



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad de la Educación, el Arte y la Comunicación

Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales

Matemáticas y la Física

Planteamiento e interpretación de Diagramas de Cuerpo Libre en la Resolución de Problemas de Dinámica en el nivel de bachillerato

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

AUTORA:

Stefi Lisseth Escobar Mera

DIRECTOR:

Lic. Jonathan Alberto Machuca Yaguana, Mg.Sc.

Loja – Ecuador

2025

Certificación



unl

Universidad
Nacional
de Loja

Sistema de Información Académico
Administrativo y Financiero - SIAAF

CERTIFICADO DE CULMINACIÓN Y APROBACIÓN DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo, **MACHUCA YAGUANA JONATHAN ALBERTO**, director del Trabajo de Integración Curricular denominado **Planteamiento e interpretación de Diagramas de Cuerpo Libre en la Resolución de Problemas de Dinámica en el nivel de bachillerato**, perteneciente al estudiante **STEFI LISSETH ESCOBAR MERA**, con cédula de identidad N° **1105752651**.

Certifico:

Que luego de haber dirigido el **Trabajo de Integración Curricular**, habiendo realizado una revisión exhaustiva para prevenir y eliminar cualquier forma de plagio, garantizando la debida honestidad académica, se encuentra concluido, aprobado y está en condiciones para ser presentado ante las instancias correspondientes.

Es lo que puedo certificar en honor a la verdad, a fin de que, de así considerarlo pertinente, el/la señor/a docente de la asignatura de **Integración Curricular**, proceda al registro del mismo en el Sistema de Gestión Académico como parte de los requisitos de acreditación de la Unidad de Integración Curricular del mencionado estudiante.

Loja, 4 de Febrero de 2025

JONATHAN ALBERTO
MACHUCA YAGUANA
F)

**DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR**

Certificado TIC/TT.: UNL-2025-000398

1/1
Educamos para **Transformar**

Autoría del trabajo de titulación

Yo, **Stefi Lisseth Escobar Mera**, declaro ser autora del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular, en el Repositorio Digital institucional – Biblioteca Virtual.

Firma: _____



Cédula de identidad: 1105752651

Fecha: 03 de abril de 2025

Correo electrónico: stefi.escobar@unl.edu.ec

Teléfono: +593 99195490

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

Yo, **Stefi Lisseth Escobar Mera**, declaro ser autora del presente Trabajo de Integración Curricular denominado: **Planteamiento e interpretación de Diagramas de Cuerpo Libre en la Resolución de Problemas de Dinámica en el nivel de bachillerato**, como requisito para optar por el título de Licenciada en Pedagogía de las Matemáticas y la Física, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

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

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

Para constancia de esta autorización, suscribo, en la ciudad de Loja, a los tres días del mes de abril de dos mil veinticinco.

Firma: _____



Autora: Stefi Lisseth Escobar Mera

Cédula de identidad: 1105752651

Dirección: Loja, Ecuador. San Vicente Alto entre Francisco Cumbicus y José María Riofrío

Correo electrónico: stefi.escobar@unl.edu.ec

Teléfono: +593 99195490

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director del Trabajo de Integración Curricular:

Lic. Jonathan Alberto Machuca Yaguana, Mg.Sc.

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado a mi familia, especialmente a mis queridos padres, Amparo Mera y Segundo Escobar, quienes con su sacrificio y dedicación han sido una fuente incondicional de preparación, motivación, apoyo e inspiración para mi crecimiento y desarrollo profesional. A mis hermanos y demás familiares, de quienes he recibido apoyo y aliento para seguir adelante. Finalmente, a mi ángel, José Santos Escobar Malla, quien fue un ejemplo de vida en todas mis etapas, enseñándome el significado de la perseverancia, responsabilidad y justicia, valores que han guiado mis decisiones en los momentos más difíciles de mi vida.

Stefi Lisseth Escobar Mera

Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a Dios por concederme salud, fortaleza y disposición para lograr alcanzar mis metas.

De la misma manera, dirijo mi agradecimiento a los docentes de la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física, especialmente a la docente Ing. Fabiola Elvira León Bravo, Mg. Sc quien con profesionalismo ha dedicado tiempo a revisar y fortalecer el presente proyecto.

Por último, expreso mi más sincero agradecimiento a mi director de tesis, el Lic. Jonathan Alberto Machuca Yaguana. Mg. Sc por ser un guía durante todo el proceso que conllevó el cumplimiento de esta investigación, quien, con su sabiduría, consejos y constante orientación, contribuyó a mi desarrollo académico y el personal.

Stefi Lisseth Escobar Mera

Índice de contenido

Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización.....	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento.....	vi
Índice de contenido	vii
Índice de Figuras.....	viii
Índice de Tablas	viii
Índice de Anexos:.....	viii
1. Título.....	1
2. Resumen.....	2
Abstract	3
3. Introducción	4
4. Marco teórico	6
Diagramas de Cuerpo Libre.....	6
Resolución de Problemas de Dinámica	25
5. Metodología.....	30
6. Resultados	33
7. Discusión.....	43
8. Conclusiones	46
9. Recomendaciones	47
10. Bibliografía	48
11. Anexos	51

Índice de Figuras

Figura 1 Sistemas de coordenadas	8
Figura 2 Elementos de la fuerza como vector.....	9
Figura 3 Ejemplo práctico de la tercera ley de Newton.....	17
Figura 4 Ejemplos de momentos de fuerza o torques.....	21
Figura 5 Autores utilizados para caracterizar la importancia de los DCL	33
Figura 6 Pregunta 30 de la encuesta.....	37
Figura 7 Pregunta 31 de la encuesta.....	37
Figura 8 Pregunta 32 de la encuesta.....	38
Figura 9 Pregunta 33 de la encuesta.....	38
Figura 10 Preferencia para llevar a cabo la retroalimentación	39
Figura 11 Dificultades para representar elementos físicos tangibles	40
Figura 12 Dificultades para representar elementos físicos intangibles	41

Índice de Tablas

Tabla 1 Porcentajes de documentos utilizados en la revisión documental	33
Tabla 2 Importancia de los DCL en la resolución de problemas en Dinámica.....	34
Tabla 3 Estrategias para la resolución de problemas en Dinámica	36

Índice de Anexos:

Anexo 1 Propuesta de mejora	51
Anexo 2 Encuesta dirigida a docentes y estudiantes.....	71
Anexo 3 Bitácora de búsqueda	79
Anexo 4 Fichas de contenido	88
Anexo 5 Oficio de designación de director de Trabajo de Integración Curricular	101
Anexo 6 Certificado de traducción del resumen	102

1. Título

Planteamiento e interpretación de Diagramas de Cuerpo Libre en la Resolución de Problemas de Dinámica en el nivel de bachillerato

2. Resumen

Los Diagramas de Cuerpo Libre (DCL) son representaciones vectoriales que favorecen la resolución de problemas en Física. La investigación se centró en analizar cómo fortalecer el proceso de planteamiento e interpretación de los DCL para la resolución de problemas de Dinámica en el nivel de bachillerato. Para esto, se realizó un estudio de tipo exploratorio-descriptivo con enfoque mixto, fundamentado en una revisión bibliográfica y de campo para levantar datos empíricos. Los resultados muestran que los DCL son esenciales para aplicar las leyes de Newton, identificar y descomponer fuerzas, comprender problemas y simplificar situaciones complejas. Las principales dificultades en su uso radican en la representación gráfica de dos tipos de elementos: los físicos tangibles, como vigas y objetos móviles, e intangibles, como planos inclinados, nodos y fuerzas externas. Consecuentemente, es crucial seguir desarrollando habilidades para su correcta elaboración e interpretación ya que son fundamentales en la enseñanza de la Física.

Palabras clave: Diagramas de Cuerpo Libre, resolución de problemas, leyes de Newton, enseñanza de la Física.

Abstract

Free Body Diagrams (BFD) are vectorial representations that favor problem solving in Physics. The research focused on analyzing how to strengthen the process of approaching and interpreting the BFD for the resolution of Dynamics problems at the high school level. For this purpose, an exploratory-descriptive study was carried out with a mixed approach based on a bibliographic and field review to collect empirical data. The results show that the BFD are essential for applying Newton's laws, identifying and decomposing forces, understanding problems and simplifying complex situations. The main difficulties in their use are related to the graphical representation of two types of elements: tangible physical elements, such as beams and moving objects, and intangible elements, such as inclined planes, nodes and external forces. Consequently, it is crucial to continue developing skills for their correct elaboration and interpretation, since they are fundamental in the teaching of Physics.

Keywords: Free Body Diagrams, problem solving, Newton's laws, physics teaching.

3. Introducción

En la actualidad, aprender y enseñar Física exige conocer y aplicar estrategias fundamentales para lograr la consolidación de la teoría con la práctica, lo que genera que su proceso sea relevante y requiera de mayor atención. Generalmente, abordar la temática de Dinámica suele presentar retos para los estudiantes, en parte, por la naturaleza abstracta de los conceptos involucrados, como la fuerza, la aceleración o la masa, fundamentos conceptuales que requieren de un nivel de comprensión que no todos los estudiantes han desarrollado de manera adecuada, dando como resultado, dificultades para visualizar cómo las leyes de la Dinámica se aplican a situaciones cotidianas o experimentales (Bentivenga et al., 2018).

Estos conceptos erróneos pueden derivar en problemas de aprendizaje y, por tanto, el no aprovechamiento de la asignatura. Una forma de enfrentar esta situación consiste en implementar estrategias didácticas dentro de las clases impartidas por los docentes. Las estrategias didácticas permiten desarrollar un acercamiento científico, práctico y experimental a la Física, especialmente, en las temáticas de la Dinámica, donde los estudiantes adquieren las primeras bases teóricas para el estudio formal de gran parte de fenómenos físicos de la vida real. La Dinámica es la rama de la Mecánica que estudia las interacciones entre los cuerpos y sus efectos, por tanto, se ocupa de describirlos y predecir cómo evolucionarán en el tiempo. Un elemento básico para el estudio de la Dinámica son los Diagramas de Cuerpo Libre (DCL), los cuales consisten en representaciones gráficas que resumen los aspectos más importantes de aquello que se desea estudiar y/o resolver. No obstante, algunas veces, los estudiantes no le prestan la atención necesaria y desestiman su utilidad, lo cual compromete la consecución de los objetivos de aprendizaje.

Desde esta perspectiva, surge la presente investigación titulada: Planteamiento e interpretación de Diagramas de Cuerpo Libre en la Resolución de Problemas de Dinámica en el nivel de bachillerato, la cual tuvo como pregunta de investigación ¿Cómo fortalecer el proceso de Planteamiento e interpretación de Diagramas de Cuerpo Libre para la Resolución de Problemas de Dinámica en el nivel de bachillerato?

Los antecedentes que han hecho posible el surgimiento de esta investigación refieren la necesidad de mejorar el proceso de planteamiento e interpretación de los DCL. En este sentido, Rosolio y Cassan (2015), mencionan que el uso de los DCL favorece la resolución de ejercicios, permitiendo que sean coherentes y consecuentes, cualidades que consideran fundamentales en la resolución de los problemas de Dinámica. Asimismo, estos diagramas permiten analizar problemas relacionados con las fuerzas que actúan sobre un cuerpo para resolverlos a través de la aplicación de leyes y principios fundamentales de la Física.

Por su parte, Moreno et al. (2016), destacan que los DCL juegan un papel fundamental

en la resolución de problemas de Dinámica, ya que permiten una representación clara y precisa de las fuerzas que actúan sobre un cuerpo en estudio. Estos diagramas no solo permiten identificar las fuerzas únicas que afectan al objeto, sino también aquellas que son concurrentes, lo cual es crucial para comprender el comportamiento del movimiento de los cuerpos en diferentes situaciones. Al visualizar estas fuerzas de manera gráfica, se facilita su descomposición en las componentes individuales, lo que simplifica significativamente la resolución de problemas complejos, además, el uso adecuado de los DCL mejora la comprensión general de los problemas, pues, permite visualizar con mayor claridad las interacciones entre las fuerzas, lo que resulta en una solución más eficiente y precisa de los problemas planteados. De este modo, los DCL no solo son herramientas gráficas, sino también una estrategia didáctica eficaz para comprender mejor las leyes fundamentales de la Física.

A partir de esta contextualización, la presente investigación se plantea como objetivo general, analizar cómo fortalecer el proceso de planteamiento e interpretación de Diagramas de Cuerpo Libre para la resolución de problemas de Dinámica en el nivel de bachillerato, del cual derivan los tres objetivos específicos: Caracterizar la importancia que tienen los Diagramas de Cuerpo Libre en la resolución de problemas de Dinámica en el nivel de bachillerato; determinar las principales dificultades de aprendizaje relacionadas con el planteamiento e interpretación de Diagramas de Cuerpo Libre para la resolución de problemas de Dinámica en el nivel de bachillerato; y, proponer una estrategia didáctica que permita mejorar la capacidad de los estudiantes para plantear e interpretar Diagramas de Cuerpo Libre en la solución de problemas de Dinámica en el nivel de bachillerato. Todo esto con la finalidad de que el estudiante mejore en su comprensión de la Física, en concreto, de Dinámica; y, en su capacidad para analizar y resolver problemas.

La investigación se desarrolla considerando las líneas de investigación y parámetros solicitados por la Universidad Nacional de Loja, Facultad de la Educación, el Arte y la Comunicación en la carrera Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física. Además, se desarrolló teniendo en consideración la siguiente estructura: portada y preliminares; título de investigación; resumen; introducción; marco teórico, donde se fundamentan las categorías conceptuales Diagramas de Cuerpo Libre y resolución de problemas de Dinámica; metodología, donde se detalla los procedimientos, métodos, técnicas e instrumentos del proceso investigativo; resultados con base en la revisión documental y de campo; discusión, en donde se plasmó los datos teóricos y empíricos; conclusiones; recomendaciones; bibliografía; y, anexos, en donde se integra la guía para mejorar el planteamiento e interpretación de DCL, encuesta utilizada para llevar a cabo la recolección de datos para la investigación, bitácoras de búsqueda, fichas de contenidos y documentos habilitantes.

4. Marco teórico

Diagramas de Cuerpo Libre

Los diagramas de cuerpo libre (DCL) son representaciones vectoriales utilizadas en la comprensión y resolución de problemas de Física, su estudio, generalmente, inicia al abordar las temáticas de movimiento de los cuerpos y equilibrio de partículas (Dinámica y Estática). Según Ramírez (2024) y Young y Freedman (2018), la relevancia de los DCL radica en que permiten describir las fuerzas externas que actúan sobre un objeto, generando un bosquejo sin dimensiones específicas, a partir de la incorporación de datos importantes que interactúan con el mismo, pero que no son observables a simple vista. Dichos diagramas son útiles para la modelación de una situación y la predicción de los cambios que se pueden generar por la intervención de una o más fuerzas, esto a través de la simplificación del cuerpo a una masa puntual o partícula y la descomposición de las fuerzas, para posteriormente, a través de un análisis, la comprensión y la resolución del problema.

Moreno et al. (2016) y Young y Freedman (2018), afirman que los DCL corresponden a un objeto libre de su entorno, es decir, son el resultado del uso de argumentos, conceptos, propiedades y procedimientos matemáticos, los cuales aíslan a la partícula de su entorno y lo reducen a un DCL con las magnitudes de las fuerzas y direcciones que se ejercen sobre la partícula a estudiar.

La comprensión efectiva de este tipo de representaciones gráficas también favorece en los estudiantes el desarrollo de habilidades matemáticas como el tratamiento algebraico de ecuaciones, así mismo, promueven la comprensión profunda de los conceptos físicos propios de la Dinámica porque su construcción implica un claro dominio de diversos aspectos como: interpretación y traslación de conceptos abstractos a elementos cuantificables como: vectores, sistemas de referencia, reconocimiento de datos e incógnitas, así como sus respectivas relaciones.

