b. Es una magnitud física que se define como la capacidad de modificar el movimiento forma de un cuerpo.
- c. Propiedad de la materia que mide la cantidad de masa que hay en un determinado volumen.
- d. Es la capacidad de la materia para realizar un trabajo, movimiento o producir calor.

2. ¿Qué es la energía cinética?

- a. Es la energía relacionada al movimiento de los objetos.
- b. Es la energía que se transporta por las ondas de luz.
- c. Es una forma de energía que se produce por el movimiento de electrones a través de un conductor.
- d. Es la energía que se encuentra en los enlaces químicos de las moléculas y compuestos.

3. ¿Qué es la energía potencial?

- a. Es la energía que se genera por el movimiento de las partículas que componen una sustancia.
- b. Es la energía que se almacena en un objeto y se asocia con la posición del objeto.
- c. Es la energía que se libera o absorbe cuando se producen cambios en las sustancias químicas.
- d. Es la energía que poseen los cuerpos en forma de calor.

4. ¿Qué es el centro de masa?

- a. Es el punto central de cualquier objeto o sistema sin importar su masa y posición.
- b. El peso total de un objeto.
- c. Es el punto que se mueve como si toda la masa de un sistema se concentrara allí, se puede encontrar dentro o fuera del objeto.
- d. El centro del planeta Tierra.

5. Selecciona la opción que describe matemáticamente a la energía cinética.

- a) $K = \frac{1}{2}mv^2$
- b) $F_x = -kx$
- c) $W = -\frac{1}{2}kx$
- d) $E_c = \frac{1}{2}mv * h$

6. Selecciona la opción que describe matemáticamente a la energía potencial gravitacional.

- a) $E = -kx$
- b) $E_p = m * h * g^2$
- c) $U(y) = m * g * y$
- d) $E = \frac{1mv}{2g^2}$

7. Selecciona la opción que describe matemáticamente la conservación de energía mecánica.

- a) $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$
- b) $\Delta Q = \Delta U + \Delta W$
- c) $E = mc^2$
- d) $k_1 + U_1 = k_2 + U_2$

Figura C.1: Post Test Parte 1

Resuelva los siguientes problemas.

Considera la gravedad igual a $9.8 \frac{m}{s^2}$.

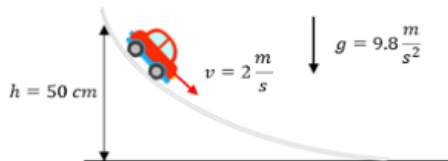
8. Una bicicleta de 20 kg lleva a un ciclista que pesa 60kg. Si ambos se desplazan a 10 m/s, ¿Cuál es la energía cinética del sistema?

- a. 1000 J/s
- b. 3000 J
- c. 4200 J/s
- d. 4000 J

9. Calcula la energía potencial de un martillo de 1,5 kg de masa cuando se sitúa a una altura de 2 m sobre el suelo.

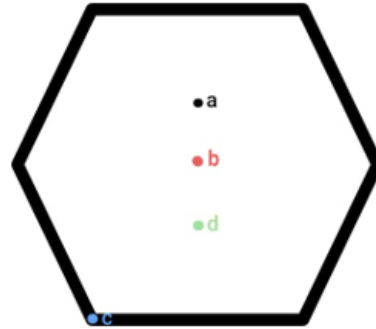
- a. 29.4 J
- b. 29.4 J/s
- c. 294 J
- d. 294 J/s

10. Un carro de 200 g de masa, baja por una trayectoria como se muestra en la figura. Colocado a 50 cm respecto al suelo, el carro tiene una velocidad de 2 m/s. Sin tener en cuenta las fuerzas de fricción, ¿Qué altura tendrá cuando su velocidad sea de 3 m/s?



- a. 0.245 m
- b. 24.5 m
- c. 4.0833 m
- d. 40.833 m

11. En la siguiente figura, selecciona la opción que señala el centro de masa.



- a.
- b.
- c.
- d.

Figura C.2: Post Test Parte 2

SISTEMA



12. ¿Qué crees que sucede al colocar el cilindro desde la parte media del plano inclinado?

- a. Se queda en el mismo lugar
- b. Se desplaza hacia el lado de menor altura del plano
- c. Se desplaza hacia el lado de mayor altura del plano
- d. Oscila de un lado a otro.

Justifica tu respuesta:

13. ¿Qué crees que sucede al colocar el Bicono desde la parte media del plano inclinado?

- a. Se queda en el mismo lugar
- b. Se desplaza hacia el lado de menor altura del plano
- c. Se desplaza hacia el lado de mayor altura del plano
- d. Oscila de un lado a otro.

Justifica tu respuesta:

14. En el plano que se muestra en la figura, ¿crees que es posible que el cilindro o el bicono se desplace desde la parte de menor altura hacia la parte de mayor altura sin la intervención de una fuerza externa (además de la gravedad)?

- a. No, ninguno puede desplazarse hacia la parte de mayor altura sin la ayuda de una fuerza externa
- b. Si, solo el cilindro.
- c. Sí, solo el bicono.
- d. Si, Ambos pueden subir sin la ayuda de una fuerza externa

Justifica tu respuesta:

GRUPO: _____

Figura C.3: Post Test Parte 3

[illegible]

71

Apéndice D

Trabajo a futuro

D.1. Respuestas abiertas para los trabajos a futuro

Respuestas abiertas Pre Test - Grupo A

Pregunta 14: ¿Qué crees que sucede al colocar el cilindro desde la parte media del plano inclinado?

- Se encuentra en un plano inclinado donde afecta la gravedad.
- Porque el plano inclinado cuando lo suelte van a aparecer 2 fuerzas: La resistencia en oposición al movimiento y la fuerza gravitatoria que lo moverá en dirección al plano.
- Bueno, es debido al plano que es inclinado; debido a la gravedad se desplaza hacia la parte más baja de A a B.
- Debido a que la fuerza de fricción es menor al peso del objeto.
- Por la fuerza de gravedad que puede actuar gracias a la inclinación.
- Porque al ser un plano inclinado actúa la gravedad, por lo que el cilindro va a tender a caer hacia el lado de menor altura.
- Por la naturaleza de un plano inclinado.
- Porque actúa sobre el cilindro la fuerza de gravedad.
- Al tener una mayor altura con respecto a la altura B, tendrá una energía potencial que convertirá a cinética si no se le detiene.
- El cilindro se mueve al lado con menor altura debido a su forma que permite que la fuerza de fricción sea menor que el peso.
- El cilindro se ve afectado solo por la gravedad, al estar en un plano inclinado posee una componente de la fuerza por su peso que favorece su movimiento.
- La fuerza de gravedad atrae el cilindro a la parte más pequeña del sistema provocando que este caiga.
- Porque tiene menor masa en los extremos y eso lo hace subir.

- En la figura se muestra unos topes para que la figura no se mueva, con esa lógica no importa en qué lugar se encuentre, la respuesta es que se moverá hacia donde menos altura hay.
- Porque está bajo la influencia de gravedad, lo que hace que ruede hacia el lado de menor altura.
- Al estar en un plano inclinado la fuerza de la gravedad es mayor a la fuerza normal, lo que hace que el objeto se mueva hacia abajo y por consiguiente vaya al lugar de menor altura.
- Porque es ovalado lo que permite que vaya de un lado a otro ya que su desplazamiento es ligero gracias a su forma y su centro de masa.
- Porque el plano tiene una inclinación y por tanto, la fuerza de gravedad actuará y el cilindro tenderá al lado de menor altura.
- Por la inclinación que tiene el plano inclinado hace que el cilindro se desplace hacia el lado menor de la altura.
- Porque la fuerza de gravedad mueve al objeto hacia esa dirección. Para que el objeto no se mueva o se mueva hacia el punto más elevado se requeriría de la presencia de la fricción o de otra fuerza que contrarreste la fuerza de gravedad.
- Debido a que el centro de masa se ubica en el centro del cilindro, este al estar inclinado, se verá acelerado debido a una componente de la aceleración, hacia la parte más baja del sistema.
- Al ser totalmente cilíndrico, es igual plano por lo que ningún ángulo ni perturbación lo hará moverse.
- Debido a la posición del centro de masa del objeto.
- Por el peso.
- Debido a que por la inclinación del plano y la gravedad este rodará hacia el lado de menor altura.
- La gravedad acelera al cilindro hacia abajo, o sea, hacia el lado de menor altura del plano.
- Por qué no estaría en reposo, ya que la fuerza de gravedad estaría actuando sobre el objeto, y por el ángulo de inclinación se desplazaría hacia ese lado.
- Debido a la fuerza gravitacional, la aceleración resultante del cilindro resulta dependiente en parte de la componente debida a la aceleración debida a esta fuerza, misma que es dependiente del ángulo de inclinación del plano inclinado además de considerar la rotación del objeto, movimiento llamado Rodamiento, relacionando la aceleración angular con la aceleración del centro de masa.
- Porque ahí está su centro de masa.
- Porque su propio peso es una fuerza que la empuja hacia abajo, al ser de forma cilíndrica se favorece su movimiento hacia abajo si consideramos que no hay fricción.
- Por la aceleración de la gravedad y la suma de torcas.
- Por la gravedad.
- Porque está tiene una inclinación y debido a la forma del cilindro permite el desplazamiento de este.