Elementos que intervienen en los DCL

Los DCL al ser representaciones vectoriales de interacciones físicas, su proceso de elaboración implica considerar algunos elementos básicos, los cuales, generalmente, no actúan de forma independiente, sino que interactúan entre sí, lo cual genera cierto nivel de complejidad en los estudiantes, por lo tanto, es importante estudiar uno a uno todos estos elementos para evitar su mal uso o, por el contrario, su omisión, por desconocimiento. Además, es importante tener en cuenta que un buen planteamiento del problema ayudará en la selección correcta de las leyes de Newton que rigen el comportamiento del fenómeno físico, las cuales son imprescindibles para la resolución de problemas sobre movimiento de los cuerpos y equilibrio, como un caso particular de la Dinámica.

En un DCL, intervienen varios elementos, estos son: fuerzas externas, un sistema de referencia o coordenadas, variables o etiquetas para identificar a los vectores de fuerza y las

incógnitas. Adicionalmente, se debe tener presente las siguientes consideraciones: 1) La elaboración de representaciones se puede hacer a escala, no obstante, en la mayoría de los casos no resulta imprescindible la especificación de las dimensiones del cuerpo u objeto de estudio; y, 2) se debe realizar un DCL para cada cuerpo, dado que, para un análisis y resolución óptimos del problema, cada objeto debe ser estudiado de forma independiente o aislado de su entorno.

En cuanto a las fuerzas externas, Addad et al. (2017), mencionan que estas pueden ser comprendidas como interacciones fundamentales, debido a que son las encargadas de mucho más que el cambio de velocidad que experimenta un cuerpo. Así, las interacciones que actúan sobre un objeto tienen que ser ejercidas obligatoriamente por otro cuerpo, ya que, la fuente de la fuerza externa se encuentra originalmente fuera del sistema. Las fuerzas externas se representan mediante vectores junto con sus respectivos aspectos más relevantes como: punto de aplicación; magnitud o módulo; y, dirección o ángulo. De igual manera, se recomienda tener precaución en cuanto a la inclusión de fuerzas que actúan sobre un cuerpo, ya que, las fuerzas de acción y reacción sobre una misma partícula no deben pertenecer a un mismo DCL (Moreno et al., 2016; y, Young y Freedman, 2018). Por último, es importante reconocer que en un DCL no se deben incluir las fuerzas que una partícula genera sobre sí misma, sino las fuerzas de otros cuerpos que actúan sobre ella (Ocáriz, 2000, p. 2).

Otro elemento importante en la construcción de los DCL, son los sistemas de referencia, los cuales definen la ubicación relativa de objetos en un área determinada. Así, los sistemas o marcos de referencia constan de los siguientes elementos: origen, ejes, direcciones positivas y negativas para cada eje. De acuerdo con Bragado (2018), la elección de un marco de referencia no siempre es particular, sino que más bien, depende de si existe o no un punto donde el problema se puede abordar mayor facilidad para su resolución. En el caso en el que en un mismo problema existan diversos puntos de interés, se debería escoger el sistema de coordenada en el punto donde resulte más simple el análisis.

Los sistemas de coordenadas aportan a la construcción de los DCL, en el sentido que permiten la descomposición de las fuerzas en componentes horizontales y verticales, así como, el planteamiento de las ecuaciones de equilibrio necesarias para la aplicación de las leyes de Newton, asegurando que las fuerzas externas sean estudiadas de manera coherente. La elección del marco de referencia dependerá del problema planteado, así, por ejemplo, en un problema con superficies inclinadas (plano inclinado), será recomendable usar un marco con los ejes alienados a la inclinación de dicha superficie, esto dará una perspectiva más eficiente del problema y simplificará los cálculos.

Según Serway y Vuille (2018), un sistema de coordenadas tiene la función de especificar la ubicación de un objeto o partícula en el espacio. Así, por ejemplo, un punto en

una recta (1D) se puede ubicar con una coordenada, un punto en un plano (2D) con dos coordenadas y un punto en el espacio (3D) con tres. Por su parte, un sistema de coordenadas incluye los siguientes elementos:

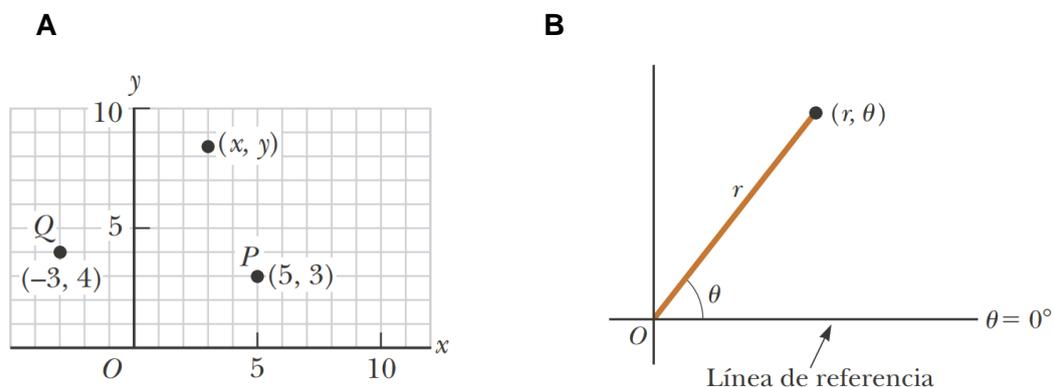
- Un punto de referencia fijo en relación con un sistema de referencia dado, generalmente conocido como origen (O).
- Un conjunto de ejes especificados, o direcciones, con una escala apropiada y designaciones en los ejes.
- Instrucciones para señalar un punto en el espacio relativo al origen y a los ejes.

Un sistema de coordenadas conveniente y de uso común en los problemas de Dinámica es el sistema de coordenadas cartesiano o sistema de coordenadas rectangular, el cual se muestra en la Figura 1A. En este sistema, un punto arbitrario está etiquetado con las coordenadas (x, y) . La x positiva por lo general se selecciona hacia la derecha a partir del origen y la y positiva hacia arriba a partir del origen, pero en dos dimensiones esta elección es en gran parte, un asunto de preferencia.

En otras ocasiones resultará más conveniente ubicar un punto en el espacio mediante sus coordenadas polares planas (r, θ) , como se muestra en la Figura 1B. En este sistema de coordenadas, un punto se especifica por la distancia r desde el origen hasta el punto y por el ángulo θ entre la línea de referencia y una recta trazada desde el origen hasta el punto. La línea de referencia estándar por lo general se selecciona para que sea el eje x positivo de un sistema de coordenadas cartesiano. El ángulo θ se considera positivo cuando se mide en sentido contrario a las manecillas del reloj desde la línea de referencia y negativo cuando se mide en sentido de las manecillas del reloj.

Figura 1

Sistemas de coordenadas



Nota. Imágenes tomadas de Serway y Vuille (2018). Panel A: Sistemas cartesiano. Panel B: Sistema de coordenadas polares.

Relación entre Vectores y Fuerzas. Las fuerzas dentro de la Física pueden ser interpretadas como un vector, esto debido a que se trata de magnitudes estructuradas por un

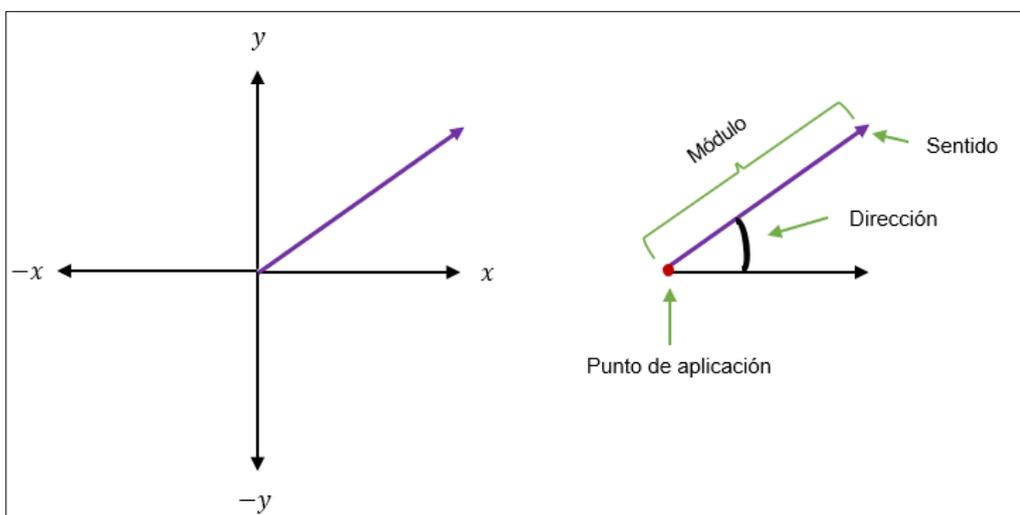
módulo, dirección y sentido. Bueche y Hecht (2007) y Young y Freedman (2018), se refieren a las fuerzas como una cantidad vectorial, debido a que se puede tirar o empujar un objeto en diferentes direcciones. Así mismo, al referirse a las fuerzas como vectores, es imprescindible comprender que estas actúan como un segmento de línea con dirección, representada mediante una flecha, cuya dirección y longitud (módulo) determinan las características del vector.

El concepto de fuerza como vector es esencial en la Dinámica, ya que describe cómo las fuerzas afectan en el movimiento de los objetos, siendo una parte relevante para la comprensión de las leyes de Newton, así pues, al tratarse de un vector la fuerza no solo depende de su magnitud, sino también de la orientación en que esta se ejerce, esto a su vez, implica que una fuerza logra producir efectos variados dependiendo de la dirección que tome y el lugar en donde sea aplicado. Paralelamente, MinEduc (2016), describe los elementos de los vectores fuerza así:

- a. Punto de aplicación, se refiere al lugar exacto donde la fuerza ejerce su acción sobre un objeto.
- b. Módulo, representa la magnitud de la fuerza, es decir, su intensidad. Se puede expresar como un valor numérico.
- c. Dirección, indica la orientación de la fuerza en el espacio, siendo esencial para determinar en qué plano o línea se desplaza el objeto debido a la fuerza aplicada.
- d. Sentido, define la parte de la línea en la que actúa la fuerza, permitiendo determinar el comportamiento del cuerpo, ya sea si su movimiento es de izquierda a derecha o si es hacia arriba o hacia abajo.

Figura 2

Elementos de la fuerza como vector



Las fuerzas que no cumplen con la primera condición de equilibrio, condición derivada de la primera ley de Newton, se deberán descomponer en sus componentes principales, es

decir, en los ejes x e y , facilitando su análisis. De igual manera, la segunda ley de Newton muestra esta relación, puesto que, la aceleración y la fuerza presentes en la ecuación actúan como vectores. Así, el análisis vectorial permite comprender como las fuerzas concurrentes influyen dentro de un sistema, detallando el comportamiento de los cuerpos en reposo y el movimiento en varias direcciones.

Tipos de Fuerzas. Las fuerzas son interacciones que pueden modificar el estado de reposo, movimiento o la apariencia de los cuerpos. En Física, estas fuerzas se clasifican según su efecto y origen. Según Bragado (2018), entre las fuerzas más comunes en problemas de Estática y Dinámica, se encuentran las fuerzas de contacto y las fuerzas de acción a distancia.

Las fuerzas de contacto aparecen cuando dos cuerpos tienen interacción directa entre sí, es decir, cuando existe un contacto físico entre las superficies que los conforman, así mismo, estas fuerzas se pueden evidenciar debido a que en algún punto los objetos llegan a chocar, lo que genera transferencia de energía o altera el movimiento del otro cuerpo. Entre estas fuerzas se encuentran las siguientes: fuerza normal, fuerza de rozamiento (entre dos superficies y en un fluido) y fuerza de tensión, mediante cuerdas o cables.

Por otro lado, las fuerzas a distancia, son aquellas que actúan sobre un objeto sin la necesidad de contacto físico, ya que, se generan a través de campos, los cuales no se pueden observar, pero se sabe que existe porque condicionan/modifican el movimiento de los cuerpos, aunque estos se encuentren separados por el espacio. Entre estas fuerzas se encuentran tres de las cuatro fuerzas fundamentales de la naturaleza: fuerza nuclear fuerte, fuerza nuclear débil, fuerza electromagnética y fuerza gravitacional (Young y Freedman, 2018).

Fuerza Normal. En Física, la fuerza normal es esencial para la interacción entre dos superficies, debido a que controla el movimiento de objetos y el estudio de la fricción, así, en un mundo físico, sin la participación de la fuerza normal no habría posibilidad de desplazamiento, ni estabilidad sobre las diferentes superficies que forman parte del ecosistema. La fuerza normal se define como “la fuerza de contacto con la que una superficie tiende a rechazar o repeler un cuerpo apoyado sobre ella” (libro de texto de Física 1 del Ministerio de Educación del Ecuador [MinEduc], 2018, p. 78). La fuerza normal es una fuerza accionada por la superficie al estar en contacto con un cuerpo, y actúa de forma perpendicular (90°) a la superficie de contacto, sin importar si la superficie es horizontal, curva o inclinada (Díaz y González, 2011). Por ejemplo, considerando una persona y el piso, la fuerza normal sería la fuerza vertical de abajo hacia arriba que impide que la persona se hunda.

Resulta importante destacar que esta fuerza solo se manifiesta cuando existe una superficie que la genere. Por consiguiente, si un objeto está suspendido, la fuerza normal es igual a cero. En condiciones simplificadas, como aquellas que involucran superficies planas

sin inclinación, la fuerza normal es equivalente al peso del cuerpo, pero con dirección opuesta, de forma que se contrarresta la atracción gravitatoria terrestre y mantiene la estabilidad del objeto. De ahí que, para una superficie horizontal, la normal se calcule mediante la siguiente ecuación:

$$n = mg$$

En donde:

- n , fuerza normal (medida en newtons, N).
- m , la masa del objeto (en kilogramos, kg).
- g , aceleración gravitatoria o aceleración de la gravedad en la Tierra (valor estándar $9,80 \frac{m}{s^2}$).

En un plano inclinado, la aceleración de la gravedad no actúa ortogonalmente (90°) a la superficie de contacto, es decir, una parte del peso del cuerpo (componente perpendicular) se contrarresta por la fuerza normal presente, mientras que la otra parte, debe ser calculada luego de realizar un análisis por componente de cada fuerza, siendo necesario plantear las ecuaciones algebraicas y llevando a cabo las operaciones adecuadas.

Fuerza de Rozamiento. Aparece cuando dos superficies en contacto tienden a moverse una con respecto de la otra, esto debido a imperfecciones entre ellas, mayoritariamente imperceptibles por el ojo humano. Así, aunque dos superficies a simple vista puedan parecer lisas, a nivel microscópico están conformadas por rugosidades que se enganchan entre sí, las cuales al estar en contacto hacen aparecer la fricción. Su función principal es la de oponerse al movimiento relativo de los cuerpos. Según la bibliografía del Ministerio de Educación del Ecuador [MinEduc] (2016), el rozamiento o fricción es “la fuerza que aparece en la superficie de contacto de los cuerpos, oponiéndose al movimiento de estos” (p. 66).

Paralelamente, Serway y Vuille (2018), hacen referencia a la fuerza de fricción como la resistencia que tiene un objeto al movimiento, siendo esencial para la vida, debido a que hace posible sujetar y tomar objetos, conducir vehículos, caminar, correr, estar de pie en un lugar, escalar, entre muchas otras aplicaciones, en consecuencia, sin la existencia de la fricción, muchas acciones serían imposibles.

Algunas características principales de estas fuerzas son:

- Tienen sentido opuesto al del movimiento, debido a que actúan con un ángulo de 180° . Dicho de otra manera, si un cuerpo se encuentra en estado de reposo, la fricción estática impedirá que empiece el movimiento, por otro lado, si un cuerpo ya se encuentra en movimiento, la fricción cinética evitará que el deslizamiento sea perpetuo.
- Es proporcional a la fuerza normal.