- Porque la forma del cilindro no tiene fuerzas opuestas a su movimiento con respecto al plano (despreciando la fricción), en tanto, el cilindro se desplazará hacia el lado de menor altura.
- Es un cuerpo uniforme, dimensiones y masa dispersa de igual manera, al ubicarse en la parte intermedia de un plano inclinado debe de bajar por la acción de la fuerza de gravedad.
- Dadas las propiedades del plano inclinado, el cilindro rueda hacia el lado más corto.
- Porque se encuentra situado en un plano inclinado y debido a la gravedad, el cilindro se dirige hacia abajo aumentando su aceleración.
- Esto se debe a qué la gravedad ejerce una fuerza sobre el cilindro que lo hace rodar hacia abajo, hacia el lado menor del plano inclinado.
- No es uniforme por lo que tiene a desplazarse al de menor altura.
- Debido a la gravedad.
- Por su peso.
- Se alinean los centros de masa.
- Pues es acelerado por la fuerza de gravedad.
- Por el coeficiente de fricción es menor al peso del objeto.
- Justamente porque el plano está inclinado y sin una fuerza externa no puede subir por la fuerza de gravedad.
- El cilindro al tener una superficie por decirlo lisa y uniforme a todos sus caras, pues podemos suponer que a base de la estructura formada en la que es puesto y gracias a la fuerza de gravedad este se inclina hacia el lado de menor altura.
- Dependiendo la abertura del plano inclinado este se moverá hacia una menor o una mayor altura.
- Por la gravedad que actúa sobre el objeto.

Pregunta 15: ¿Qué crees que sucede al colocar el bicono desde la parte media del plano inclinado?

- Va pasando de un lado a otro por la forma del sistema, además de como está distribuida su masa.
- Al igual que el anterior una fuerza lo va jalar a la parte inferior aunque ahora su centro de masa cambia.
- Esto puede ser por su mismo centro de masa que es más inestable que el cilindro.
- Debido a que el centro de masa del bicono se desplaza por la gravedad.
- Por la misma razón.
- Debido a su forma va a tender a subir haciendo que el bicono suba hacia el lado de mayor altura, se genera un plano inclinado contrario.
- Por qué en ese punto tal vez no sea suficiente la fuerza provocada por el efecto de la gravedad para cambiar su posición.

- Porque el bicono se deslizará acorde al plano inclinado.
- Lo mismo que en el caso del cilindro, ambos son cuerpos con masa y la gravedad actúa sobre ellos, generando un suministro de energía al sistema, y mismo caso existe una diferencia de alturas, por lo tanto el cilindro tendrá una energía potencial que eventualmente convertirá a energía cinética.
- Sucede lo mismo que con el cilindro pero con una mayor resistencia por parte de la fricción.
- La forma que posee genera que no se pueda mover, pues ya no favorece que ninguna componente de la fuerza por su peso se mueva.
- El peso del bicono debería ser suficiente para poder desplazarse hacia el lado de mayor compás con respecto al sistema.
- Por la diferencia entre las circunferencias del centro del bicono y sus extremos.
- En la figura se muestra unos topes para que la figura no se mueva, con esa lógica no importa en qué lugar se encuentre, la respuesta es que se moverá hacia donde menos altura hay.
- Por la influencia de gravedad. Rueda hacia el lado de menor altura.
- El objeto se movería al lugar de menor altura debido a que la fuerza de la gravedad es mayor a la fuerza normal, y por consiguiente iría al lugar con menor altura.
- Porque eventualmente irá hacia donde haya menor altura gracias a la gravedad.
- Lo mismo que la anterior.
- El mismo principio que el cilindro, al tener una fuerza de gravedad que lo empuja hacia el lado menor teniendo como referencia la mitad del plano entonces por ende será jalado hacia el lado menor.
- Porque la fuerza de gravedad mueve al objeto hacia esa dirección. Para que el objeto no se mueva o se mueva hacia el punto más elevado se requeriría de la presencia de la fricción o de otra fuerza que contrarreste la fuerza de gravedad.
- Debido a que el centro de masa se ubica en el centro del cilindro, al estar inclinado el sistema, se verá acelerado debido a una componente de la aceleración de la gravedad a la parte más baja.
- Sucede debido a la ubicación del centro de masa del bicono, ya que busca el punto de menor energía potencial en el plano y este sucede estando arriba.
- Debido a su posición del centro de masa.
- Peso.
- Debido a que su centro de masa se desplaza hacia abajo, donde los listones se separan conforme avanza.
- La gravedad acelera el cilindro hacia abajo.
- Pasaría lo mismo que con el cilindro ya que la gravedad les afectaría de igual forma.
- Por la misma razón que sucedía con el cilindro, ya que a pesar de su forma distinta, el centro de masa coincide con su centro geométrico (en este caso debido a la distribución de la masa), por lo que la aceleración resultante resulta dependiente de lo mismo que en el caso pasado, sin embargo, la inercia rotacional del objeto cambia, por lo que su aceleración también.

- Porque ahí está su centro de masa.
- Pasa algo similar, consideremos que en el sistema no hay fricción, entonces el peso del bicono lo lleva hacia abajo.
- Igualmente, por la dinámica del sistema, aunque depende de factores como la fricción.
- No c.
- Porque su forma permite el desplazamiento hacia la parte de menor altura.
- No estoy seguro, pero pienso que tal vez por la forma del cono y el plano, se formen fuerzas normales que contrarresten la fuerza de la gravedad. En caso de que no, caerá.
- Es un cuerpo con dimensiones y masa irregular, por acciones de la fuerza de gravedad tiene que deslizarse, pero lo hará de forma irregular.
- Por la geometría del bicono, las bases coinciden con el triángulo del plano inclinado, por lo que dificulta su avance al producirse una fricción.
- Al igual que el cilindro, el bicono tiene forma circular en sus extremos, lo que reduce tanto la fricción con el plano y como consecuencia de la gravedad el bicono también se dirige hacia la parte de menor altura del plano inclinado.
- Esto pasa porque el centro de masa del bicono se encuentra en el punto medio de la línea que une a los vértices del cono.
- Debido a la gravedad.
- Por su peso.
- Dios me lo dijo.
- La gravedad lo sigue acelerado.
- Por que el coeficiente de fricción es menor al peso del objeto.
- Porque el plano sigue inclinado, si fuera un plano sin inclinación el bicono se movería a la parte de mayor apertura de la figura.
- El bicono al colocarlo desde la parte media se puede tomar que como son dos triángulos la base es creciente al centro y disminuye a las orillas llevando esto a que cuando intente bajar del lado de menor altura tope con el centro y llevando a que este valla de un lado al otro sin caer de la plataforma.
- Este al abarcar la misma distancia de apertura del plano, se puede llegar a quedar en el mismo punto.
- Por la gravedad que actúa sobre el objeto.

Pregunta 16: ¿Es posible que el cilindro o bicono se desplace hacia la parte de mayor altura sin fuerza externa?

- Solo al menos que se dé vuelta al sistema, pero ahí interviene la gravedad. Por ende ninguno puede.
- Para subir a contra gravedad se necesita otra fuerza.
- Bueno esto debido que por la misma gravedad, tal vez algo lo empujara pero sería muy raro.