- La fuerza de fricción que se opone al movimiento es mayor que la fuerza que existe cuando el cuerpo ha empezado su movimiento.
- Cuando un cuerpo se encuentra en movimiento, es directamente proporcional a la fuerza normal ejercida entre las dos zonas de contacto.
- La fricción depende del tipo de las superficies (rugosidad, material y propiedades), pero no del área de contacto, es decir, la naturaleza del objeto y su aspereza es quien determina el coeficiente de rozamiento.
- Es importante para la estabilidad, control del movimiento y seguridad en la vida cotidiana e industrial.

La fuerza de fricción entre los sólidos siempre existirá cuando un objeto se mueva manteniéndose en contacto con otro, por lo tanto, dicha fuerza será determinada a partir del producto de los coeficientes de fricción (μ) y la fuerza normal del objeto estudiado. Puede ser de dos tipos, estática y cinética, sus fórmulas son:

Fuerza de fricción estática	$F_s = \mu_s n$
Fuerza de fricción cinética	$F_k = \mu_k n$

En donde:

- μ , se denomina coeficiente de rozamiento y puede ser de dos tipos.
- μ_s , coeficiente de fricción estática, es más alto que el coeficiente cinético, ya que permite la rotura del estado de reposo, requiriendo más fuerza para lograrlo.
- μ_k , coeficiente de fricción cinética (movimiento).
- El valor de μ_s y μ_k dependerá de las superficies en contacto y de sus propiedades; sin embargo, en general, μ_k es menor o igual que μ_s .
- n , fuerza normal.

Tensión. En Física, la tensión expresa la fuerza que ejerce una cuerda, cable, cordón o similar cuando tiende a estar en tensión por la fuerza opuesta aplicada en los extremos, es decir, la fuerza es transmitida a lo largo del cordel, generando la misma tensión en todos los puntos. La fuerza del tirón ejercida por un cable sobre un objeto se manifiesta en situaciones en las que el objeto está atado de uno o dos de sus extremos (Young y Freedman, 2018, p. 105). En términos físicos, la tensión se representa mediante un vector fuerza, donde su magnitud está presente a lo largo de la cuerda cuando se encuentra en estado de reposo y sin aceleración, así mismo, para la mayoría de los problemas, la cuerda se considera inextensible y con masa despreciable o insignificante, es decir, no aumenta su longitud y su masa es cero, respectivamente.

El MinEduc (2018), menciona que la tensión es simplemente la fuerza interna de estiramiento que mantiene la unión de dos objetos o de un cuerpo flexible, es decir, dicha

fuerza se presenta cuando existen fuerzas externas de acción que tratan de separarlos (deformarlos), así mismo, menciona las siguientes recomendaciones para facilitar el reconocimiento y resolución de ejercicios que impliquen la tensión:

- En el momento en que se realiza un DCL, se debe recordar que la tensión transmitida por la cuerda siempre tira del objeto al que se encuentra unido, así mismo, debe ser representada como la fuerza que actúa en dirección opuesta a los extremos del cuerpo.
- En problemas ideales, se considera que los cables son inextensibles y su masa despreciable, puesto que, generalmente, la masa de la cuerda es menor a la del objeto que sostiene.
- La tensión será la misma en todos los puntos de la cuerda.
- Cuando un cable, cuerda, o cualquier otro material se encuentra bajo tensión y existiendo una fuerza de tirón mayor a la que puede resistir, generará que esta se rompa debido a que ha superado el límite de su resistencia. Por otro lado, el límite de resistencia es conocido como la máxima fuerza de tracción que el material puede soportar sin romperse estructuralmente.
- Aunque la tensión se mida en Newtons, es importante asegurarse de que todas las unidades implicadas en el problema sean iguales, en caso de no ser así, realizar las conversiones correspondientes. Paralelamente, no existe una fórmula exacta para el cálculo de la tensión, sin embargo, puede ser determinada a partir de la segunda ley de Newton.
- El valor de la tensión generada puede depender del ángulo en sistemas inclinados, por lo tanto, su cálculo implica el uso de la trigonometría.

Peso. El peso es fundamental en muchos aspectos físicos, ya que describe como la fuerza de la gravedad actúa sobre un cuerpo, así mismo, es clave para el cálculo de las fuerzas que repercuten sobre estructuras, describir el movimiento de objetos y determinar sistemas de equilibrio. Tippens (2011), alude que el peso de un objeto se refiere a la fuerza con que la gravedad es capaz de atraer dicho objeto hacia el centro de la Tierra, siendo medido con el uso de instrumentos que detectan la fuerza de gravedad sobre un objeto, los más comunes son: dinamómetros, balanzas de resorte o plataformas de pesaje.

El peso de un cuerpo no es lo mismo que su masa, por lo tanto, es importante mencionar su diferencia. La masa hace referencia a la cantidad de materia que posee un objeto, la cual determina su inercia, es decir, la oposición al cambio de velocidad, su unidad de medida en el Sistema Internacional (SI) es el kilogramo (kg); por otro lado, el peso es una fuerza y, por tanto, su unidad de medida es el Newton (N) e indica la magnitud o módulo de atracción gravitacional que un cuerpo masivo ejerce sobre otro de menor masa.

Según MinEduc (2016), el peso es el resultado del producto entre la masa del cuerpo

y la aceleración de la gravedad del cuerpo celeste. Es decir, masa y aceleración son directamente proporcionales.

$$w = mg$$

En donde:

- w , es el peso de la partícula, se mide en Newtons.
- m , masa de la partícula, se mide en kilogramos.
- g , es la aceleración de la gravedad del cuerpo celeste. El valor estándar en el planeta Tierra es $9,80 \frac{m}{s^2}$ y es diferente para otros cuerpos celestes.

Si el objeto es homogéneo, su centro de gravedad será igual al centro geométrico, y si no lo es, entonces, estará próximo a las zonas más pesadas. Una forma práctica de obtener este punto es aplicar el *método de la plomada*, el cual consiste en suspender el objeto de prueba desde dos puntos diferentes y trazar líneas verticales que pasen por dichos puntos, la intersección de estas líneas determinará el centro de gravedad.

Descomposición de Fuerzas. La descomposición de fuerzas hace referencia a la separación de una fuerza en sus componentes cartesianas, principalmente cuando la dirección de la fuerza actúa con cierto ángulo respecto de alguno de los ejes del sistema de coordenadas. La descomposición de fuerzas se fundamenta en el principio de superposición de fuerzas, el cual, consiste en que “el efecto de cualquier cantidad de fuerzas aplicadas a un punto de un cuerpo es el mismo que el de una sola fuerza igual a la suma vectorial de las fuerzas incidentes” (Young y Freedman, 2018, p. 103). Para el MinEduc (2016) y MinEduc (2018), en la mayoría de los ejercicios de Dinámica es suficiente con la descomposición de fuerzas en dos componentes x y y , las cuales, al ser sumadas vectorialmente, generan el mismo resultado que la fuerza inicial.

Los valores de las componentes F_x y F_y , están relacionados directamente con la magnitud de la fuerza inicial y el ángulo de incidencia, a través del teorema de Pitágoras, en consecuencia, este proceso involucra la formación de un triángulo rectángulo. La descomposición de fuerzas resulta útil en la resolución de problemas, debido a que permite el análisis componente a componente, lo que favorece la correcta aplicación de las leyes de Newton, por lo anterior, este proceso resulta básico en la resolución y comprensión de problemas de Dinámica.

Así mismo, la descomposición de un vector permite expresar al vector en términos de sus proyecciones sobre ejes ortogonales, es decir, al descomponer un vector y luego sumar esas componentes, se logrará reconstruir el valor del vector original (Wilson et al., 2007). Por otro lado, si la fuerza tiene un ángulo de inclinación con respecto al eje horizontal, la descomposición de las fuerzas componentes (horizontal y vertical) se trabajan de manera independiente y está dada por:

$$F_x = F \cos \alpha \text{ (componente horizontal)}$$

$$F_y = F \sin \alpha \text{ (componente vertical)}$$

En donde:

- F , magnitud de la fuerza.
- α , ángulo que el vector fuerza forma con la horizontal.
- \sin y \cos , corresponden a las funciones trigonométricas seno y coseno.

Para calcular la fuerza inicial se aplica la siguiente fórmula:

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

Leyes de Newton

Las leyes de Newton se abordan a través del concepto de fuerza, la cual hacía referencia a aquella interacción que puede cambiar el estado de movimiento o la estructura (forma) de un cuerpo, lo cual permite comprender que un objeto cambie de posición o permanezca en su lugar, así mismo, es imprescindible comprender que las fuerzas son las responsables de los cambios y que, sin la presencia de estas, los objetos seguirían en un movimiento constante, sin alteraciones.

Las leyes de Newton son tres descripciones fundamentales de la naturaleza, formulados por el físico inglés Isaac Newton, y describen el movimiento de los objetos y las fuerzas externas que actúan sobre estos. Según Tippens (2011) y Serway y Jewett (2019), las leyes de Newton son el resultado del estudio profundo de la fuerza y el movimiento, específicamente para explicar y demostrar las consecuencias que pueden producir las fuerzas. Estas leyes son elementales para el estudio de la Dinámica, ya que proporcionan las bases para comprender e interpretar el movimiento de las partículas en estado de inercia y en movimiento, así mismo, permiten la predicción del comportamiento que tendrán los objetos en una variedad de situaciones.

Dichas leyes, generan una visión amplia luego de adentrarse a estudiar los principios fundamentales de la Física, debido a que proporcionan un marco conceptual y algebraico de aquello que forma parte de la cotidianidad, describiendo cómo los objetos se mueven cuando se encuentran bajo la influencia de fuerzas externas, de tal forma, transformaron la comprensión del mundo físico, permitiendo conjeturar y dar explicación a una gama amplia de fenómenos, desde el movimiento de los planetas, hasta la dinámica de objetos o cuerpos cotidianos, tales como: personas, vehículos, cuerpos rígidos y estructuras.

Primera ley de Newton: Ley de Inercia. También conocida como el principio de la inercia, proviene del latín *impetus*, que significa: empuje, impulso o movimiento repentino. Dentro de Física, a menudo se utiliza el término de inercia como sinónimo de momento o cantidad de movimiento (Posadas, 2015, p. 59). La palabra inercia fue utilizada como un concepto de fuerza por Isaac Newton, esto con la intención de dar explicación a su función

principal, siendo que, en caso de no estar presente, un cuerpo será capaz de conservar su estado actual, es decir, si un cuerpo se mantiene con Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU) y con una velocidad constante, dicho cuerpo continuará con esas propiedades de forma indefinida.

En esta ley el movimiento de los cuerpos no requiere de una fuerza continua, sino solo la acción de una fuerza neta para modificar el estado del cuerpo. Serway y Vuille (2018) y Sebastián (2013), mencionan que esta ley establece la permanencia de un objeto en el estado de equilibrio o en el MRU, a menos que exista la intervención de una fuerza externa. En otras palabras, una partícula tenderá a mantenerse en su estado actual, ya sea en reposo o movimiento constante, mientras que no haya una fuerza o cuerpo dentro de su zona que cambie ese estado, cabe recalcar, que esta ley aplica a cuerpos u objetos que se encuentren sin aceleración ($a = 0 \frac{m}{s^2}$), es decir, no debe existir cambios en la velocidad ni la dirección con la que el cuerpo que se está moviendo.

La primera ley de Newton se relaciona directamente con el equilibrio de los cuerpos o Estática, la cual consiste en un caso particular de la Dinámica ($v = 0 \text{ m/s}$). Matemáticamente, se interpreta así:

$$\Sigma \vec{F} = 0$$

Y en sus dos componentes como:

$$\Sigma F_x = 0 \quad \Sigma F_y = 0$$

Segunda ley de Newton. Ley fundamental dentro de la Física Clásica, ya que describe el movimiento de un objeto cuando se le aplica una fuerza. Es importante para la comprensión del comportamiento de los cuerpos que se encuentran en movimiento, pudiendo ser explicado a través del uso de situaciones de la vida diaria. Wilson et al. (2007), mencionan que la segunda ley de Newton “permite el análisis cuantitativo de la fuerza y el movimiento, que consideraríamos como una relación de causa y efecto, donde la fuerza es la causa y la aceleración es el efecto (movimiento)” (p. 107), por lo tanto, el movimiento que experimente un cuerpo se encontrará condicionado por las fuerzas externas que actúen sobre él, en consecuencia, la magnitud de la aceleración dependerá netamente de la cantidad de fuerza aplicada, así como de la masa que compone al objeto.

Esta ley, matemáticamente se expresa de la siguiente forma:

$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$$

Donde:

- \vec{F} , fuerza neta (suma vectorial) aplicada sobre el objeto, se mide en N.
- m , masa de la partícula, se mide en kg.
- \vec{a} , aceleración de la partícula, se mide en m/s^2 .

La segunda ley de Newton alude la relación directamente proporcional de la fuerza

con respecto a la aceleración con que se desplaza un objeto e inversamente proporcional a la masa que contiene (MinEduc, 2016, p. 63), es decir, la fuerza y la aceleración están relacionadas de manera directa, mientras que la masa del cuerpo actúa como un componente que modula la aceleración. También se puede mencionar la relación existente entre los tres componentes que forman parte de la fórmula de esta ley, la cual, puede ser interpretada de varias formas:

1. Si se aumenta la fuerza aplicada a un objeto, mientras se mantiene constante la masa, la aceleración del cuerpo aumentará proporcionalmente ($\vec{a} \propto \vec{F}$).
2. Al mantener constante la fuerza sobre un objeto y aumentar la masa del cuerpo, la aceleración disminuye. Es decir, un cuerpo más pesado experimentará menos aceleración bajo la misma fuerza ($\vec{a} \propto \frac{\vec{F}}{m}$).

Tercera ley de Newton: Acción y Reacción. Cuando un objeto *A* ejerce fuerza sobre un objeto *B*, lo normal es observar una respuesta inmediata del cuerpo *B*, pero en sentido opuesto (180°). Por ello, Serway y Vuille (2018) y Gómez et al. (1984), señalan que esta ley establece la interacción de dos objetos, puesto que la fuerza de *A* va a tener la misma magnitud, pero sentido opuesto. Esta ley está enfocada en la interacción de objetos, lo que asegura que las fuerzas generadas sean mutuas, esto, a su vez, implica que no exista una fuerza aislada sin su par, es decir, sin su respectiva reacción.

En esta ley es necesario considerar que el par de fuerzas acción-reacción se producirá independientemente de si la fuerza de acción se aplica sobre un cuerpo con vida o inerte (inanimado) como el piso, una pared, entre otros. Tal es el caso de la acción de caminar, donde una persona para desplazarse debe presionar el suelo hacia atrás con la fuerza de empuje causada por el pie, siendo esta la fuerza de acción, y dando como resultado el impulso hacia adelante, lo que la tercera ley de Newton llama fuerza de reacción, tal y como se puede observar en la Figura 3.

Figura 3

Ejemplo práctico de la tercera ley de Newton



Nota. Imagen tomada del libro Física 2 BGU, por MinEduc, 2018, Don Bosco. Se puede observar un

ejemplo práctico de la tercera ley de Newton (acción-reacción).

Por su parte, el MinEduc (2018) plantea algunas características principales acerca de esta ley:

- La ley de acción y reacción es el resultado de una interacción en pares, así mismo, las fuerzas generadas serán de igual magnitud, esto quiere decir que, si un objeto *A* aplica una fuerza de 15 N sobre un objeto *B*, la fuerza ejecutada por el objeto *B* hacia el objeto *A* será también de 15 N.
- Ocurren de manera simultánea, es decir, ambas fuerzas (acción y reacción) se producen al mismo tiempo, pero no se anulan entre sí, debido a que actúan sobre cuerpos distintos.
- Las fuerzas de acción y reacción no actúan sobre el mismo cuerpo, puesto que son fuerzas de interacción entre dos cuerpos diferentes.

En consecuencia, esta ley describe la relación entre dos cuerpos distintos y no de un fenómeno que puede ser medido directamente con una sola incógnita, por lo que, la situación planteada debe ser interpretada, identificando las fuerzas de acción y reacción, para posteriormente analizarlas de manera individual y darles solución. Así, esta ley se puede plantear matemáticamente así:

$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$$

Planos Inclinados

Un plano inclinado es una máquina simple que consiste en una superficie plana que forma un ángulo agudo con el suelo y se utiliza para elevar cuerpos a cierta altura. Su principal ventaja radica en la reducción de la fuerza necesaria en comparación con la elevación vertical del mismo cuerpo, aunque implica un aumento en la distancia recorrida y la necesidad de vencer la fuerza de rozamiento. Los planos inclinados también se utilizan para estudiar el movimiento de los objetos bajo la influencia de la gravedad debido a que el desnivel de plano provoca que la dirección y magnitud de las componentes de fuerza aplicadas sobre el objeto se vean modificadas en función del ángulo de inclinación. Por lo tanto, el estudio de los planos inclinados requiere de la descomposición de las fuerzas, en donde, al menos, una componente es paralela al plano y la otra es perpendicular al plano (normal).

Según Buep y Fernandez (2018) y Wörner (2012), Galileo Galilei fue el pionero en el estudio experimental de las leyes del movimiento uniformemente acelerado y para esto utilizó los planos inclinados. Los planos inclinados además de disminuir la cantidad de la fuerza necesaria para desplazar un objeto desde el piso a una cierta altura, también permiten estudiar situaciones en donde se requiere *atenuar o reducir* la magnitud de la aceleración gravitacional sobre los objetos, esto con el fin de mejorar las mediciones de tiempo, por ejemplo, permiten mejorar la precisión en la medida del tiempo que tarda un cuerpo en descender libremente cierta altura (caída libre), generando un aspecto útil para comprender

los conceptos de Mecánica y la resolución de ejercicios respecto al movimiento y las fuerzas externas.

Así mismo, las siguientes características de los planos inclinados se encuentran relacionadas con el cómo las fuerzas se distribuyen y afectan al movimiento de un objeto que interactúa en un espacio con inclinación:

- A medida que el ángulo de inclinación aumenta, la componente de la fuerza de la gravedad (peso) paralela a la superficie, aumenta, lo que genera que el objeto también aumente su aceleración en ese eje, no obstante, no puede superar el valor estándar de la gravedad en el planeta Tierra, $g = 9.80 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ (caída libre).
- A medida que el ángulo aumenta, la fuerza normal disminuye, debido a que dominará la componente del peso paralela a la superficie.
- La fuerza de fricción es paralela al plano inclinado, se opone al movimiento relativo del cuerpo y es igual al producto de la normal por el coeficiente de rozamiento entre las superficies. Actúa reduciendo la aceleración que experimenta el objeto.
- La magnitud de la aceleración paralela al plano (a_x) dependerá de dos variables: del ángulo de inclinación (α) y el coeficiente de fricción cinética (μ_k).

$$a_x = |g(\mu_k \cos \alpha - \sin \alpha)|$$

- En caso de no existir fricción, la aceleración únicamente se verá afectada por el ángulo de inclinación del plano, es decir, cuanto mayor sea el ángulo (α), mayor será la aceleración paralela a la superficie.

Por último, al hablar de planos inclinados se debe tener en cuenta que el ángulo (α), solo tiene sentido físico en el intervalo abierto $(0, 90^\circ)$, donde, a cero grados el plano inclinado sería una superficie horizontal y a 90° , el plano inclinado sería infinito, lo que más bien, refiere el movimiento de caída libre de los cuerpos.

Partículas en Movimiento y en Equilibrio

El análisis de las partículas en movimiento implica el estudio de la velocidad, posición y aceleración de un objeto en un intervalo de tiempo. Por su parte, el análisis de las partículas en equilibrio se enfoca en situaciones en donde no existen cambios de velocidad, siendo que los cuerpos se encuentran en estado de reposo o de movimiento rectilíneo con velocidad constante o MRU. Según Moreno (2018), el principio de equilibrio se fundamenta en la primera y tercera ley de Newton, debido a que dos fuerzas se encontrarán en equilibrio cuando la suma de sus vectores sea igual a cero, lo cual, será verdadero siempre y cuando las fuerzas de acción y reacción tengan la misma magnitud, pero dirección opuesta. En el caso de una partícula afectada por dos o más fuerzas, dicha partícula se encontrará en equilibrio si la suma de sus componentes vectoriales es igual a cero.

El equilibrio se puede entender como un caso particular de la Dinámica, donde la

velocidad de un objeto es cero o constante, por tanto, engloba los estados de reposo y MRU, y constituye, la base para el estudio de estructuras estáticas, desde pequeñas maquetas hasta edificios o puentes. Para equilibrar un sistema de fuerzas que se encuentre en desequilibrio, se debe sustituir la fuerza resultante por otra fuerza que sea igual en magnitud, pero con dirección opuesta, dicha fuerza se denomina equilibrante (Tippens, 2011). El proceso de equilibrar un sistema puede implicar el cambio de las condiciones externas en él, como el punto de apoyo o la posición en la que se encuentran las fuerzas aplicadas. En muchos de los casos, esto involucra ajustar la ubicación de los pesos que afectan a una estructura o la dirección de las fuerzas que interactúan con ella, lo que conlleva la utilización rigurosa de los DCL y otros principios, tal como lo es el momento de fuerza.

Condiciones de Equilibrio. Según Young y Freedman (2018) y MinEduc (2018), el equilibrio de los cuerpos se puede estudiar desde dos perspectivas, el equilibrio de partículas y el equilibrio de cuerpos extensos. Una partícula se puede entender como todo cuerpo que se puede representar como un objeto puntual debido a que concentra toda su masa en un único punto de apoyo, por su parte, un cuerpo extenso se refiere a un sistema constituido por una agregación de partículas o masas puntuales.

De este modo, las condiciones para el equilibrio de los cuerpos refieren que los cuerpos no se encuentren con aceleración lineal, angular o rotacional. De lo anterior, se deducen las siguientes condiciones:

1. La suma vectorial de las fuerzas que actúan sobre los cuerpos debe ser nula.

$$\Sigma \vec{F} = 0$$

2. La suma de los torques o momentos sea cero.

$$\Sigma \tau = 0$$

Cuerpos Extensos en Equilibrio

Para Wilson et al. (2007), un cuerpo extenso (rígido) es un objeto o sistema físico que ocupa un volumen (partículas finitas) o área determinada. En Física, cuando se trata de cuerpos extensos, es importante considerar cómo las fuerzas externas y los momentos afectan a cada parte de la estructura del cuerpo, debido a que no se puede simplificar el análisis del mismo a un solo punto, como en el estudio de partículas en equilibrio, puesto que se debe tomar en cuenta las dimensiones del objeto y la forma en que la fuerza se distribuye sobre la superficie o a través de su volumen, además, es necesario considerar que las fuerzas externas pueden afectar su estructura, al punto de llegar a deformarlos. Algunos ejemplos de cuerpos extensos son: edificios, puentes, estructuras de vigas, una escalera apoyada en la pared, entre otros.

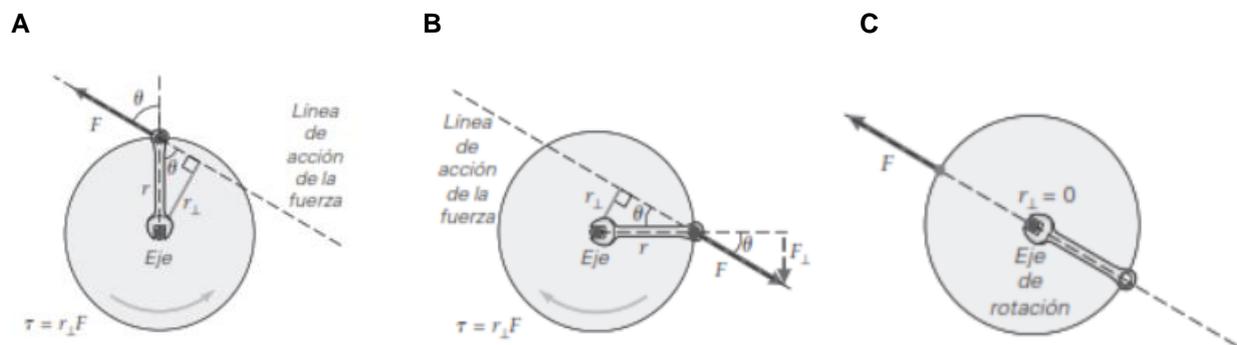
Por otro lado, se dice que un objeto extenso se encuentra con equilibrio cuando se encuentra en equilibrio traslacional y equilibrio rotacional, es decir, el cuerpo permanece en

un estado de reposo, sin sufrir deformaciones ni cambios en su velocidad o dirección de movimiento y cuando no tiene tendencia a girar con respecto de ningún punto (velocidad angular constante).

Momento de Fuerza y Rotación. Un momento de fuerza, también conocido como torque, es un vector que mide la capacidad que tiene una fuerza para hacer que un cuerpo rote alrededor de un eje o punto. Tippens (2011), menciona que el momento de fuerza depende de dos factores importantes, la magnitud de la fuerza aplicada y la distancia o brazo de palanca perpendicular entre el punto de aplicación de la fuerza y el eje de rotación. Una característica sobre este último es que pasa por el punto de contacto entre la superficie en la que rueda y el objeto en cuestión. Por su parte, el brazo de palanca permite determinar la eficacia que tiene la fuerza aplicada para lograr un movimiento rotacional.

Figura 4

Ejemplos de momentos de fuerza o torques



Nota. Imagen tomada del libro Física, por Wilson et al., 2007, Pearson. Panel A: Momento de fuerza antihorario. Panel B: Momento de fuerza horario menor. Panel C: Momento de fuerza cero.

La fórmula del momento de fuerza describe cómo una fuerza aplicada a un cuerpo genera una rotación alrededor de un punto, de tal forma, el momento de fuerza puede ser representado matemáticamente como el producto de la fuerza y el brazo de palanca, siendo sus unidades $m \cdot N$. Formulado de la siguiente manera:

$$\tau = r F$$

$$\tau = r F \text{sen}(\theta)$$

- r , brazo de palanca, distancia entre el punto de aplicación de la fuerza y el eje. Se mide en metros.
- F , fuerza aplicada. Se mide en newtons.
- θ , ángulo formado entre la dirección de la fuerza y el brazo de palanca. Si la fuerza es perpendicular al brazo de palanca, el momento de fuerza alcanzará su valor máximo. Se mide en grados sexagesimales.

Los momentos de fuerza son relevantes para el análisis del equilibrio rotacional de los

objetos, siendo que, un objeto se encontrará en equilibrio rotacional cuando la suma de todos los momentos de fuerza que actúan sobre él sea cero, de tal manera, no experimentará rotación neta. La dirección del momento de torsión dependerá netamente del sentido de la rotación que produzca la fuerza, es decir, si este tiende a rotar en el sentido de las manecillas del reloj, el momento de fuerza será negativo, por el contrario, si la fuerza genera una rotación en sentido antihorario, el momento de fuerza será positivo.

Por otro lado, es importante mencionar que no siempre se genera aceleración rotacional al momento en que una fuerza actúa sobre un cuerpo rígido, por lo que, si una fuerza actúa en el eje de rotación, de forma que el $\theta = 0^\circ$, entonces, el momento de fuerza será cero, también, por consiguiente, la aceleración rotacional dependerá de dónde sea aplicada la fuerza perpendicular, por ende, también de la magnitud del brazo de palanca, véase la Figura 4.

El centro de gravedad de un objeto define el punto en el que se considera se concentra toda su masa, es decir, es el punto donde se aplica la fuerza gravitacional total. Constituye un elemento fundamental para el análisis del comportamiento del cuerpo cuando se encuentra sometido a la acción de fuerzas externas. En el equilibrio rotacional, esto significa que no deben existir momentos de fuerza que causen rotación, permaneciendo el objeto en un estado estable o de reposo. Según Young y Freedman (2018), cuando un objeto en equilibrio rotacional, sobre el que actúa la gravedad, se apoya o cuelga de un solo punto, su centro de gravedad se alinearán con el punto de suspensión (equilibrio inestable) o con el punto de apoyo (equilibrio estable). De forma que, en un equilibrio estable, si el objeto se desplaza un poco, su centro de gravedad se moverá, pero el objeto volverá a su posición de equilibrio debido a la fuerza de gravedad.

Nudos Epistémicos en la Enseñanza de los DCL

Una de las principales dificultades que enfrentan los estudiantes al resolver problemas de Dinámica, es la selección de las leyes de Newton a utilizar, puesto que, no tienen claro cuál de las tres es la más acertada para cada situación. Esto se debe, en cierta medida, a que las tres leyes de Newton se relacionan entre sí, lo que genera confusión y dificulta el proceso de reconocimiento y solución del problema en los estudiantes. Así pues, según Escudero et al. (2009), en una investigación que llevaron a cabo sobre resolución de problemas de Física y en su posterior análisis, lograron identificar que existe una evidente dificultad de los estudiantes para utilizar fórmulas físicas y llegar a una solución, comprobando que la mayoría de los estudiantes no utilizan esquemas y DCL para solucionar los problemas. Dado lo anterior, dentro de Física, uno de los principales problemas que afectan a los estudiantes es el limitado conocimiento que tienen acerca de qué fórmulas utilizar, lo que en esencia indica que no hay certeza en qué ley de Newton utilizar.

Otro de los desafíos que enfrentan los estudiantes, consiste en no diferenciar

adecuadamente entre la segunda y tercera ley de Newton, ya que la segunda ley describe la relación entre la fuerza, la masa y la aceleración, mientras que la tercera ley, establece que para cada acción siempre existirá una reacción igual y opuesta en dirección, por lo que, cuando los estudiantes observan la interacción entre dos cuerpos, se confunden y mezclan las dos leyes- Así mismo, la dificultad incrementa cuando los problemas conllevan la aplicación de otras fuerzas.

A menudo, los estudiantes se ven abrumados al no conseguir una simplificación lo suficientemente buena del problema debido a que existen varias fuerzas y conceptos específicos que se deben considerar, generando que dejen los problemas incompletos o los resuelvan mal. En este sentido, se plantean algunas recomendaciones para contribuir a identificar qué ley de Newton utilizar según las condiciones o elementos presentes en el problema:

- La primera y segunda ley de Newton se refieren a un cuerpo específico.
- Se debe utilizar la primera ley de Newton en todo problema que implique equilibrio (reposo o MRU).
- Se debe utilizar la segunda ley de Newton en todo problema fuera del equilibrio (donde existan aceleraciones).
- Se debe utilizar la tercera ley de Newton en todo problema donde varios cuerpos interactúen a través de cables u otros elementos que los conecten.

Por otro lado, Suaza (2011), en su investigación acerca de la importancia de los DCL, aplicó ejercicios a 84 alumnos, llegó a la conclusión de que en promedio, los estudiantes no logran relacionar los valores de la aceleración y fuerza resultante, pertenecientes a la segunda ley de Newton, dicho problema se identificó en que los estudiantes consideraron que la fuerza aplicada al cuerpo y la aceleración son siempre directamente proporcionales, por lo que, evidente que no se tuvo claro que esta relación es cierta siempre que la masa permanezca constante.

De igual forma, identificó deficiencias en cuanto al despeje de ecuaciones, debido a que no lograron llevar a cabo la manipulación de las fórmulas de manera adecuada para aislar una variable específica, siendo este mal manejo evidente por la mala identificación de fuerzas.

Entre las dificultades para realizar DCL se han identificado las siguientes:

- Dificultad para identificar correctamente fuerzas externas en los problemas.
- Confusión para ubicar correctamente las direcciones positivas y negativas de las fuerzas, esto debido a que los estudiantes no establecen un sistema de referencia claro al comenzar a resolver el problema.
- Dificultad al trabajar con varias partículas y fuerzas como: peso, normal o fricción.