- Debido a que el centro de masa del bicono se desplaza por la gravedad.
- Es necesaria una fuerza que venca a la de la gravedad para que alguno de los dos suba.
- Porque el cilindro se ve afectado por la gravedad que lo lleva hacia abajo, en cambio el bicono genera un plano inclinado contrario que hace que pueda subir.
- Podría pensar que por la forma del sistema no se puede desplazar por sí mismo sin ayuda de otra fuerza.
- Porque no se puede generar un movimiento en contra de la gravedad sin otra fuerza externa que la contrarreste.
- Sin contar con ninguna fuerza externa (ni la gravedad). No se moverá nada para ningún lado. Sin ninguna fuerza externa actuando sobre el sistema, el sistema no tendrá un suministro de energía que permita cambiar de posición ya sea el cono o el cilindro, por lo tanto todo el sistema quedará en reposo.
- No se podrán mover a la parte de mayor altura por el peso que tienen los objetos haciendo que no se puedan desplazar hacia arriba.
- La única manera de generar un cambio en la dirección del movimiento de un objeto sometido a una fuerza es con la existencia de otra fuerza.
- Porque la forma del cilindro independiente de una fuerza externa puede moverse con facilidad a lo largo del plano.
- Entonces el bicono se quedaría suspendido por la falta de una fuerza.
- Hay tantos motivos para que se mueva como para que permanezca quieto, entonces sin ayuda de una fuerza externa, permanecerá en el mismo sitio.
- Porque el sistema está en reposo. Sin ninguna fuerza adicional, además de la gravitatoria.
- Sin ayuda de una fuerza externa las únicas fuerzas que actúan sobre el objeto son la normal y la gravedad, por lo que nunca habrá una fuerza suficiente para que suceda dicho desplazamiento.
- Porque necesitaría de algo que lo lleve hacia allá, porque por sí solo no podría ir hacia otro lugar que no fuese el lado menor.
- Por la gravedad.
- Tendría que ver una implicación a la altura del plano para que suceda lo contrario, por ende se aplicaría una fuerza externa.
- Porque en ese instante el cilindro o bicono ya tienen una cantidad determinada de energía, si estos empezarán a subir requerirían de un extra de energía para combatir la fuerza de la gravedad, energía que solo podrían adquirir si se les aplica una fuerza externa.
- No puede desplazarse hacia la parte de mayor altura sin ayuda de una fuerza externa.
- Porque la ubicación del centro de masa del bicono busca el punto en el plano donde se genera menor energía potencial, y la composición de este lo lleva hacia arriba.
- Debido a la necesidad de una fuerza para que este se mueva en esa dirección.
- Fuerza g.

- No habría una fuerza externa que produzca movimiento, por la ley de la conservación de la energía, no es posible.
- Si se quiere hacer que los cilindros se desplacen hacia arriba, se necesita de una fuerza que supere a la de la gravedad para acelerar o mover los cilindros a otro lado que no sea abajo.
- Porque un objeto mantiene su posición hasta que una fuerza externa lo altere.
- Debido a la Segunda Ley de Newton, podemos decir que la suma de todas las fuerzas externas sobre un cuerpo es equivalente al producto de la masa por la aceleración resultante, misma que define el movimiento de un cuerpo en MRUA, por ende, no podemos decir que el cuerpo pueda subir sin ayuda sin una fuerza externa. De la misma manera, esto tiene una interpretación de forma angular, siendo la suma de todas las torcas sobre el objeto equivalente al producto de la inercia rotacional del objeto por su aceleración angular.
- N/D.
- Ninguno puede desplazarse por sí sola, se rompería la primera ley de Newton (mientras no se aplique una fuerza a un objeto esté se mantiene en reposo), en este sistema la única fuerza externa que se considera es el de la gravedad (el peso de las figuras) que las "empuja" hacia abajo, por ello ninguno se desplazaría hacia arriba.
- Por la conservación de la energía.
- Si la parte abierta es la más alta el bicono podría subir porque su centro de masa estaría bajando a causa de las pendientes del plano y los conos.
- Porque si o si requiere una fuerza externa que los empuje para que puedan adquirir una aceleración y así poder subir.
- Porque de ser así, se estaría generando energía de la nada.
- No lo creo posible debido a que la fuerza que actúa es la de la gravedad, un tipo de caída, de aceleración, para que fuera hacia arriba se necesitaría una acción reacción, una fuerza externa, creo este cuerpo no cumple ciertas características para hacerlo por su cuenta.
- Puesto que no hay una fuerza que se oponga a la de gravedad, los objetos continuarán desplazándose a la parte más baja.
- Porque cuando el cilindro y el bicono se dirigen hacia la parte de menor altura lo hacen gracias a la gravedad. Sin embargo, para cambiar de posición a una más alta, se necesita una fuerza que pueda vencer a la gravedad y cambie de posición en sentido contrario a dónde se dirige la fuerza de gravedad.
- Porque la ley de conservación de la energía establece que la energía total de un sistema cerrado se mantiene constante pero no puede aumentar sin la intervención de una fuerza externa.
- Debido a que sin una fuerza externa que interactúe sobre el sistema, este al ser un sistema cerrado, no se vería afectado y no cambiaría.
- La gravedad.
- Por la forma del mismo y la ubicación de su centro de masa.
- En el sistema solo existe la fuerza de gravedad.
- Por la forma de ambos cuerpos y además de que la fricción es menor al peso del objeto.

- .
- Si, tomamos que ambos son puestos desde la mitad pues se puede afirmar que ninguno podría subir hasta la parte más alta de la plataforma, ya que por el cilindro este no podría y iría directo a la base más baja y el bicono podría subir un poco pero no del todo a la parte más alta de la plataforma.
- Tras tener una menor apertura el plano inclinado, estos pueden pasar de la parte menor a la parte mayor sin aplicar una segunda fuerza.
- Porque la única fuerza que actúa sobre los objetos es la de su peso, tendría que existir alguna fuerza que contrarreste a esta.

Respuestas abiertas Pre Test - Grupo B

Pregunta 14: ¿Qué crees que sucede al colocar el cilindro desde la parte media del plano inclinado?

- Porque la gravedad actúa sobre su centro de masa.
- Porque hay un ángulo de inclinación y por gravedad.
- La aceleración de la gravedad fuerza al cilindro a desplazarse hacia la parte más baja.
- Porque la gravedad hace que el objeto se desplace hacia abajo.
- El centro de masa del cilindro está por encima del plano inclinado, por lo que puede desplazarse por acción de la gravedad.
- Debido a que incluso desde la parte media del plano existe una inclinación hacia la parte más baja, esta inclinación produce que el cilindro se desplace por gravedad, viéndose solo afectado por la fricción.
- Al haber un plano más inclinado, se sugiere que se necesite más energía para mantenerse ahí. Debido a la gravedad y a la forma del sistema, el cilindro será atraído hacia la parte menos inclinada.
- Porque la fuerza de gravedad del cilindro y el plano inclinado ayudan a que este se desplace.
- Dado que está en un plano inclinado.
- Debido a que la gravedad lo atrae hacia el lugar de menor altura y no hay fuerza suficiente que pueda contrarrestar la gravedad.
- Debido a la inclinación y la posición que se le dio.
- Porque es una superficie lisa que no cuenta con una fuerza u obstáculo que se oponga a la gravedad.
- Por la gravedad, que hará que el cilindro se deslice hacia la parte con menor altura.
- Si no consideramos la fricción en el punto medio del plano inclinado, el cilindro, afectado por la gravedad, se moverá hacia abajo, es decir, al lado B.
- Porque en la parte más baja del plano inclinado el sistema llega a su nivel de menor energía.
- Porque la gravedad hace efecto sobre el cilindro y la fricción no es suficiente para detenerlo en un solo lugar.

- Porque el plano está inclinado.
- Debido a la acción de la gravedad.
- Por la inclinación del plano.
- Porque la gravedad lo "jala" hacia abajo, pero el plano impide que baje completamente y solo le permite moverse al lado de menor altura.
- Por su forma y posición, la cual hace que ruede por la acción de la gravedad.
- Se mantiene en el mismo lugar ya que el cilindro se considera que tiene el mismo peso en todo el cuerpo, entonces eso hace que tenga un equilibrio y no le afecta la inclinación del plano.
- Por la inclinación que tiene (pendiente), por lo tanto irá en la misma dirección de la pendiente.
- Por la inclinación y la forma del objeto.
- Por ser un cilindro que no es plano, se resbala.
- Por la acción de la gravedad, cae.
- Debido a la energía potencial del cilindro, se moverá hacia la dirección de las fuerzas del peso.
- Porque el objeto tiende a caer y, por su forma cilíndrica, rueda.
- Por acción de gravedad y la forma del cilindro que le permite rotar y desplazarse sobre el plano inclinado.
- Por acción de la gravedad.
- Debido a la inclinación del plano y la fuerza de gravedad.
- Por la rotación del objeto.
- Por la gravedad e inclinación y porque no hay nada que lo detenga.
- Por su forma geométrica, rodará y caerá por efecto gravitatorio.

Pregunta 15: ¿Qué crees que sucede al colocar el bicono desde la parte media del plano inclinado?

- Depende de su centro de masa.
- Por su distribución del peso.
- La aceleración de la gravedad fuerza al bicono a desplazarse a la parte más baja.
- Porque no tiene un centro de balance lo suficientemente grueso para que ruede de manera recta.
- Porque el centro de masa está a la misma altura que el plano inclinado, por lo que no se puede desplazar por acción de la gravedad.
- Debido a la inclinación del plano, se desplazará hasta la parte de menor altura, a no ser que en algún momento se llegue a .^atorarçon la parte de las bases de los conos.
- Sucederá lo mismo, debido a que los soportes que realizan la inclinación forman una rampa por la cual casi cualquier objeto (que no tenga adherencia o propiedades antideslizantes) tenderá a deslizarse.

- Por la forma del bicono, ya que al llegar a la parte baja del plano su forma hace que regrese.
- Debido a que está en un plano inclinado, como el cilindro.
- Debido a que la gravedad lo atrae hacia el lugar de menor altura y no hay fuerza suficiente que pueda contrarrestar la gravedad.
- El bicono es un objeto con forma de doble cono, y cuando se coloca en un plano inclinado especial con rieles divergentes (separados progresivamente), se observa un fenómeno curioso: parece rodar cuesta arriba".
- Por la manera en que está colocado el plano, no interfiere la base más ancha del bicono, por lo que solo cae.
- Pasará lo mismo que con el cilindro.
- Al igual que la pregunta anterior, el bicono se moverá hacia abajo porque está afectado por la gravedad.
- El mismo argumento que el cilindro: a una menor altura en el sistema debería tener su mínima energía, y el bicono debería desplazarse hacia ese lado.
- Sucede lo mismo que con el cilindro.
- Por el diseño que tiene.
- Porque la gravedad lo "jala" hacia abajo, pero el plano "impide" que baje completamente y solo le permite moverse al lado de menor altura.
- Si considero que el bicono es ideal, este actuará exactamente igual que el cilindro.
- Por la forma del bicono, que hace que se deslice hacia abajo o hacia el lado de menor altura, ya que sostiene más peso en el centro del cuerpo que en los laterales, lo cual genera una fuerza que lo impulsa a deslizarse hacia abajo.
- Por la pendiente del plano.
- Por la inclinación y la forma del objeto.
- Es un bicono de forma cilíndrica, por lo que se desplaza.
- De igual forma, por acción de la gravedad cae.
- Por la conservación de energía entre la forma del bicono y la gravedad.
- Porque el objeto tiende a caer y, por su forma cónica, rueda.
- Por la misma razón, el movimiento es similar hasta donde su volumen le permita moverse sin chocar y afectar su trayectoria.
- Porque el centro de masa contrarresta la fuerza de gravedad.
- Debido a la inclinación del plano y la fuerza de gravedad.
- Lo mismo que la respuesta anterior.
- Porque primero se desplazará al lado de menor altura, pero al llegar al final de este, chocará con el centro y, por la ley de Newton, se moverá ahora hacia el lado de mayor altura.
- Por su forma geométrica, no caerá como el cilindro. Me parece que oscilará, siendo el pivote una de sus puntas.

Pregunta 16: ¿Es posible que el cilindro o bicono se desplace hacia la parte de mayor altura sin fuerza externa?

- Para el bicono, la fuerza de gravedad actúa en su centro de masa, y si se ensanchan los rieles al subir, entonces está descendiendo su centro de masa. Para el cilindro, sí es necesario aplicar una fuerza.
- Por su forma.
- No, porque no hay una fuerza en el sistema que venza a la del peso.
- Porque la gravedad solo atrae hacia abajo, y como el plano desciende, el objeto también baja automáticamente.
- Porque en ambos objetos el centro de masa no favorece que se desplacen hacia la parte de mayor altura por acción de la gravedad.
- Es necesaria la intervención de una fuerza externa.
- Debido a que la gravedad los atrae hacia abajo, sin una fuerza externa que contrarreste la gravedad no pueden subir.
- Porque tendría que oponerse a la fuerza de gravedad, y esta oposición debe ser mayor, por lo tanto, debe existir una fuerza externa; de no ser así, siempre serán atraídos hacia abajo.
- Porque la gravedad no ayuda; por la forma de ambos, siempre irán hacia abajo.
- Dado que por el plano inclinado solo pueden bajar hacia el lado de menor altura, necesitan una fuerza externa para ir hacia el lado mayor.
- Debido a que la única fuerza que actúa sobre los objetos es la gravedad, esta los atrae hacia la parte de menor altura y no hay otra fuerza que los lleve hacia la parte de mayor altura.
- El bicono puede, en ciertas condiciones, desplazarse desde la parte de menor altura hacia la parte de mayor altura sin la intervención de una fuerza externa, debido a un fenómeno interesante conocido como efecto de bicono. El cilindro, por otro lado, no puede desplazarse de esa manera por sí mismo.
- Se requiere aplicar algo que haga al objeto oponerse a la fuerza de gravedad existente.
- Si no hay ninguna fuerza externa, la única fuerza que actuará sobre el sistema será la gravedad, impidiendo que puedan subir a la parte más alta del plano.
- No se puede, ya que si no hay una fuerza externa que provoque el movimiento hacia una mayor altura, el objeto permanecerá en reposo. Según la primera ley de Newton, todo cuerpo permanece en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme a menos que una fuerza externa lo obligue a cambiar.
- Porque la gravedad es la única fuerza presente en cada objeto y es responsable de desplazarlos al estado de mínima energía del sistema.
- Porque la gravedad los sigue empujando en dirección a la parte de menor altura.
- Gravedad.
- Esto se debe a que, al tener un ángulo, la acción de la gravedad los "jala" hacia abajo.
- Considerando el material y la inclinación de la superficie, no es posible que se desplacen hacia la parte más inclinada sin ayuda externa.

- Por la conservación de la energía: un objeto no puede alcanzar una altura mayor a la inicial a menos que una fuerza externa le proporcione la energía necesaria para lograrlo.
- Considerando que ninguna fuerza actúa, no sería posible que se movieran, ya que sin interacción, por las leyes de inercia, no deberían moverse.
- No, porque en un plano inclinado, para que algo se mueva de abajo hacia arriba, siempre se debe aplicar una fuerza, aunque sea mínima.
- Por la forma que tienen y la inclinación que posee el plano.
- La inclinación impide que el objeto suba sin una fuerza externa.
- Por ser formas cilíndricas, se desplazan hacia abajo.
- Los objetos están sometidos a la acción de la gravedad en todo momento; esta es la fuerza que los impulsa hacia abajo. Si no hay una fuerza que lo contrarreste, es imposible que suban.
- Por la forma del bicono, este tiende a buscar un nivel de energía estable, lo cual implica avanzar hacia arriba liberando energía potencial.
- Porque los objetos caen por la fuerza de gravedad, no suben.
- Por acción de la gravedad, ninguno tiene la posibilidad, por sí solo y sin una fuerza externa, de moverse hacia arriba o modificar su trayectoria.
- Porque la gravedad siempre tira hacia abajo.
- Debido a la inclinación del plano y la fuerza de gravedad.
- Por la rotación del objeto.
- Por la forma del bicono.
- Porque al no haber ninguna fuerza externa, el centro de masa permanece estático.

Respuestas abiertas Post Test - Grupo A

Pregunta 14: ¿Qué crees que sucede al colocar el cilindro desde la parte media del plano inclinado?

- Al encontrarse en un plano inclinado la fuerza de la gravedad hará que se deslice por el plano inclinado debido a una de las componentes de su peso.
- La gravedad lo hace caer por la pendiente del plano inclinado.
- Debido a la gravedad y a la casi nula fricción Además del peso del objeto.
- Debido a que la fuerza de gravedad lleva el cilindro hacia el lado con menos altura
- Esto sucede debido a que la gravedad ejerce una fuerza sobre el cilindro que lo hace rodar hacia abajo hacia el lado de menor altura del plano inclinado.
- La gravedad lo haría deslizarse.
- El cilindro robará a la parte más baja por acción de la gravedad y por el hecho de que el plano está inclinado.

- Es al colocar el cilindro en el plano inclinado el cilindro se mueve a la región de menor altura debido al ángulo formado entre el plano y el suelo generando un movimiento acelerado en la región de menor altura.
- Debido a la naturaleza propiedades propiedades del plano inclinado sabemos que presentará una aceleración lo hará que se desplace al lado de menor altura.
- Dado que es una superficie que permite su deslizamiento y por la fuerza del peso este se deslizará hacia abajo.
- Al cilindro tener un centro de masas situado en el punto medio del círculo de su base entonces este se sentirá atraído al punto de menor altura del plano por la fuerza de gravedad.
- Debido a la fuerza gravitacional sobre el cilindro o más bien sobre el centro de masa del cilindro este rodará hasta el lado de menor altura.
- Se cae debido a que en el sistema no hay fuerzas externas además de la gravedad por lo que el propio peso de la figura el que la empuja hacia abajo el lado de menor altura.
- Ya que es igual su forma y su trayectoria va hacia el lado donde hay menos altura.
- Es un plano inclinado teniendo el cilindro con masa homogénea distribuida en todas sus dimensiones debido a los efectos de la gravedad.
- Debido a la gravedad hace que se mueva hacia abajo en parte debido a que su centro de masa y la forma hace que se incline a el lado menor.
- Porque su centro de masa se ubica en el centro del cilindro y lo hace robar al punto más bajo.
- Se desplace hacia el lado menor y por la fuerza de gravedad que lo lleva hacia el plano más bajo.
- Debido a que el centro de masa se encuentra inclinado en el sistema este partirá desde el reposo hasta llegar a la parte más baja debido a que está siendo acelerado por una componente de la gravedad.
- Debido a que es un objeto simétrico tridimensional su centro de masas se encuentra justamente en el centro del objeto además la fuerza externa de la gravedad hace que el cilindro nivele todo el objeto Por lo cual hace que la parte se desplace del menor lado al mayor lado de altura.
- Por la naturaleza del plano inclinado y la forma común del cilindro.
- Por la forma que tiene y cómo actúa el peso.
- Este es atraído por la gravedad y este siempre irá hacia abajo no importa la posición
- al encontrarse en un plano debido a la fuerza de su peso se desliza hacia abajo debido a la gravedad.
- Al soltar el bicono los extremos de la figura giran más que el centro y eso hace que pueda subir hasta arriba.
- Por la fuerza de gravedad.
- Las únicas fuerzas que interactúan son la normal y el peso y como es un plano inclinado el objeto se dirigirá al lado de menor altura.