- Dificultad para la identificación y descomposición de fuerzas en sus componentes, especialmente aquellas en donde los ángulos de aplicación no perpendiculares. Sucede lo propio en planos inclinados.

En este sentido, algunas recomendaciones para el diseño de DCL, son:

1. Primero, dibujar un esquema de la situación física con datos.
2. Representar cada objeto como una partícula y plantear su respectivo DCL ubicando un vector fuerza por cada interacción. Tenga en cuenta que se debe crear un DCL por cada cuerpo.
3. Etiquetar cada fuerza con una variable, magnitud y dirección, correspondiente.
4. Elegir sus ejes de coordenadas e incluirlos en el DCL.

Otro problema que repercute en la capacidad de los estudiantes para el desarrollo de habilidades en el planteamiento e interpretación de DCL, radica en que no todos los docentes que imparten Física han desarrollado habilidades suficientes para dibujar elementos físicos con cierto nivel de detalle, esto, probablemente a que, durante su formación profesional, no se ha hecho suficiente énfasis en la importancia de la parte visual y gráfica para complementar la enseñanza de la Física. Así, aunque los DCL son esenciales en la resolución de problemas en Dinámica, hace falta mejorar las habilidades para generar DCL de manera clara y precisa. A eso se suma, Huerta (2022), quien menciona que la mayoría de las personas, incluidos los maestros, creen inconscientemente que no saben dibujar, por ello, evitan en la medida de lo posible, hacer dibujos en su práctica docente, a su vez, esto podría deberse a una falsa percepción sobre sus habilidades y, por tanto, evitan profundizar sobre esquemas y DCL, centrándose más en el tratamiento matemático de las ecuaciones.

Lo anterior, limita el aprendizaje de la Física y de todas aquellas materias en las que es necesario realizar esquemas representativos de las situaciones presentadas en los problemas, especialmente, cuando se trata de comprender y representar las fuerzas y momentos que actúan sobre un cuerpo, de manera que, cuando no sabe dibujar, no se logrará plasmar los conocimientos necesarios para plantear y resolver los problemas. Adicionalmente, la ausencia de ejemplos claros dificulta la comprensión de los estudiantes acerca de cómo las fuerzas afectan a un cuerpo dentro de un sistema, lo que genera inconvenientes en la aplicación correcta de las leyes de la Dinámica.

Por otro lado, Burgaleta (2016) indica que, para ser docente, no basta con saber dibujar de manera teórica, sino también, es imprescindible aprender a dibujar de forma práctica para replicarlo en la enseñanza, puesto que, sin una adecuada representación gráfica o visualización del problema, el aprendizaje y la resolución de problemas se vuelve más abstracto, lo que podría frenar el desarrollo de habilidades prácticas cruciales en campos cercanos a la Física. El dibujo en las aulas de clase no solo facilitaría la comprensión de situaciones complejas, sino también que motivaría a los estudiantes a mejorar en cuanto a su

creatividad, comprensión visual, memoria, pensamiento crítico y resolución de problemas.

Resolución de Problemas de Dinámica

Estrategias de Resolución de Problemas en Física

Existen algunas estrategias para resolver problemas en Física, no obstante, en todas ellas existe al menos un paso que implica la realización de un esquema o DCL. A continuación, se presenta una recopilación de estrategias utilizadas para resolver problemas, las cuales aparecen en libros importantes con amplia trayectoria en la rama de la Física.

Estrategia 1: IPEE. Young y Freedman (2018), proponen los siguientes pasos como estrategia para resolver problemas:

1. **Identificar** conceptos importantes, es decir, la primera ley de Newton debe ser utilizada en aspectos en donde la partícula se mantiene en equilibrio, por el contrario, si en el sistema actúan dos partículas e interactúan entre sí; lo correcto sería utilizar la tercera ley de Newton, la cual permite calcular la fuerza que ejerce una partícula sobre otra.
2. **Plantear** el problema. Elaborar un esquema sencillo de la situación en la que se encuentra la partícula con todas las dimensiones de la misma. Dibujar un diagrama de cuerpo libre por cada cuerpo que esté interviniendo en el problema (no incluir en el diagrama cuerpos externos que interactúan con la partícula original). Dentro del DCL dibujar los vectores fuerza para cada interacción e identificar cada fuerza con su respectiva magnitud.
3. **Ejecutar** la solución. Descomponer las fuerzas en sus componentes. Igualar a cero las ecuaciones de x obtenidas. En caso de existir dos o más partículas, repetir el procedimiento anterior para cada una de ellas, si las partículas tienen interacciones entre sí, hacer uso de la tercera ley de Newton.
4. **Evaluar** la respuesta. Verificar si los resultados obtenidos son los correctos, puede pedir ayuda a su docente, comparar procedimientos y respuestas con un compañero o revisar el libro guía, es decir, buscar la forma de verificar que lo anteriormente realizado sea lo correcto.

Estrategia 2: LICDES. Tippens (2011), recomienda el uso de la siguiente estrategia:

1. **Leer** el problema a estudiar conscientemente, luego crear un esquema del mismo.
2. **Indicar** los datos proporcionados y anotar lo que se va a calcular.
3. **Construir** un diagrama de cuerpo libre para cada partícula presente en el problema y escoger un eje x o y a lo largo de la línea de desplazamiento e indicar la dirección de la aceleración en la línea de desplazamiento. Así mismo, distinguir masa y peso de la partícula estudiada.
4. **Determinar** la fuerza resultante, esto a partir de los datos del problema o mediante la suma de las componentes del vector fuerza. Paralelamente, determinar la masa

total, mediante la suma de todas las masas que intervienen.

5. **Establecer** una condición en la que se evidencie que la fuerza resultante será igual al producto de la masa por la aceleración.
6. **Sustituir** las cantidades que ya conoce y resolver para las que se desea encontrar.

Estrategia 3: LTETAR. Serway y Vuille (2018), mencionan los siguientes pasos como estrategia para la resolución de problemas físicos:

1. **Leer** y releer el problema planteado varias veces.
2. **Trazar** un esquema del sistema que le permita identificar a la partícula, además ubicar las fuerzas externas aplicadas con flechas.
3. **Etiquetar** las fuerzas en el esquema anteriormente planteado, de tal forma que se motive a comprender las cantidades físicas representadas.
4. **Trazar** un diagrama de cuerpo libre de la partícula a estudiar, esto en función del esquema etiquetado. En caso de existir más partículas, se debe dibujar diagramas de cuerpo libre por cada uno.
5. **Aplicar la segunda ley de Newton.** Separar las componentes de la segunda ley de Newton x e y , tomándolas de la ecuación vectorial. Generalmente, el resultado son dos ecuaciones y dos incógnitas.
6. **Resolver**, dependiendo de la cantidad que desea conocer, despejar y sustituir las variables para llegar al resultado.

Didáctica para la Resolución de Problemas de Dinámica

Al hablar de didáctica para resolver problemas de Dinámica se hace referencia al desarrollo de una estrategia que permita a los estudiantes comprender como actúan las fuerzas y los movimientos involucrados en una situación específica, así, los docentes deben enseñar a los estudiantes a identificar las variables conocidas, los elementos clave y las incógnitas, así como, identificar las fuerzas involucradas en el problema, tales como, gravedad, normal, fricción, tensión, entre otras.

Según Pérez y Ramírez (2011), el uso de algoritmos, procedimientos o estrategias eleva las posibilidades de los estudiantes para resolver problemas de Dinámica. Así, una estrategia didáctica robusta para resolver problemas consiste en los siguientes pasos:

1. Antes de realizar cualquier tipo de cálculo, es recomendable leer detenidamente el problema para comprender con exactitud qué es lo que pide.
2. Realizar un esquema o dibujo que permita detallar de forma clara la situación que se pretende estudiar.
3. Anotar las magnitudes conocidas y las variables que se necesitan encontrar, ya sea en una tabla de datos u otra técnica.
4. Dibujar un DCL, asegurándose de etiquetar de manera correcta cada fuerza que actúa sobre el sistema, los vectores fuerza deben contener su magnitud, dirección

y sentido.

5. Aplicar las leyes de Newton, así mismo, escribir la ecuación de fuerzas, la que permitirá encontrar la aceleración del objeto o la fuerza neta.
6. Despejar las incógnitas, luego, sustituir los valores numéricos de las magnitudes conocidas.
7. Verificar el resultado, asegurándose que las unidades sean coherentes con la fuerza trabajada, así mismo, revisar si el resultado es consistente con las expectativas físicas del problema.
8. Finalmente, darle respuesta a la pregunta planteada.

Así mismo, Estrada y Alfaro (2015), mencionan al *método de casos* como estrategia didáctica funcional para llevar a cabo la resolución de problemas de Dinámica, puesto que según sus palabras este método “es una técnica educacional que pone a consideración del estudiante situaciones y problemas verdaderos que conducen a la presentación de alternativas de solución o a finalmente resolverlos” (p. 198). Este enfoque está basado en el análisis de situaciones específicas, lo que permite que los estudiantes desarrollen diferentes habilidades de razonamiento, de tal forma, se detalla el método en los siguientes pasos:

1. Selección de casos, involucrando conceptos de Dinámica, por ejemplo, el frenado de un vehículo.
2. Contextualizar el caso, incluyendo información suficiente, tal y como son las variables relevantes o las preguntas guía.
3. División en grupos de trabajo, esto fomentará el trabajo en equipo. Los grupos tendrán que encargarse de analizar el caso desde perspectivas diferentes.
4. Desarrollo del análisis del caso, en este caso, los grupos tendrán que identificar los datos relevantes, es decir, identificación de fuerzas, aplicación de las leyes de Newton, representar gráficamente el problema, elaboración de ecuaciones y el análisis de los resultados.

Por otro lado, Gil et al. (2013), mencionan que el uso de la *V de Gowin* como una estrategia didáctica para la resolución de problemas de Dinámica efectiva y útil frente a otros métodos utilizados en la enseñanza dirigida hacia un aprendizaje significativo, siendo generalmente métodos tradicionales que resultan ser menos sistemáticos, dificultan la reflexión de los estudiantes y mantienen una metodología habitual. Así mismo, dicha estrategia tiene como objetivo principal relacionar el dominio de conceptos que mantienen los alumnos y de los que logrará adquirir a partir del desarrollo del dominio metodológico, es decir, en el proceso que conlleva la resolución de problemas de Física. La *V de Gowin* es un diagrama en forma de V, la cual, organiza el conocimiento de forma jerárquica, para lograr la resolución de problemas de Dinámica con esta estrategia es recomendable seguir los siguientes pasos:

1. En la parte superior de la V, se colocarán los principios y leyes fundamentales de la Dinámica, tal como lo son las leyes de Newton.
2. En el brazo izquierdo de la V, deben enlistarse los conocimientos previos que los estudiantes deben tener para abordar el problema planteado, conocimientos como: conceptos básicos sobre Cinemática, Dinámica, vectores y el manejo de unidades de medida.
3. En el brazo derecho de la V, los estudiantes tendrán que desarrollar los nuevos conocimientos adquiridos luego de resolver el problema de Dinámica, tal y como pueden ser: identificación de las fuerzas, descomposición de fuerzas, creación de DCL, formulación y resolución de ecuaciones.
4. Finalmente, en la parte inferior de la V, se deberá aplicar lo aprendido, esto con la intención de obtener resultados concretos del problema, es decir, los estudiantes obtendrán las magnitudes de las variables que se pidieron encontrar, verificando de manera detallada si los resultados obtenidos son los correctos.

Estrategias para Dibujar Elementos Físicos

El dibujo de elementos físicos es considerado un aspecto clave en la enseñanza y el aprendizaje de la Física, debido a que facilita la visualización de los conceptos abstractos, permitiendo la organización y trabajo del pensamiento lógico. A través de esquemas, diagramas claros y bien estructurados, los estudiantes podrán representar situaciones físicas de forma concreta, lo que les permitirá identificar datos, fuerzas involucradas, trayectorias de los cuerpos y la relación que tienen las variables entre sí. Así mismo, las estrategias deben permitir que cualquier representación gráfica sea fácil de interpretar, además, debe ser útil para la resolución del problema, siendo crucial que los dibujos sean claros, reflejando no solo la parte geométrica del problema, sino también las interacciones entre los elementos involucrados, esto se puede lograr dándole un enfoque adecuado a la representación gráfica y aplicando de manera efectiva los conocimientos adquiridos.

Según Gómez y Gavidia (2015), a través del dibujo es posible poner de manifiesto representaciones mentales, de tal forma que los estudiantes sean capaces de interpretar mediante esta estrategia una visión más acertada de aquello que quieren comprender. Algunas estrategias que se pueden seguir para dibujar elementos físicos son las siguientes:

- Simplificar el dibujo que se quiere realizar con las características más importantes del mismo y utilizar trazos limpios y ordenados, lo que mejorará no solo la estética del dibujo, sino también, facilitará su comprensión, evitando posibles confusiones.
- Mantener escalas iguales en todo el dibujo, esto para facilitar la observación de la simetría y tamaños entre dibujos. Dibujar cuerpos o fuerzas con diferentes tamaños sin mantener una escala adecuada, podría derivar en malas interpretaciones del problema o distorsionar la interacción de fuerzas.

- En la medida de lo posible, se recomienda la incorporación de perspectivas, empleando sombras o técnicas de profundidad. La perspectiva facilitará la visualización de la orientación y la relación entre los componentes del sistema, lo cual resulta esencial al trabajar con sistemas de mayor complejidad. Así mismo, el uso adecuado de sombras, líneas de fuga y otros elementos también permitirán ayudar a destacar las direcciones de las fuerzas. De manera que, se recomienda los siguientes libros para lograr dibujar de manera adecuada: *Dibujo Técnico con Gráficas de Ingeniería* (Giesecke et al., 2013); y *El Dibujo en Perspectiva a Mano Alzada: una propuesta metodológica para la enseñanza de los sistemas de representación en bachillerato* (Mimbrero, 2017).
- Finalmente, practicar regularmente ayudará a perfeccionar las habilidades de representación gráfica. Al igual que con cualquier otra técnica, la representación gráfica mejorará con la práctica constante, permitiendo a su vez, desarrollar una intuición visual para identificar de forma rápida las relaciones presentes en el sistema y como representarlas de manera efectiva.

Resolución de Problemas de Dinámica a través de DCL

El uso de DCL para la resolución de problemas de Dinámica es un aspecto clave y no se debe descuidar. En Dinámica, los DCL son cruciales porque permiten descomponer los efectos de las fuerzas de forma clara y precisa, facilitando la resolución de problemas complejos. Para la resolución de problemas de Dinámica, en este trabajo se presentaron algunas estrategias como la IPEE de Young y Freedman (2018), la LTETAR de Serway y Vuille (2018), y la LICDES de Tippens (2011), por lo tanto, se recomienda al lector explorar cada una de ellas para determinar su idoneidad. Todas las estrategias tienen en común que se requiere hacer uso tanto de esquemas gráficos como de DCL para el correcto planteamiento e interpretación de los problemas. En consecuencia, hasta este punto se establece que sin una representación gráfica del problema la resolución de problemas sería un tanto limitada.

5. Metodología

El presente trabajo de investigación titulado: Planteamiento e interpretación de Diagramas de Cuerpo Libre en la Resolución de Problemas de Dinámica en el nivel de bachillerato, centró su estudio en la Unidad Educativa del Milenio “Bernardo Valdivieso”, ubicada en la provincia y ciudad de Loja, en la parroquia San Sebastián, específicamente en las calles Catamayo entre Eduardo Kigman y Romerillos. Dicha institución fue fundada en 1727 y hasta el día de hoy brinda sus servicios de formación académica y de excelencia para la ciudadanía lojana y ecuatoriana en general. Oferta tres jornadas de estudio: matutina, vespertina y nocturna, a las cuales asisten 253 estudiantes de Educación Inicial; 557 de Educación General Básica; 1086 de Educación General Básica Superior; 1549 de Bachillerato General Unificado; y, 1241 de Bachillerato General Unificado Intensivo (Loja, 10 de noviembre de 2024).