- El cilindro al tener una superficie lisa y uniforme se puede representar que al tener un lado alto y otro bajo en la superficie este gracias a la fuerza de gravedad deberá bajar hasta el lado de menor altura del plano.
- Por la f de la masa gravedad.
- Por el efecto del peso sobre el cuerpo el cual actúa hacia la parte de menor altura.
- Por el peso este se va al lado de menor altura del plano.
- Esto debido a la misma gravedad y su centro de masa.
- La única fuerza que actúa es la de su peso.
- Por su peso actúa moviéndose hacia el lado de inclinación.
- El cilindro como tiene una forma regular cuando se pone en la parte del medio tiende desplazarse hacia el lado de menor altura aparte de que influye la fuerza de gravedad.
- Ya que el plano está inclinado un cilindro es una figura regular y afectado por la gravedad descenderá hacia el punto más bajo del plano inclinado.
- Porque el cilindro tiene una masa Por tanto la fuerza de gravedad actúa haciéndose que caiga es decir tendrá un desplazamiento hacia el lado de menor altura.
- Debido a la inclinación del plano y la fuerza de gravedad este caerá hacia el lado de menor altura.
- Seguirá ese movimiento por la gravedad.
- Debido a que la fuerza de gravedad siempre actúa hacia abajo y en planos inclinados tiene componente X y Y como consecuencia la fg hace desplazar el cilindro hacia la dirección que esta realiza trabajo.
- Yo pienso que se inclinará hacia donde hay menos altura ya que su masa se debe inclinar ahí debido a la gravedad.
- Por la fuerza de gravedad ya que lo atrae.
- Esto sucede por el peso del objeto y la dirección de la fuerza normal.
- La gravedad siempre va a mover el cilindro hacia el punto más pequeño debido a su forma.
- Por el peso del objeto la gravedad hace que se mueva sobre el plano inclinado.
- Por su centro de masa.
- Por la fuerza de gravedad que ejerce en el cilindro inherentemente caerá a la altura menor del plano.
- Gira hacia abajo por la gravedad.
- La gravedad actúa sobre el sistema suministrando energía al sistema haciendo que el cilindro baje a su vez en un plano inclinado la gravedad tirará de él en sus componentes X Y .
- Se desplaza debido al peso del cilindro.
- Se ve afectado por su peso.
- Por su masa y su energía potencial.
- Porque el peso es la única fuerza ejercida en el sistema y esta mueve el objeto hacia abajo.

Pregunta 15: ¿Qué crees que sucede al colocar el bicono desde la parte media del plano inclinado?

- Porque el peso debería moverlo hacia abajo.
- Debido a su masa y a la acción de la gravedad.
- Por su centro de masa.
- Porque así dijo el profe.
- Bueno analizando la forma del bicono se puede notar que su centro de masa está en el centro además el ángulo en ese punto es poco y genera en sus dos lados una diferencia de energías potenciales en su altura Esa diferencia de alturas genera un desplazamiento hacia arriba su forma y masa influyen a diferencias en su comportamiento generando más energía potencial más de un lado que del otro .
- Lo que hace el bicono es caer hacia arriba por la naturaleza de su forma.
- Porque el bicono impide que se desplace totalmente hacia el lado menor haciendo Que suba por el rebote en el plano y después sube hacia el lado mayor así hasta que no tenga energía.
- Por el centro de masa.
- Por la fuerza de atracción gravitatoria.
- El centro de masa hace su movimiento gracias a la gravedad.
- Sucede lo mismo que en el cilindro la dirección de la fuerza normal y la gravedad hace que el bicono se mueva hacia el lado de menor altura.
- Por su centro de masa.
- Porque se desplaza su centro de masa hacia el lado mayor.
- Por la misma situación que la anterior la gravedad siempre atrae hacia abajo sin embargo el desplazamiento hacia la parte de menor altura depende del grado de inclinación del plano.
- Seguirá ese movimiento por la gravedad.
- Debido a la misma razón fuerza de gravedad el bicono caerá hacia el lado de menor altura ya que está inclinado.
- Siempre que la inclinación no sea mucha por la forma del sistema y del bicono.
- Yo creo que un bicono actúa de una forma similar al cilindro ya que las dos están en un sistema con inclinación Por lo cual al dejar caer el cilindro le afecta la gravedad.
- Lo mismo que en el otro ejercicio es por su peso.
- El bicono gracias a su forma es capaz de oscilar de un lado a otro esto es posible gracias a su forma.
- Lo vi en un experimento Supongo que es por su centro de masa Ya que en un cono está ligeramente más cercano a su base.
- Esto creo que es por su forma y su centro de masa.
- Se va a ir a la parte superior por el centro de masa equilibrando la energía cinética por cómo está arriba la energía lo hará rotar pero como es inversa lo hará moverse hacia arriba.

- De la conservación de la energía no tendría sentido que subiera al menos usando energías.
- Debido a su forma y peso sube y por su inercia.
- En la parte del bicono este debería oscilar de un lugar a otro ya que al no tener una superficie uniforme su forma lo obliga a bajar y subir de tal manera que no llega ni al punto más bajo ni al más alto
- Mi suposición es que el centro de masa se encuentra fuera del objeto y eso hace que su peso genere una fuerza que lo desplaza al lado de mayor altura
- Por el peso y su forma
- Los extremos giran con más velocidad y eso hace que llegue hasta arriba
- Debido al centro de masa
- Este igual es atraído por la fuerza de gravedad solamente cambiará su desplazamiento por la forma tamaño y peso de cada objeto
- Al existir las fuerzas del peso y la forma del bicono genera una fuerza de la dirección contraria es decir lo ayuda el peso
- Por la forma particular del bicono su centro de masa influye
- De la misma manera que el cilindro el picono al ser un objeto tridimensional simétrico su centro de masa se encuentra en el centro del objeto lo cual hace que todo el objeto experimente las fuerzas externas gravedad lo que hace que el objeto se desplace desde el lado de menor altura hasta el de mayor altura
- Debido a que el centro de masa del bicono se encuentra sobre un plano inclinado este partirá desde el reposo hasta llegar a la parte más baja debido a que se acelera por una componente de la gravedad
- Pasa igual que con el cilindro la fuerza de gravedad lo atrae hacia el punto más bajo
- Por la posición y forma del centro de masa que lo acelera poco a poco Buscando el punto de menor altura
- Al tener su centro de gravedad en diferente lugar el cilindro Esto hace que convierta el plano inclinado en inverso pues acelera el centro de masa y lo desplaza al lado de mayor altura
- El bicono hace que el centro de masa esté más abajo que en la parte más alta y la gravedad acelera al punto de menor energía potencial
- Por el centro de masa y la forma del bicono
- El bicono debido a su eje se “eleva” hacia la zona donde la base está más separada sin embargo el centro de masa desciende
- De igual manera acelera por efecto de la fuerza gravitacional pero desplazándose hacia arriba lo alto del plano
- Como el bicono posee una disposición diferente a lo usual siendo una figura más compleja este encontrará su centro de masa en un punto de mayor altura
- Debido a la forma de su centro de masa al crear movimiento que busca de forma errónea el punto de menor energía potencial

- Por la conservación de la energía me llegaría la idea de que el bicono podría oscilar
- Porque el bicono comienza a descender en el plano a la región de menor altura por la inclinación formada en el plano
- Se desplaza de esa forma por la inclinación del plano y por acción de la gravedad
- Por la posición de los centros de masa del sistema en su conjunto
- Yo creo que es por su forma del bicono porque el centro de masa del bicono se encuentra en el punto medio de las vértices de los dos conos
- Debido a que el centro de masa del bicono lo llevará hacia el lado de mayor altura
- Por la gravedad el peso del objeto y la muy baja fricción que hay
- Por las pendientes del plano el centro de masa y la forma de las dos tablas el centro de masa baja Aunque parezca que el cuerpo sube
- Por la forma del bicono el objeto no se puede desplazar hacia abajo como en el cilindro

Pregunta 16: ¿Es posible que el cilindro o bicono se desplace hacia la parte de mayor altura sin fuerza externa?

- La fuerza de gravedad iría hacia el lado contrario del bicono por lo que no sería posible que este suba
- Puede que su centro de masa y por los extremos lo jale pero no sé
- Debido a la componente de la fuerza de gravedad en la misma dirección que el plano inclinado los objetos terminan deslizándose hacia abajo Aunque al afirmar esto suponemos que la fuerza de fricción es casi despreciable luego para elevar la altura de los objetos en el plano se necesita de una fuerza externa que logre vencer a la fuerza de gravedad
- Me parece que solo el bicono podría hacerlo gracias a su centro de masa porque en realidad su centro de masa está descendiendo
- El cuerpo necesita de una fuerza para poder desplazarse
- Ninguno de los dos objetos puede subir por su forma y las razones ya dadas en las preguntas anteriores
- Porque su centro de masa está descendiendo y no requiere fuerza adicional a excepción de la gravedad
- Por la influencia de la gravedad en el sistema
- Debido a su centro de masa
- Si solo si el plano o el terreno donde se tire fuera más alto en la parte baja baja el plano siendo que la parte alta sea la baja sino entonces no habría manera
- La única figura que puede subir por sí sola es el bicono por cómo está hecho podría decirse que cae al revés por otro lado el cilindro lo único que puede hacer es caer
- Al no haber fuerzas externas sin gravedad el sistema se quedará en reposo debido a que no habrá ninguna fuerza que suministre energía al sistema
- Debido a su centro de masa

- Por la energía potencial de su centro de masa
- Considero que se requiere de una fuerza adicional para poder mover el bicono en contra de la gravedad
- Porque el peso es la única fuerza en el sistema y esta mueve ambos objetos hacia abajo. Además para que los objetos suban requerirían una energía de la que ya tienen en su punto de inicio energía que obtendrían con la ayuda de una fuerza externa
- Por segunda ley de Newton un objeto no puede cambiar su estado o dirección hasta que se le aplique una fuerza
- Si el plano y el observador están sobre una superficie inclinada del lado contrario ambos parecerían subir
- Debido a las formas de los objetos y la distribución de estas
- Debido a la distinta forma del objeto y la distinta distribución de la masa
- La ley de conservación Establece que la energía total de un sistema se mantiene constante y no aumenta sin una fuerza externa no puede desplazarse sin que haya una fuerza externa ni hacia arriba ni hacia abajo
- Por la configuración del sistema solo el icono
- Sucede por el mismo hecho que las respuestas 12 y 13
- Porque debe haber una fuerza externa que contrarreste a la gravedad que permita dicho movimiento hacia la parte de mayor altura
- En el cilindro no pasaría que regresaría pero en el bicono podría hacerlo tal vez por su forma etcétera
- Para el cilindro no tiene una fuerza externa y debido a su forma irá hacia abajo sin una fuerza externa no podría para el bicono por la explicación 13 este por sí solo ya tiende a ir hacia la parte de mayor altura
- Mientras que por la forma convencional del cilindro este se vería arrastrado por la fuerza de gravedad el bicono buscaría su equilibrio o centro de masa en el punto más alto del sistema
- Por lo mismo explicado anteriormente
- El cilindro no se eleva pues su forma hace que a diferencia del bicono caiga
- Es debido a su centro de masa que para el bicono sería bajar del lado de mayor altura
- En el primer caso del cilindro notamos que por su distribución de masa y centro de masa y por acción de la gravedad caerá se deslizará hacia abajo en el segundo caso del bicono notamos dada su distribución de masa y centro de masa hace que este en la parte más alta lo cual hace que la gravedad acelere al punto de menor energía potencial
- Haciendo referencia a la respuesta anterior únicamente el icono subirá debido a su centro de masa al contrario el cilindro tendrá que ir al lado de menor altura. Por su forma y por la posición del centro de masa
- Por la posición de los centros de masa en cada cuerpo
- No ya que forzosamente se necesita de otra fuerza para desplazar el objeto

- Debido a que ninguna fuerza realiza un trabajo sobre el cilindro o el icono este no cambiará su estado de movimiento y se mantendrán en la parte de menor altura Además de que su energía mecánica no es lo suficientemente para modificar su trayectoria y permitirse que llegue a la parte de mayor altura
- Debido a la ley de Inercia de Newton donde dice que todo objeto tiende a estar en reposo hasta que se genera movimiento considerando la gravedad es esto mismo la cual está incluida en el sistema de energía no se necesita otra fuerza externa además de la gravedad para hacer que tanto el cilindro como el bicono se desplacen de la parte de menor a mayor altura ya que considerando la energía cinética y potencial de un objeto no necesitan de una fuerza externa para el movimiento y cambio de estas
- Por la forma de ambos y su comportamiento Respecto a los centros de masa
- Como en la explicación anterior el bicono Por su forma el peso lo impulsa hacia adelante
- Mencionado anteriormente respecto a la forma el objeto es la trayectoria que este se moverá ambos solamente con la gravedad serán movidos pero su trayectoria Será muy diferente
- Debido a su centro de masa O sea a la forma diferente de los objetos en el mismo plano
- No creo que se quedaría suspendido por la falta de una fuerza que le permita estar en contacto con la madera
- Gravedad
- Debido al centro de masa del bicono este será el único capaz de subir Ya que su peso generará una fuerza que tire de él hacia el lado de mayor altura
- En la parte del cilindro no podría tener opción de subir debido a su forma y su superficie en cambio al bicono este sí podría subir desde la parte más baja hacia la más alta esto debido a la gravedad y teniendo en cuenta la estructura ancha e irregular del centro a las orillas del bicono
- El cilindro al ser recto tenderá a ir hacia abajo
- Por la justificación anterior relacionada a la conservación de la energía
- Se va a ir contra la gravedad por el centro de masa cuando tienes el centro de masa este se va a mover hacia arriba porque cuando forman
- Tal vez sí se ve desde otra perspectiva puede que vaya para arriba o rebote Pero todo es cuestión de perspectiva
- Lo vi en un experimento Supongo que es por el centro de masa
- El bicono sí es capaz de subir de la parte de menor altura hacia la parte de mayor altura ya que después de un tiempo oscilando obtendrá la fuerza necesaria para subir sin la necesidad de alguna fuerza externa
- Con la ausencia de una fuerza externa sería imposible
- Sin una fuerza que sea externa al cilindro bicono que sea opuesta a la gravedad estos dos objetos seguirán bajando a la parte de menor altura con respecto a nuestra referencia que del plano inclinado
- Por la forma del sistema el lado El lado angosto dará más fuerza al icono para que pueda regresar y así sucesivamente

Respuestas abiertas Post Test - Grupo B

Pregunta 14: ¿Qué crees que sucede al colocar el cilindro desde la parte media del plano inclinado?

- El centro de masa se encuentra en la parte central del cilindro Entonces al colocarlo sobre el plano este se desplaza hasta la parte con menor altura.
- Porque como sus lados son iguales va a rodar hacia abajo.
- Es natural que para ganar velocidad pierda altura.
- Por la forma cilíndrica que tiene y la pendiente inclinación que posee el plano.
- Se desplaza hacia abajo por su forma más regular.
- El centro está en los puntos lo que hace que busque.
- La gravedad lo atrae.
- Porque el centro de masa se desplaza hacia el punto más bajo por la gravedad se desplaza porque el peso del objeto más la forma del cilindro hace que ruede a la zona de menor altura.
- Dado que tiene una forma recta su centro Además está justo en medio por lo tanto la gravedad hace que caiga normal sobre el plano inclinado.
- Cae por la gravedad hacia la parte baja.
- Debido a que la única fuerza que actúa sobre él es la gravedad y está hace que el cilindro baje como si estuviera en una rampa.
- Por la forma del cilindro y la gravedad el centro de masa del cilindro sigue la trayectoria del plano inclinado hacia abajo.
- Por su forma hace que caiga.
- Como la distribución de la masa está concentrada en un punto simétrico la figura empieza a bajar por acción de la gravedad.
- Debido a que toda la masa del cilindro se encuentra por encima del plano Así que se desliza en dirección del lado de menor altura del plano.
- Ya que busca bajar por acción de la gravedad.
- El cilindro tiene menor energía potencial en el lado de menor altura.
- Porque el centro de masa del cilindro se encuentra a la mitad de este por lo tanto bajará.
- Cae por la energía que conserva.
- Se desplaza hacia el lado de menor altura del plano ya que al ser un cilindro con unidades simétricas entre sus lados y el centro de masa actúa proporcionando una energía cinética en sentido a la gravedad del plano inclinado.
- Tiende a bajar debido a su forma regular Aunque depende del ángulo de inclinación y la fuerza de gravedad por lo que tiende a bajar hacia el lado de menor altura.
- La gravedad atrae al cilindro hacia abajo y su forma permite que se desplace por el plano inclinado.