La investigación tuvo un enfoque mixto, en donde, se llevó a cabo una exploración documental y una recolección, análisis e interpretación de datos de campo. El enfoque cualitativo se utilizó fundamentalmente para la construcción del marco teórico, así, luego de una extensa lectura, revisión documental, recopilación de información, análisis y elección precisa de diversas fuentes bibliográficas, se abordó los fundamentos conceptuales sobre las dos variables o categorías de investigación que fueron: *Diagramas de Cuerpo Libre* y la *Resolución de problemas en Dinámica*, de esta forma, se alcanzó a responder al primer objetivo de investigación el cual hacía referencia a la caracterización de la importancia de los Diagramas de Cuerpo Libre en la Resolución de Problemas de Dinámica en el nivel de bachillerato.

Así mismo, el enfoque cuantitativo permitió establecer estadísticas y otros indicadores cuantitativos para describir los resultados a partir de los datos recolectados, mismos que fueron indispensables para el cumplimiento del segundo objetivo, el cual consistió en determinar las principales dificultades de aprendizaje en el planteamiento e interpretación de Diagramas de Cuerpo Libre en los estudiantes de nivel de bachillerato.

La investigación fue de tipo descriptiva y tuvo un diseño no experimental con alcance transversal, debido a que pretendía describir las características principales de un fenómeno concreto sin manipular las variables o categorías conceptuales, de igual forma, buscó cumplir con los objetivos planteados a través de la recolección de datos en un momento y ocasión determinado, es decir, la investigación se realizó en un marco temporal definido, esto se llevó a cabo a través de la gestión de los permisos necesarios para obtener acceso a la institución, con el fin de realizar la investigación de campo.

Durante el proceso investigativo se empleó el método documental y el método inductivo. La investigación se estructuró en tres etapas. La primera, con el fin de dar cumplimiento al primer objetivo de la investigación, referente a la importancia que tienen los

Diagramas de Cuerpo Libre en la Resolución de Problemas de Dinámica en el nivel de bachillerato, se realizó una revisión bibliográfica, en donde se analizó un total de 64 documentos, los cuales se registraron en una bitácora de búsqueda. A continuación, se realizó un proceso de depuración que consistió en considerar únicamente los documentos que cumplan con los siguientes filtros: documento en idioma español, tipo de documento, relación del contenido con el tema investigado, año de publicación y la confiabilidad de la información a través del número de citas. De este proceso, resultaron 36 documentos, los cuales se registraron en fichas bibliográficas y de contenido como aquellos que mejor se relacionaron con las categorías conceptuales. De estos 36 documentos, 28 fueron utilizados para establecer: definición de los DCL, elementos que intervienen, sistemas de coordenadas, vectores y fuerzas, leyes de Newton, planos inclinados, partículas en equilibrio, cuerpos extensos en equilibrio y nudos epistémicos en la comprensión de los Diagramas de Cuerpo Libre; mientras que los 8 documentos restantes, sirvieron para definir la segunda categoría conceptual, la cual hacía referencia a la resolución de problemas de Dinámica, mediante el análisis de diferentes estrategias de resolución.

Las fuentes que se utilizaron para el estudio bibliográfico fueron: libros, artículos científicos y tesis de maestría obtenidos de motores de búsqueda como: Google Académico, SciELO, Redalyc y Dialnet. Las ecuaciones de búsqueda más efectivas fueron: "diagramas de fuerza"+"enseñanza aprendizaje"; "dibujo"+"diagramas de cuerpo libre"; "leyes de newton"+"dinamica"; "plano inclinado"+"movimiento"; "principio de equilibrio"+"leyes de newton"; "leyes del movimiento"+"diagramas de cuerpo libre"; "diagramas de cuerpo libre"+"esquemas"; "leyes de newton"+"diagramas de cuerpo libre"; "dibujo"+"estrategia didáctica para docentes"; "diagramas de fuerza"+"enseñanza aprendizaje"; "dibujo"+"representaciones"; "problemas de fisica"+"dinamica".

En la segunda fase del estudio, se llevó a cabo la recolección y el análisis de datos empíricos con el propósito de determinar las principales dificultades de aprendizaje en el planteamiento e interpretación de Diagramas de Cuerpo Libre en los estudiantes de nivel de bachillerato. Para ello, se utilizó la técnica de la encuesta a través de un cuestionario como instrumento.

El cuestionario constó de 33 preguntas, organizadas en dos secciones: la primera abordó aspectos generales sobre la temática de estudio, mientras que la segunda se centró en conocimientos específicos relacionados con la Dinámica. La elaboración del instrumento se fundamentó en el modelo de KirkPatrick, el cual según Ramos et al. (2016), permite evaluar el aprendizaje y la capacitación obtenidos en un proceso de investigación.

La aplicación del cuestionario se realizó a docentes y estudiantes de la Unidad Educativa del Milenio "Bernardo Valdivieso" en el nivel de bachillerato. La población de estudio estuvo conformada por seis docentes que imparten Física y siete paralelos del

segundo año de Bachillerato General Unificado (BGU). Para la selección de la muestra, se utilizó un muestreo aleatorio simple, eligiéndose tres docentes y seis paralelos (A, B, C, D, E y F), con un total de 163 estudiantes. En consecuencia, el número total de encuestados fue 166 personas.

Para el análisis y tabulación de datos, se empleó el método inductivo con el fin de establecer conclusiones a partir de las tendencias y patrones identificados en la institución. Debido a la naturaleza del muestreo, los resultados no son generalizables; sin embargo, constituyen un punto de partida para examinar estrategias que fortalezcan el planteamiento e interpretación de los DCL en la resolución de problemas de Dinámica en el nivel de bachillerato. El tratamiento de los datos cuantitativos provenientes de las encuestas se realizó mediante estadística descriptiva, utilizando Excel.

Finalmente, en la tercera etapa se dio cumplimiento al tercer objetivo específico. Para esto se continuó con la redacción y presentación de resultados y conclusiones, en donde se clasificó los datos y la información más relevante. Además, se llevó a cabo el planteamiento de una estrategia didáctica como propuesta, esto con la intención de transferir y/o aplicar los resultados obtenidos en la investigación para contribuir a la mejora de la práctica docente, así como, para fortalecer la capacidad de los estudiantes para plantear e interpretar Diagramas de Cuerpo Libre en la solución de problemas de Dinámica en el nivel de bachillerato.

6. Resultados

Resultados de la investigación documental

Para dar cumplimiento al objetivo específico 1, se utilizó información necesaria y pertinente, abordada a través de la indagación y el registro de datos útiles y válidos referidos a los Diagramas de Cuerpo Libre y la importancia de estos en la resolución de problemas en Dinámica.

En la Tabla 1, se detalla la distribución del tipo de documentos que fueron utilizados para la construcción teórica de cada una de las categorías conceptuales. Se puede evidenciar que los artículos científicos son los documentos que más han contribuido en la revisión bibliográfica, puesto que, en ambas categorías se logra observar un porcentaje de documentos igual al 50 %, es decir, el marco teórico se construyó fundamentalmente con artículos científicos y en otro porcentaje con libros.

Tabla 1

Porcentajes de documentos utilizados en la revisión documental

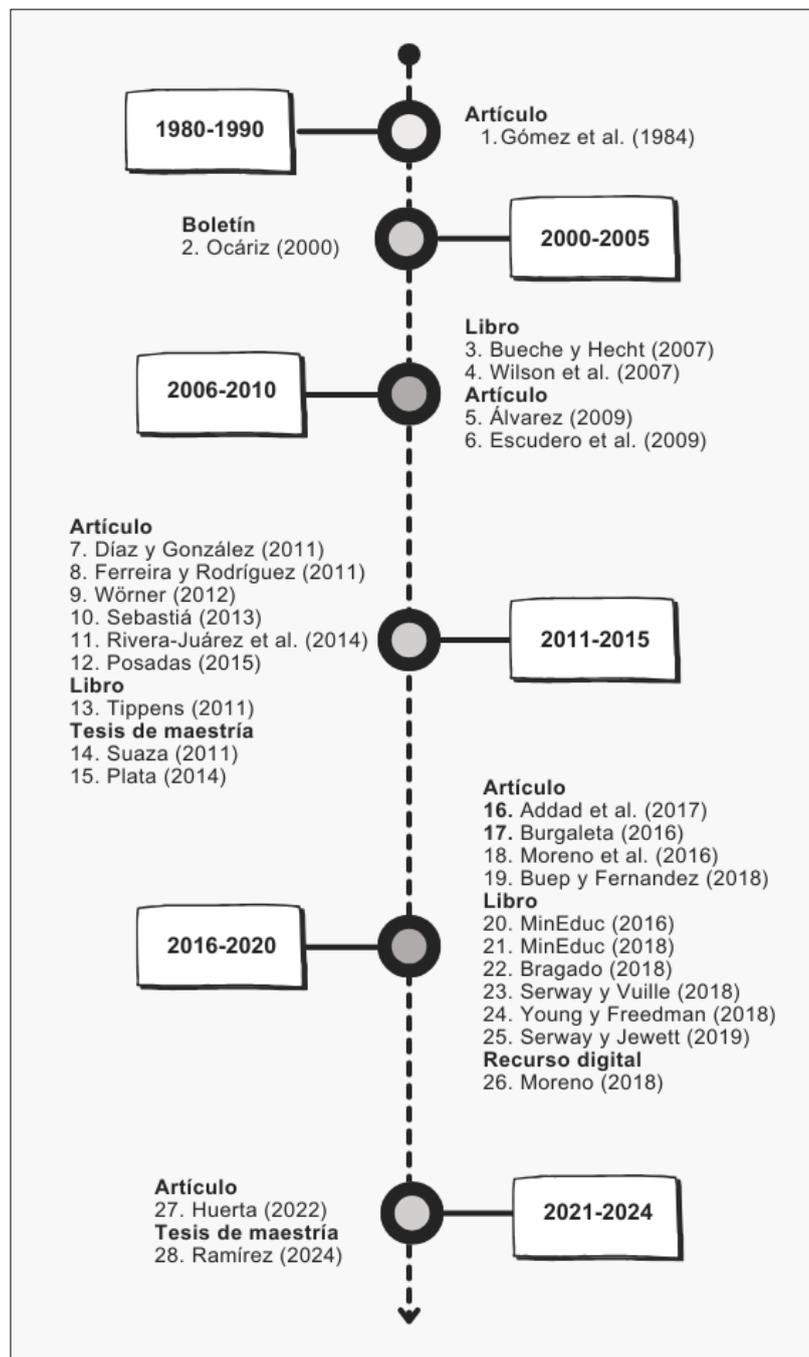
	Artículos científicos	Libros	Tesis de maestría	Boletín	Recursos digitales	Total
Diagramas de Cuerpo Libre	50%	31%	11%	4%	4 %	100%
Resolución de Problemas de Dinámica	50%	50%	0%	0%	0%	100%

Nota. En la conceptualización de la investigación se utilizó, fundamentalmente, artículos científicos.

Así mismo, en la Figura 5 se puede observar los 28 documentos utilizados para explicar la importancia de los DCL en la resolución de problemas de Dinámica, así pues, han sido ordenados de manera cronológica y agrupados según el tipo de documento. Se evidencia que entre los años 2016 y 2020 hubo una mayor cantidad de investigaciones realizadas sobre el tema, por el contrario, se puede observar que, entre los años 1980-1990 y 2000-2005, las investigaciones realizadas fueron pocas en comparación con el resto de los periodos.

Figura 5

Autores utilizados para caracterizar la importancia de los DCL



Nota. Los autores fueron clasificados según el año en que se realizó la investigación, así mismo, se encuentran agrupados según el tipo de documento. La numeración asignada a cada uno se utilizará para cuantificar la frecuencia con la que el autor/es se inclinan por determinadas características sobre la importancia de los DCL en la resolución de problemas de Dinámica.

Tomando en cuenta a los autores de la Figura 5, en la Tabla 2 se puede observar las principales características sobre la importancia de los DCL, así mismo, la cuantificación realizada en cada característica.

Tabla 2

Importancia de los DCL en la resolución de problemas en Dinámica

Importancia caracterizada	Autor/autores de la Figura 1	Frecuencia
Facilitan la aplicación de las leyes de Newton.	1, 4, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 19, 20, 21, 23 y 25	13
Permiten la descomposición de fuerzas en sus componentes.	3, 4, 5, 13, 20, 21, 22, 23 y 28	9
Facilidad para identificar cómo las fuerzas se relacionan entre sí.	4, 7, 15, 21, 24 y 28	6
Describen las fuerzas externas que actúan sobre un objeto masivo.	7, 14, 21, 24 y 28	5
Mejoran la comprensión de conceptos físicos presentes en Estática y Dinámica.	6, 14, 18 y 28	4
Facilitan el desarrollo del pensamiento lógico de los estudiantes, encaminándolos a una solución correcta.	2, 16 y 17	3
Ayudan a comprender problemas de manera intuitiva.	13, 26 y 27	3
Proponen a un objeto libre de su entorno.	18 y 28	2
Permiten vincular de manera clara, un conjunto de cuerpos.	18 y 28	2
Simplifica problemas complejos donde intervienen varias fuerzas.	14 y 27	2
Ayudan a definir la ubicación relativa de objetos en un área determinada.	22	1

Nota. Las características presentadas en la tabla corresponden a una triangulación entre los argumentos explícitos de los autores y a un parafraseo para cuantificar la información.

De esta manera, se evidencia que la importancia de los DCL radica en los siguientes criterios: facilitan la aplicación de las leyes de Newton, con el respaldo de 13 autores. En un nivel de importancia parecido y con el respaldo de 9 autores se menciona que permiten la descomposición de fuerzas en sus componentes principales; así como, la facilidad para identificar cómo las fuerzas se relacionan entre sí; con el apoyo de 6 autores; el respaldo de 5 autores a la viabilidad para describir las fuerzas externas que actúan sobre un objeto masivo; paralelamente, otros 4 autores, mencionan su importancia para mejorar la comprensión de conceptos físicos presentes en Dinámica; en este sentido, con el apoyo de 3 autores, se tiene el favorecimiento en el desarrollo del pensamiento lógico y la comprensión de problemas de manera intuitiva por parte de los estudiantes, para encaminarlos a una solución correcta. En menor medida, con un respaldo de 2 autores, se encuentra, la simplificación de problemas complejos, permitiendo vincular de manera clara un conjunto de cuerpos, así como, la simplificación de un solo objeto libre de su entorno. Finalmente, un autor mencionó su importancia, debido a que permiten definir la ubicación relativa de objetos en un área determinada.

En consecuencia, un poco más del 46 % de los 28 documentos, afirman que la

importancia de los DCL reside en la facilidad que generan en la aplicación de las leyes de Newton y en la facilidad para descomponer distintas fuerzas en sus componentes principales (x e y), generando una mejor comprensión y resolución de problemas de Dinámica.

Por otra parte, en cuanto a la resolución de problemas en Dinámica, en la Tabla 3, se muestra el criterio de 8 autores que aportaron características acerca de estrategias para llevar a cabo el desarrollo de problemas de Dinámica.

Tabla 3

Estrategias para la resolución de problemas en Dinámica

Característica de la estrategia	Autores
Identificación de conceptos y datos importantes	<ul style="list-style-type: none"> • Young y Freedman (2018) • Tippens (2011) • Pérez y Ramírez (2011) • Estrada y Alfaro (2015) • Gil et al. (2013)
Elaboración de dibujos, esquemas sencillos y DCL sobre la situación a estudiar	<ul style="list-style-type: none"> • Young y Freedman (2018) • Tippens (2011) • Serway y Vuille (2018) • Pérez y Ramírez (2011) • Gil et al. (2013) • Gómez y Gavidia (2015) • MinEduc (2018)
Descomponer fuerzas en sus componentes principales	<ul style="list-style-type: none"> • Young y Freedman (2018) • Serway y Vuille (2018)
Verificación de los resultados obtenidos	<ul style="list-style-type: none"> • Young y Freedman (2018) • Pérez y Ramírez (2011)
Leer varias veces el problema de forma consciente	<ul style="list-style-type: none"> • Tippens (2011) • Serway y Vuille (2018) • Pérez y Ramírez (2011)

Se puede evidenciar que 7 de los 8 autores recomiendan la elaboración de dibujos, esquemas y DCL sobre la situación que se quiere estudiar para lograr resolver el problema físico sin problemas.