- Al ser una figura de forma cilíndrica su peso hace que ésta se desplace hacia abajo del plano.
- Porque la única fuerza que es la gravitacional. Además de que todo el sistema en total tomando sus centros de masa.
- Pienso que el centro de masa del doble cono se encuentra en un borde del centro por lo que su peso es atraído hacia ese lugar.
- Baja por la fuerza de gravedad.
- Por su forma y por gravedad.
- El cilindro baja por la fuerza de gravedad en dirección a la pendiente.
- El cilindro se desplaza hacia el lado de menor altura del plano porque está influenciado por la gravedad lo que genera que se desplace hacia el lado con menor altura además de la concentración de la masa.
- Por la forma hace que tienda hacia abajo.
- Vemos que el cilindro al hallarse sobre un plano inclinado y suponiendo la fricción entre el plano y el cilindro como despreciable entonces podemos suponer que no existe fuerza que el equilibrio la componente del peso del cilindro tangente al plano inclinado. Así que el cilindro caerá.
- Esto sucede ya que intercepta la fuerza de gravedad y esto actúa siempre hacia abajo pero cuando hay un plano inclinado esa fuerza se descompone en dos componentes el perpendicular y el Paralelo.
- Bajará hasta la parte donde se asemeje más al cono y luego subirá.

Pregunta 15: ¿Qué crees que sucede al colocar el bicono desde la parte media del plano inclinado?

- Esto se debe al centro de masa y a la forma del bicono hablando desde la punta del cono hasta el centro que tiene más diámetro mientras menor sea la energía potencial con más velocidad subirá por un aumento de energía cinética.
- Esto es un efecto contraintuitivo ya que el centro de masa del bicono está bajando. Aunque el cuerpo se desplace hacia arriba visualmente.
- Podemos notar que por la forma del bicono y la forma del riel el centro de masa del bicono no cambia de altura en ningún punto sobre el riel luego podemos pensar que si el bicono se coloca en el extremo de mayor altura se desplazará hacia el lado contrario sin embargo si se coloca en el extremo de menor altura se regresará un poco hacia el lado de mayor altura y empezará a oscilar. Pues bien Por lo anterior pienso que dependiendo de la posición en la que se coloque el bicono sobre el riel este oscilará de su posición inicial al extremo de menor altura y viceversa esto ya que la energía mecánica se conserva.
- De acuerdo a lo observado la figura tiende a ir hacia arriba por el centro de masa de la figura la forma conserva la masa hace que sea más fácil desplazarse por el plano.
- Al realizar el experimento el bicono se desplaza hacia el lado mayor altura por la concentración de la masa además por la influencia de la gravedad. A mi parecer es por el volumen que tiene el cuerpo.
- Debido al centro de masa el bicono subirá ya que su centro de masa baja con respecto al plano en una altura más alta su centro de masa está más abajo que en una altura más pequeña.

- Por su forma y la distribución de su masa.
- Por el centro de masa del bicono.
- Pensé que era al revés las justificaciones están al revés pero el cilindro baja debido a que su centro de gravedad es más central y este no incluye tanto como en el del bicono.
- Lo hicimos experimentalmente y por lo visto lo que genera este movimiento es dentro de masa.
- Al ser una figura tridimensional su fuerza de masa se concentra y esta hace que suba por la rampa.
- Por la forma del bicono.
- Sube debido a la distribución de su masa que está en la parte del centro por lo tanto sube hacia la parte de menor altura.
- Se desplaza hacia el lado de mayor altura del plano ya que su energía en función con la gravedad e inclinación del plano es proporcional su centro de masa genera que exista una atracción hacia el punto alto del plano.
- Fue lo que observamos experimentalmente.
- Porque el centro de masa del bicono se encuentra en la parte baja del mismo haciendo que este suba.
- El bicono tiene menor energía potencial cuando se desplaza A la parte con mayor altura.
- Para la situación que su centro de masa está muy baja Entonces sube.
- Debido a que gran parte del bicono se encuentra por debajo del plano y su forma le favorecen para rotar por acción de la gravedad en dirección del lado de menor altura.
- Busca una forma de equilibrar la figura desde su centro de masa Y a medida que el plano se va abriendo la figura se acomoda.
- Ya que un cono tiene una forma que tenga un movimiento distinto al cilindro al juntar las dos conos hace que su movimiento lo lleve a la parte superior.
- Por la forma del bicono este puede desplazarse por el plano inclinado pero debido a la posición del centro de masa del icono la figura se desplaza hacia la parte de mayor altura.
- El bicono intenta encontrar un punto de equilibrio el cual está hasta en la parte más alta del sistema y aunque lo afecte la gravedad Esta no es suficiente para que el cilindro se desplaza a la parte de menor altura.
- Puesto que su centro de masa se encuentra en las puntas este tiende a mantenerse en equilibrio este punto se encuentra en la cima.
- Dado que su forma no es recta a su centro de masa hace que el bicono se desplace al lado contrario del plano inclinado.
- Para esto se imagina dos triángulos rectángulos si quieren Formar un rectángulo deben coincidir eso mismo pasa con el icono debe subir para alcanzar el punto óptimo de hecho si sigue subiendo en algún punto este se detendrá.
- Porque el centro de masa sigue bajando pero por la forma del bicono la manera de bajar Es para arriba.

- La gravedad actúa sobre su centro de masa y por la forma de la estructura sube.
- Pues la gravedad hace que baje hacia el lado con menos altura.
- Se desplaza hacia la mayor altura gracias a su forma y centro de masa como si el cono se deslizara a sus extremos más bajos.
- Sucede por la forma icónica que puse el objeto dicha forma hace que se desplace hacia arriba.
- Pienso que debería irse al lado de menor altura para así ganar velocidad y desplazarse.
- Porque la forma de sus lados y ya que tiene forma de cono al colocarlo en la parte media Al subir es como si el centro de masa bajara.
- Debido a que el plano se va abriendo a medida que la altura aumenta el punto de masa del icono igual cambia de posición provocando que la figura se vaya estabilizando y a su vez está suba por el plano.

Pregunta 16: ¿Es posible que el cilindro o bicono se desplace hacia la parte de mayor altura sin fuerza externa?

- Por lo contestado en los anteriores incisos el cilindro se irá hacia abajo y el bicono se irá hacia arriba.
- Por las mismas dos razones que las dos preguntas anteriores.
- El sistema plano bicono tiene un mismo centro de masa. Este centro de masa se comportará de manera natural aunque a simple vista parezca que no lo hiciera.
- Por la forma del plano, el cilindro se desplazará hacia la parte de menor altura, pero con el bicono, si lo colocas en la parte de menor altura se quedará estático, pero si lo pones a la mitad, este subirá sin ninguna fuerza gracias a la forma bicónica que posee.
- Ya que tiene que ver con su forma y centro de masa, no con una fuerza externa.
- Creo que puede ser por el centro de masa.
- Porque la gravedad actúa en su centro de masa y, al no ser una estructura perpendicular, el bicono va a subir hasta estar equilibrado.
- Por la forma del bicono, la manera de que la forma central del cuerpo cae es subiendo, ya que la forma del bicono permite que su masa baje al subir.
- Cuando usamos el bicono este sube, pero cuando usamos el cilindro este baja. Si el bicono obtiene su altura máxima, el cilindro actuará de forma opuesta, haciendo que en algún punto estos dos se queden quietos.
- El cilindro no, porque su forma no lo permite. El bicono lo puede llegar a hacer por su centro de masa.
- Por sus centros de masa tenderá a subir.
- El cilindro solo se desplaza hacia la área de menor altura, ya que para él es como desplazarse en una rampa de dos dimensiones, pero para el bicono es distinto. Las líneas del sistema no son paralelas y lo que hace que no funcione igual a una rampa. El bicono intenta encontrar un equilibrio en el sistema, el cual está en la parte superior del sistema, no en la inferior.
- Por la forma del bicono y la posición de su centro de masa.

- Por su forma y su forma distinta de desplazarse. Un cono al juntarlos hace que este se mueva a la parte superior.
- El mismo centro de masa jala el bicono para llevarlo a un punto de mayor equilibrio.
- Con lo que expliqué anteriormente, el bicono puede ganar aceleración angular a favor de la dirección de mayor altura por acción de la gravedad.
- Ya que el cilindro tiene un reporte de proporcionalmente su centro de masa, no debe subir sino bajar.
- Solo el bicono sube cuando se dirige a la parte más baja del plano.
- Por el lugar en donde se encuentra el centro de masa; mientras que en el cilindro se encuentra en la mitad de este, en el bicono se encuentra en la parte de abajo.
- La geometría del objeto del bicono satisface una energía que con su centro de masa y el ángulo de inclinación genera una atracción y desplazamiento siguiendo el centro de masa del objeto.
- Sí, de hecho, si se sitúan ambos desde la parte superior, es decir, la de mayor altura, podemos notar que dependiendo de su centro de masa tiende a subir hacia la parte de mayor altura, aunque podemos considerar la fricción con la superficie del plano inclinado o su aceleración inicial.
- Solo la forma del bicono permite que este suba. El cilindro solo podría subir si es que una fuerza le da la energía necesaria para subir.
- El bicono se desplaza hacia arriba al verlo en forma experimental. El cilindro baja mientras que el bicono sube por la diferencia de masa.
- Supongo que tiene que ver con su centro de masa. Ya demostrado anteriormente, solo el bicono obedece el desplazamiento inverso al del cilindro.
- Por el centro de masa.
- Cuando el bicono está en el punto más bajo, su centro de masa está arriba del bicono. La gravedad obliga a que el bicono suba para que su centro de masa esté más abajo.
- El bicono puede subir desde la parte media; desde la parte menor, al parecer no.
- Debido al centro de masa. Este es el que se ve afectado por la gravedad y debe de bajar. Por lo mismo, el bicono sube porque su centro de masa baja a mayor altura.
- Esto pasa por la concentración de la masa. El bicono es un cuerpo en un plano tridimensional, algo que no ocurre en un cuerpo cualquiera. La concentración de la masa que tiene el bicono genera que suba y si se encuentra en la parte superior no sube ni baja, se mantiene, al igual que el cilindro pero con menor altura.
- Como lo había mencionado, el cilindro tiene toda la masa sobre el plano, lo que hace que se desplace de igual forma sobre el plano. Sin embargo, el bicono tiene esa forma especial en el plano y gracias a su centro de masa puede desplazarse hacia arriba. Si tuviera otra forma en la que se distribuyera sobre el plano, sería todo lo contrario.
- Por la justificación anterior, es claro que el bicono puede desplazarse hacia el extremo de mayor altura. En realidad, el bicono no sube ni baja, solo se mueve de izquierda a derecha y viceversa.

- Este sube debido a su centro de masa, ya que aunque visualmente este sube, su centro de masa está disminuyendo.
- Sí, debido a que si el bicono tiene menor altura y por lo tanto menor energía potencial, sube con más intensidad.

Bibliografía

- [1] PALOMINO, M. (2017), *PRIMER INFORME DE LABORES Gestión 2016-2020*, Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas https://www.fcfm.buap.mx/assets/docs/nosotros/autoridades/direccion/informes/Informes-2016_2020.zip
- [2] PALOMINO, M. (2019), *TERCER INFORME DE LABORES Gestión 2016-2020*, Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas https://www.fcfm.buap.mx/assets/docs/nosotros/autoridades/direccion/informes/Informes-2016_2020.zip
- [3] PALOMINO, M. (2023), *TERCER INFORME DE LABORES Gestión 2020-2024*, Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas https://www.fcfm.buap.mx/assets/docs/nosotros/autoridades/direccion/informes/3er_Informe_2023.pdf
- [4] PALOMINO, M. (2024), *CUARTO INFORME DE LABORES Gestión 2020-2024*, Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas https://www.fcfm.buap.mx/assets/docs/nosotros/autoridades/direccion/informes/4to_Informe_2024.pdf
- [5] ALCOBA GONZÁLEZ, J.(2012), *La clasificación de los métodos de enseñanza en educación superior.* , Contextos Educativos, 15. Madrid.
- [6] RUIZ ORTEGA, F. J., (2007), *MODELOS DIDÁCTICOS PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES*, Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia), 3(2),41-60.
- [7] GONZÁLEZ VELÁZQUEZ, L. ; GONZÁLEZ VELÁZQUEZ, M^o. (2014) , *EVALUACIÓN DE PARES Y COEVALUACIÓN EN ESTUDIANTES Y DOCENTES UNIVERSITARIOS: UNA EXPERIENCIA FORMATIVA PARA IMPULSAR EL MODELO EDUCATIVO*, International Journal of Developmental and Educational Psychology, vol. 2, núm. 1, pp. 501-507.
- [8] WHITE, D. (2014), *What is STEM education and why is it important?*, Florida Association of Teacher Educators Journal. Volume 14, pp 1-8.
- [9] BARAKOS, L., LUJAN, V., STRANG, C. (2012)., *Science, technology, engineering, mathematics (STEM): Catalyzing change amid the confusion.*, Portsmouth, NH: RMC Research Corporation, Center on Instruction.
- [10] SANTILLÁN, J., CADENA, V. Y CADENA, M. (2019), *Educación Steam: entrada a la sociedad del conocimiento.*, Ciencia Digital, 3(3.4.), 212-227.DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.4.847>
- [11] SALGADO, M., ALSINA, Á. Y FILGUEIRA, S. (2020), *Argumentación matemática a través de actividades STEAM en educación infantil.*, Épsilon - Revista de Educación Matemática, 104, 45-57. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Alsina_Angel/publication/342715363_Argumentacion_matematica_a_traves_de_actividades_STEAM_en_educacion_infantil/links/5f031bbca6fdcc4ca44ea89b/

Argumentacion-matematica-a-traves-de-actividades-STEAM-en-educacion-infantil.pdf

- [12] ALCINA, J. (1982)., *Arte y Antopología.*, Madrid: Alianza.
- [13] HALLIDAY, D., RESNICK, R. Y WALKER, J. (2014), *Fundamental of Physics.*, 10^a edición, Wiley and Sons, Nueva York.
- [14] MARTÍNEZ, C. A. H., RUBIO, J. P. F. (2014)., *Tecnologías de fabricación aditiva. La impresora 3D, antecedentes y funcionamiento.* Ignis, (7), 24-30.
- [15] GIL, A. (2019)., *Las impresoras 3D como herramientas científicas.* Obs Astron la Univ Val, 61(21), 1-8
- [16] CHELSEA SCHELLY, GERALD ANZALONE, BAS WIJNEN, JOSHUA PEARCE.(2019)., *Open-source 3-D printing technologies for education: Bringing additive manufacturing to the classroom.* Journal of Visual Languages and Computing, Elsevier, 2015, 28, pp.226-237. 10.1016/j.jvlc.2015.01.004. hal-02119674.
- [17] KEFALIS, CHRYSOVALANTIS, SKORDOULIS, CONSTANTINE, DRIGAS, ATHANASIOS. (2024)., *The Role of 3D Printing in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (S.T.E.M.) Education in General and Special Schools.*2. 4-18. 10.3991/ijoe.v20i12.48931.
- [18] ADAMS, S., CUMMINS, M., DAVIS, A., FREEMAN, A., HALL, C. Y ANANTHANARAYANAN, V. (2017)., *NMC Horizon Report: 2017 Higher Education Edition.* The New Media Consortium.
- [19] VELASCO, E. G., REVELO, D. A. (2019)., *3D printing: the new industrial revolution.*, I+T+ C- Research, Technology and Science, 1(13), 60–71. Recuperado de: https://revistas.unicomfacauc.edu.co/ojs/index.php/itc/article/view/itc2019_pag_60_71
- [20] HEWITT, P. G. (2007)., *Física conceptual*, 10^a edición, Pearson Educación.
- [21] SEARS, F. W., ZEMANSKY, D. W., FREEDMAN, R. A., YOUNG, H. D. (2018)., *Física Universitaria*, (14a. ed.). Pearson Educación.
- [22] MONTIEL, H. (2015)., *Física general.*, Matanzas, Cuba: Patria.
- [23] KHAN ACADEMY, acceso abril 2025, <https://es.khanacademy.org/>
- [24] BRECGER, K.(S.F.), *The Pseudosphere Uphill Roller* Artículo. Departments of Astronomy and Physics Boston University. Boston, U.S.A.
- [25] CASTRO A., FIGUEROA N., OJEDA A., GONZÁLEZ N., OSUNA C., GÓMEZ A., CAMPOS G., ZAZUETA MOLINAR M.(2022), *Paradoja Mecánica: una Experiencia en la Enseñanza de la Física.*Artículo. Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería, Universidad de Sonora, Navojoa, Sonora, México. Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 16, No. 1.
- [26] FREEDMAN, D. A., PISANI, R., PURVES, R. (2009)., *Estadística* (2^a ed.). Antoni Bosch.
- [27] SIMULACIÓN DE PHET INTERACTIVE SIMULATIONS, UNIVERSITY OF COLORADO BOULDER, BAJO LICENCIA CC- BY-4.0 *Energía en la pista de patinaje* https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park/latest/energy-skate-park_all.html?locale=es
- [28] PACKERANDERSON22. (2022, MARZO 28), *Gravity Defying Ramp (Rolls UPHILL!)*. Thingiverse <https://www.thingiverse.com/thing:5328915#Summary>
- [29] NGONJUAN. (2024, JUNIO 08), *Self Balancing Bird*. Thingiverse <https://www.thingiverse.com/thing:6652740>

- [30] BAMBU STUDIO, acceso abril 2025, <https://bambulab.com/es/download/studio>
- [31] DANIEL, J(2024)., *Recursos Educativos para Cálculo Integral Mediante Impresión 3D: Caso de estudio "Sumas de Riemann"*, Tesis de Licenciatura, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.