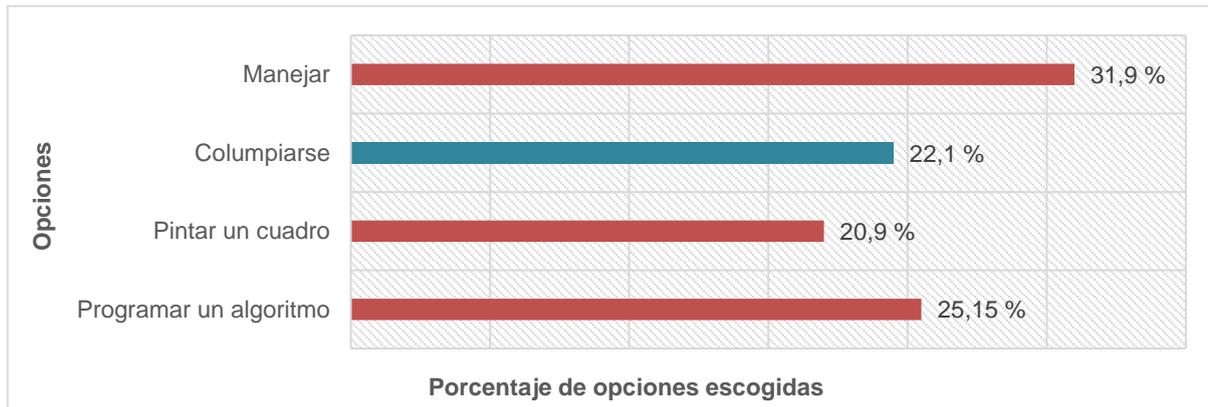
Resultados de la investigación de campo

Referente al cumplimiento del segundo objetivo de la investigación, el cual consistía en la determinación de las principales dificultades de aprendizaje relacionadas con el planteamiento e interpretación de DCL para la resolución de problemas de Dinámica en el nivel de bachillerato, se aplicó la encuesta a los docentes y estudiantes de la Unidad Educativa del Milenio “Bernardo Valdivieso”, de manera que, para el análisis de las preguntas de conocimiento, se tomó en cuenta solamente las respuestas obtenidas de los 163 estudiantes y a partir de ello se presentan los siguientes resultados:

En la Figura 6, se puede observar los datos obtenidos a partir de la interrogante: “De las siguientes situaciones, ¿cuál considera que debe ser resuelta a través de conceptos de Dinámica?”. Al respecto, el 31,9 % de los participantes seleccionaron la opción “Manejar”, mientras que un 22,1 % optó por “Columpiarse”, siendo esta última la respuesta correcta. Esto se debe a que la acción de columpiarse implica el uso de conceptos fundamentales de la Dinámica, como la tercera ley de Newton.

Figura 6

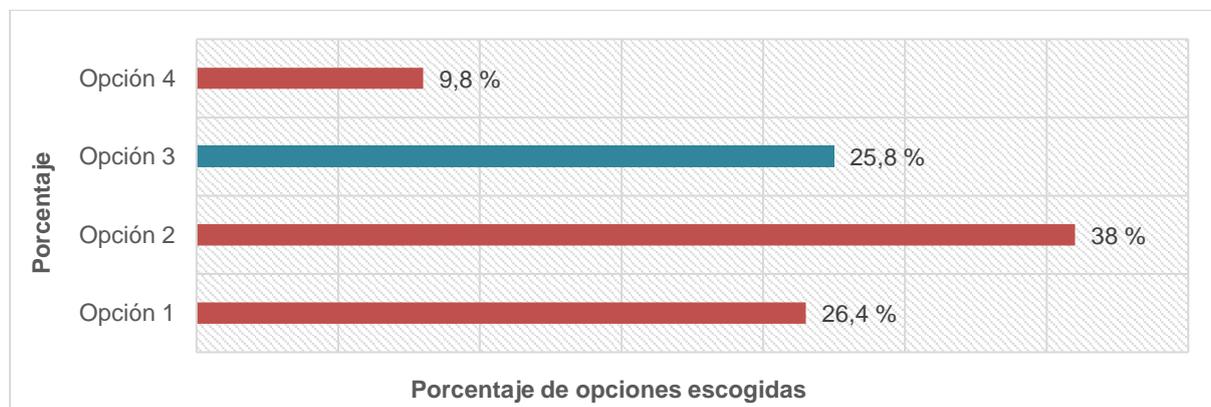
Pregunta 30 de la encuesta



Por otro lado, en la Figura 7, se presentan los resultados obtenidos de la siguiente pregunta: “Analice el siguiente problema y seleccione el diagrama de cuerpo libre correcto. Por una pista horizontal cubierta de nieve, se desliza con dirección hacia la derecha un trineo, de masa $m = 105 \text{ kg}$, con velocidad $v = 36 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. El coeficiente de rozamiento entre el trineo y la nieve es de $\mu = 0.025$ ”. Esta pregunta hace referencia a la selección de un DCL completo (véase el Anexo 2), con todos sus componentes correctamente ubicados. De los encuestados, el 38 % seleccionó la opción 2, que contiene errores en la ubicación de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo, mientras que el 25,8 % eligió la opción 3, que es la correcta, ya que no presenta errores.

Figura 7

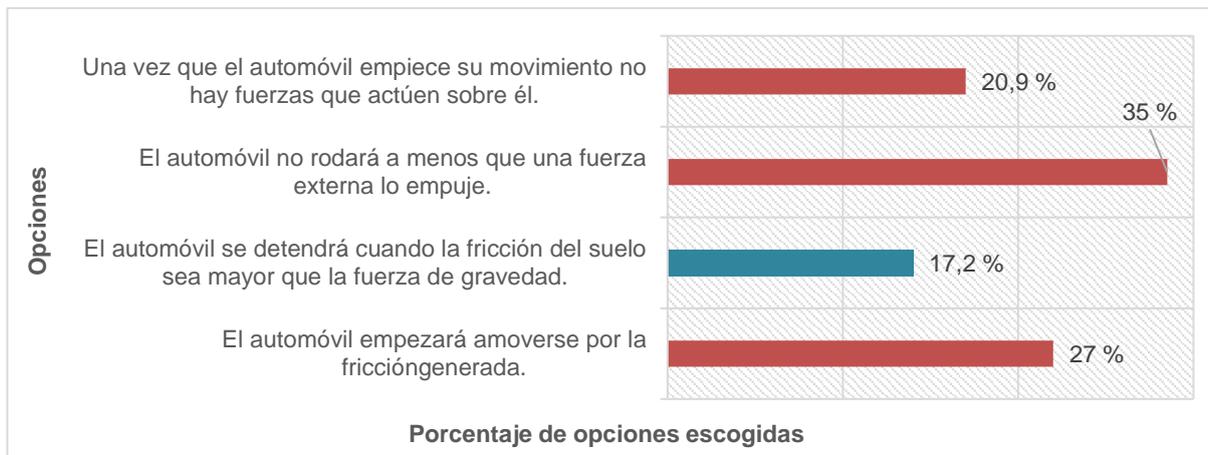
Pregunta 31 de la encuesta



En la Figura 8, se puede observar los resultados obtenidos de la interrogante: “Analice la siguiente situación y seleccione la opción correcta: Un automóvil está estacionado en una pendiente, luego de un tiempo, el conductor suelta el freno y el automóvil comienza a rodar hacia abajo”. Del total de personas encuestadas, el 35 % eligió la opción “El automóvil no rodará a menos que una fuerza externa lo empuje”, mientras que, el 17,2 % escogió la opción “El automóvil se detendrá cuando la fricción del suelo sea mayor que la fuerza de gravedad”, siendo esta última la opción correcta.

Figura 8

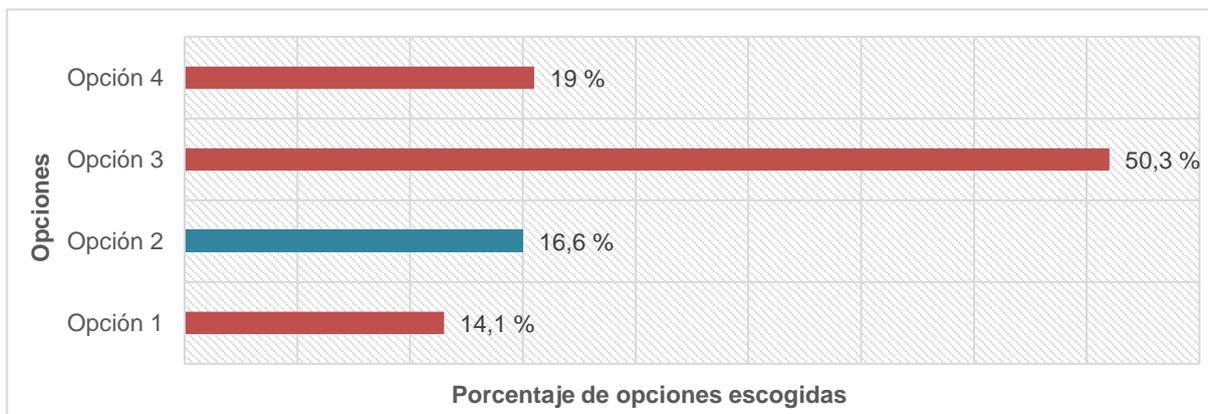
Pregunta 32 de la encuesta



En la Figura 9, se presentan los datos correspondientes a la siguiente pregunta: “A partir del siguiente esquema, seleccione el diagrama de cuerpo libre correcto”, como se detalla en el Anexo 2. Los datos muestran que el 50,3 % de los encuestados optó por la opción 3, la cual contiene un error en su planteamiento. En contraste, el 16,6 % seleccionó la opción 2, que es la correcta, debido a que no presenta ningún error y corresponde de manera adecuada al DCL requerido.

Figura 9

Pregunta 33 de la encuesta



En ese mismo contexto, se obtuvieron los siguientes datos correspondientes a la segunda parte, la cual hace referencia a la sección de preguntas de selección. Es importante

señalar que, para el análisis de esta sección, se consideraron los resultados recolectados de los 166 participantes, incluyendo tanto a docentes como a estudiantes.

Al analizar las preguntas relacionadas con la satisfacción sobre las explicaciones y la comprensión del uso de los DCL para la resolución de problemas de Dinámica, se observó que más del 50 % de participantes no están de acuerdo en que las explicaciones y los ejemplos presentados en clase sean suficientes para entender la importancia de los DCL, así como, para plantear y resolver problemas de Dinámica de manera adecuada. Por otro lado, un 6 % expresó estar muy de acuerdo con la forma en que se imparten las clases para resolver problemas mediante DCL, considerando que el enfoque usado por el docente mejora la comprensión y resolución de dichos problemas.

En relación con las actividades autónomas, un 78,3 % de encuestados manifestó estar de acuerdo con las actividades realizadas, ya que consideran que estas ayudan a fortalecer su capacidad para resolver problemas de Dinámica. En contraste, un 2,4 % indicó estar muy en desacuerdo, señalando que estas actividades no son suficientes para ayudarlos a comprender mejor los conceptos, y, por ende, a resolver los problemas planteados en Dinámica.

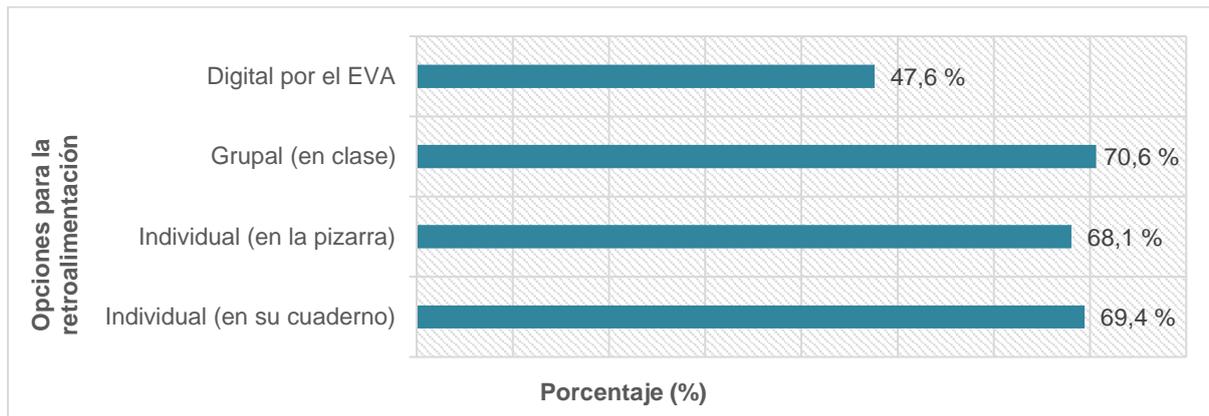
Respecto a la importancia de la participación activa y en el pizarrón, el 69 % de participantes coincidió en que es fundamental que el docente fomente la participación de los estudiantes, ya sea mediante sus opiniones o a través de la resolución de problemas en el pizarrón. Sin embargo, un 2,4 % de encuestados expresó estar muy en desacuerdo, ya que consideran que la participación estudiantil no es necesaria para lograr un aprendizaje efectivo.

En cuanto a la retroalimentación, el 62 % de los encuestados estuvo de acuerdo en que esta es esencial para mejorar el desempeño de los estudiantes en la elaboración de los DCL. En cambio, el 1,8 % señaló estar muy en desacuerdo, ya que generalmente perciben la retroalimentación como una pérdida de tiempo o no creen que puedan comprender mejor los conceptos a través de las explicaciones brindadas en esa instancia.

Así mismo, en relación con la pregunta: “¿Cómo considera mejor que el docente realice la retroalimentación para fortalecer su capacidad para plantear diagramas de cuerpo libre?”, que busca conocer la preferencia de los 166 encuestados respecto a cómo recibir retroalimentación para mejorar su habilidad en la elaboración de DCL, se observan los siguientes resultados. El 70,6 % de los participantes indicó que prefieren recibir la retroalimentación de manera “Grupal (en clase)”, mientras que el 47,6 % opta por recibirla de forma “Digital por el EVA”, como se muestra en la Figura 10.

Figura 10

Preferencia para llevar a cabo la retroalimentación



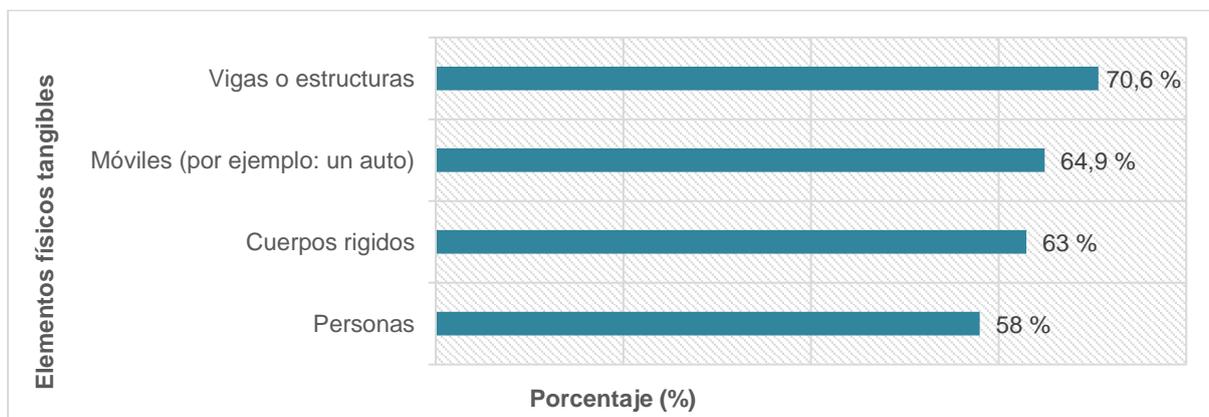
Nota. Gráfica obtenida luego de aplicar el modelo matemático de la investigación de Machuca et al. (2023).

En el análisis de las preguntas relacionadas con la colaboración entre compañeros y la comprensión de conceptos fundamentales, el 55,4 % de los participantes considera que el trabajo entre pares fomenta la capacidad de los estudiantes para plantear y resolver problemas de Dinámica. En contraste, un 3 % expresó estar muy en desacuerdo con esta afirmación. Por otro lado, un 63,3 % de los encuestados aseguran no estar conforme con su comprensión de los fundamentos conceptuales de Dinámica, mientras que un 3 % se siente seguro en este aspecto.

Paralelamente, en cuanto a la pregunta: “¿Ha experimentado dificultades para representar en esquemas o en diagramas de cuerpo libre los siguientes elementos físicos?”, que aborda las dificultades que los estudiantes enfrentan al representar en esquemas o DCL elementos físicos tangibles, se obtuvieron los datos presentados en la Figura 11. En ella, se observa que el 70,6 % de los 166 encuestados enfrenta dificultades al representar “Vigas o estructuras”, mientras que un 58 % experimenta dificultades para representar “Personas” en los esquemas y DCL.

Figura 11

Dificultades para representar elementos físicos tangibles

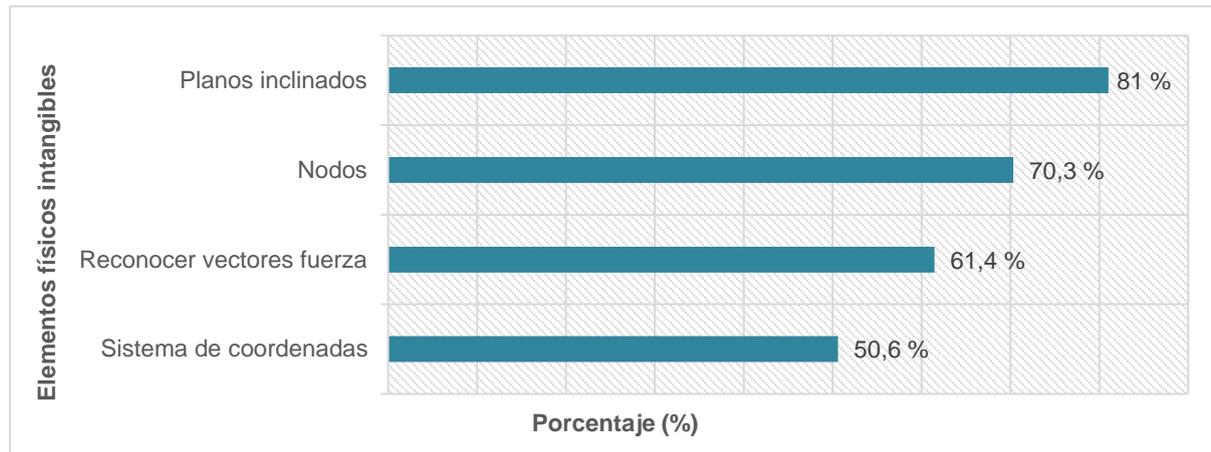


Nota. Gráfica obtenida a partir del modelo de Machuca et al. (2023).

En la Figura 12, se presentan los datos obtenidos de la pregunta: “¿Ha experimentado dificultades al representar en esquemas o diagramas de cuerpo libre los siguientes elementos físicos?”, que se refiere a las dificultades que los estudiantes enfrentan al representar en esquemas o DCL elementos físicos intangibles. Según los resultados, el 81 % de los participantes indicó tener dificultades para representar “Planos inclinados” en los esquemas y DCL, mientras que un 50,6 % reportó dificultades al representar “Sistemas de coordenadas”.

Figura 12

Dificultades para representar elementos físicos intangibles



Nota. Gráfica obtenida a partir del modelo de Machuca et al. (2023).

En cuanto a la relación entre los conceptos de Dinámica y su aplicación en ejemplos de la vida diaria, el 61,4 % de los participantes manifestó no estar de acuerdo con que los docentes relacionen los fundamentos de la Dinámica con situaciones cotidianas, ni utilicen a los DCL para resolver esos problemas. Por otro lado, un 5,4 % estuvo muy de acuerdo, ya que considera que sus docentes efectivamente establecen esa conexión y emplean DCL en este proceso.

Respecto a la capacidad de aplicar los conceptos de la Dinámica a situaciones cotidianas y proponer ejemplos específicos de cómo utilizar los DCL, más del 65 % de los encuestados indicó no estar de acuerdo, ya que no logran aplicar estos conceptos ni generar DCL para analizar problemas relacionados con la vida diaria. Por otro lado, un 2,4 % expresó estar muy de acuerdo, señalando que no tienen dificultades para aplicar los fundamentos de la Dinámica ni para representar los DCL en contextos prácticos.

En relación con las dificultades en la representación de DCL, más del 75 % de los encuestados coincidió en haber experimentado complicaciones al plantear, interpretar y crear DCL en situaciones prácticas. Estas dificultades se deben, principalmente, a la falta de práctica o a problemas al transferir los conceptos de la Dinámica al lenguaje físico necesario para resolver los problemas. No obstante, un 1,2 % mencionó no haber experimentado ninguna dificultad en la resolución de problemas físicos.

En cuanto a la integración de conceptos de Dinámica a las prácticas de laboratorio, el 63,3 % de los participantes expresó su inconformidad, indicando que los docentes no emplean esta estrategia en el análisis, planteamiento e interpretación de problemas de la Dinámica. En cambio, un 4,2 % estuvo muy de acuerdo, considerando que sus docentes sí integran estos conceptos en las prácticas de laboratorio.

Así mismo, en relación con la opinión sobre los DCL y su efectividad para mejorar la capacidad de los encuestados para resolver problemas de Dinámica, más del 78 % de participantes afirmó estar de acuerdo en que los DCL contribuyen a mejorar la resolución de ejercicios, tanto en contextos ficticios como en situaciones de la vida real. Ningún participante consideró que los DCL no sean útiles para resolver problemas físicos.

De manera similar, en la pregunta sobre la importancia de que un DCL esté bien dibujado, más del 61 % de los participantes coincidió en que los DCL son herramientas fundamentales para resolver problemas de Dinámica y mejorar la comprensión de los conceptos. Solo un 0,6 % se mostró muy en desacuerdo con esta afirmación.

Con respecto al nivel de detalle en los dibujos del docente, el 69,3 % de los encuestados expresó no estar de acuerdo, ya que consideran que los docentes no tienen un nivel adecuado de habilidad para realizar estas representaciones, lo que limita la comprensión de los estudiantes sobre aspectos específicos de la Dinámica. Al contrario, un 5,4 % expresó estar de acuerdo, indicando que los dibujos realizados por los docentes son útiles para resolver problemas de Dinámica. Así mismo, el 72,9% considera que sería beneficioso que los docentes dediquen tiempo a mejorar sus habilidades de dibujo para fortalecer la representación de los DCL, mientras que un 1,2 % está muy en desacuerdo con esta idea.

En cuanto a la preferencia por el tipo de dibujo de los DCL, un 71,7 % de los participantes manifestó preferir los DCL dibujados a mano, mientras que un 50 % opta por los DCL generados digitalmente, ya que estos últimos les permiten comprender de manera práctica como actúan las diferentes fuerzas sobre un cuerpo.

Finalmente, en las tres últimas preguntas sobre el nivel de detalle en los dibujos para los DCL, el 66 % de los encuestados coincidió en que los DCL con un bajo nivel de detalle en los DCL, limitan la capacidad de los estudiantes para representar, analizar y resolver correctamente un problema físico. También indicaron que las habilidades de dibujo insuficientes en los docentes afectan la efectividad de las clases de Dinámica. En contraste, el 0,6 % expresó estar muy en desacuerdo con esta afirmación, argumentando que el nivel de detalle en los dibujos no representa una limitación para la comprensión, análisis y resolución de problemas de Dinámica.

7. Discusión

Según el MinEduc (2018), para lograr el desarrollo integral de los estudiantes en el ámbito académico, científico y tecnológico, la enseñanza de la Física debe ser impartida mediante un enfoque constructivista, así mismo, se debe tener en cuenta que los aprendizajes se construyen a partir del uso de elementos que faciliten la comprensión de los conceptos abstractos y de metodologías que favorezcan la transferencia de dichos fundamentos a lo práctico. La Dinámica, como uno de los primeros temas en el estudio de la Física, aporta a los estudiantes los elementos necesarios para la comprensión de fenómenos naturales y situaciones cotidianas, por lo tanto, su estudio debe ser asumido con responsabilidad, pues, es la base para el progreso en el resto de los temas que conforman esta ciencia.

La naturaleza teórico-práctica de la Física resalta la importancia del uso de diferentes estrategias que ayuden a los estudiantes a comprender de mejor manera los fundamentos conceptuales. Es aquí, donde los DCL, cobran especial importancia porque facilitan la comprensión de los conceptos físicos propios de la Dinámica y, además, permiten analizar y resolver problemas, esto a partir de la observación y el análisis de diferentes elementos y magnitudes físicas presentes en el problema (Ramírez, 2024).

Los datos de campo de esta investigación permitieron reconocer que los estudiantes tienen dificultades en la representación gráfica en esquemas y DCL de elementos de la vida diaria, tal como: vigas, estructuras, móviles, planos inclinados y nodos. La falta de habilidades para representar este tipo de elemento crea un obstáculo para que los estudiantes lleven a cabo el planteamiento, interpretación y resolución de problemas de Dinámica. Respecto a lo anterior, León y Juárez (2023), señalan que una de las principales razones por la que los estudiantes tienen dificultades para resolver problemas, es debido a que no logran usar de manera eficaz representaciones gráficas.

Así mismo, se determinó que un alto porcentaje de estudiantes alguna vez presentó dificultades en la representación de los DCL, debido a la falta de integración de los conceptos de Dinámica por parte del docente y por la falta de nivel de detalle en los dibujos realizados. Mujica (2012), menciona que una de las estrategias más usadas, es el aprendizaje a través del dibujo, por lo que, el docente juega un papel fundamental para llevar a cabo la introducción del estudiante hacia el conocimiento por medio de dicha estrategia, debido a que esto incide de forma permanente en los estudiantes, de manera que, una mala representación gráfica frustra el proceso de aprendizaje de la Dinámica, principalmente si los dibujos son realizados a mano.

En este sentido, los encuestados reportaron tener dificultades en cuanto a la interpretación, representación e identificación de las fuerzas que actúan sobre un cuerpo, así como, en los conceptos fundamentales de Dinámica, esto debido a que no son capaces de comprender e interpretar el esquema planteado, por consiguiente, la mala interpretación

generó que los participantes se confundan y no logren responder correctamente. Respecto a lo anterior, Moreno et al. (2016), aseguran que no se puede prescindir de las representaciones diagramáticas, puesto que son relevantes en el proceso de solución de un problema.

Por otro lado, referente a los criterios por los cuales los DCL son importantes en la resolución de problemas de Dinámica, se determinaron 11, de los cuales se asumen 5 como fundamentales, debido a la cantidad de autores que apoyan estos criterios, siendo los siguientes: 1) facilitan la aplicación de las leyes de Newton, 2) permiten la descomposición de fuerzas en sus componentes, 3) facilitan la identificación de cómo las fuerzas se relacionan entre sí, 4) describen las fuerzas externas que actúan sobre un objeto masivo y 5) mejoran la comprensión de conceptos físicos presentes en Estática y Dinámica. Al respecto, Prada et al. (2021), coinciden en que este conjunto de características revela la importancia del uso de los DCL, del mismo modo, añaden que dichos diagramas, además de lo anterior, ayudan como intervención didáctica en la resolución de problemas, permitiendo el análisis de interacciones generadas por fuerzas externas dentro de los sistemas de referencia físicos.

En este sentido, a consideración de Ramírez (2024), el criterio de mayor importancia es el siguiente: mejoran la comprensión de conceptos físicos presentes en Estática y Dinámica, mediante la resolución de problemas, haciendo explícitas las relaciones entre fuerzas y el movimiento, especialmente, cuando se utilizan conceptos fundamentales, como las leyes de Newton, así pues, al proporcionar una representación visual de las fuerzas y cómo estas interactúan con el sistema, es más sencillo comprender la naturaleza de las interacciones físicas. Esta visualización permite conectar los conceptos de las leyes de la Física con situaciones concretas, reforzando la conexión entre la teoría y la práctica en la resolución de problemas.

Otro criterio por el cual los DCL son considerados importantes es porque ayudan en la aplicación de conceptos, así como, en la identificación y descomposición de fuerzas, lo que promueve el desarrollo de conocimientos que son puestos en práctica a través de la creación de esquemas y DCL, contribuyendo de forma importante al cumplimiento de los fines establecidos para la asignatura de Dinámica, así como, para la Física. La Comisión de Educación ANQUE (2005), menciona que la finalidad de la enseñanza de la Física, especialmente, en temas representativos de la vida diaria como la Dinámica, es la preparación del estudiante para una adecuada introducción en la sociedad, y esto puede lograrse a través de una adecuada formación educativa, tal que, permita la adquisición de conocimientos, para que los futuros ciudadanos logren integrarse al mundo a través de las ciencias naturales.

Cómo último criterio destacado, la descripción de la relación de fuerzas externas que actúan sobre un objeto masivo, lo que facilita la aplicación de las leyes de Newton, esto a su vez, presenta una contribución significativa respecto a la mejora del análisis, interpretación y

resolución de problemas de Dinámica. En la misma correspondencia, Moreno et al. (2016), señalan la importancia de los DCL para la comprensión de problemas de Dinámica, siendo que, los estudiantes mantienen dificultades al utilizar las leyes de Newton, complejidad que se presenta al resolver problemas en el que se estudia fenómenos reales, los cuales pueden ser abordados mediante el uso de DCL, puesto que estos diagramas juegan un papel esencial en la resolución de problemas, incentivando el desarrollo de los conocimientos.

En la misma línea, en esta investigación también evidenció que los encuestados consideran que es más conveniente que el docente realice retroalimentación respecto de la elaboración de los DCL de manera individual en la pizarra, además, están de acuerdo en que se fomente la participación activa mediante preguntas dirigidas y la colaboración entre compañeros para mejorar el desempeño del grupo. Así mismo, los estudiantes afirman que los diagramas fortalecen la resolución e interpretación de problemas físicos, así como, el aprendizaje de los conceptos de la Dinámica, lo cual se corresponde con lo que afirman autores como Moreno et al. (2016) y Ocáriz (2000), quienes consideran que los DCL son instrumentos primordiales para la resolución de problemas que presenten fenómenos reales, por lo que, deben ser tomados en cuenta en las estrategias planteadas por el docente para el estudio de la Mecánica (ciencia que estudia la Cinemática, Estática y Dinámica).

8. Conclusiones

La presente investigación ha permitido establecer las siguientes conclusiones:

La revisión documental permitió identificar 11 criterios clave por los cuales los Diagramas de Cuerpo Libre son importantes en la resolución de problemas de Dinámica. De estos, los criterios respaldados por cinco o más autores subrayan que los DCL desempeñan un papel fundamental en: la aplicación de las leyes de Newton, la descomposición vectorial de fuerzas, la comprensión de las interacciones entre fuerzas y la representación de las fuerzas externas que actúan sobre cuerpos masivos.

En cuanto a las dificultades de aprendizaje vinculadas al planteamiento e interpretación de los DCL en problemas de Dinámica, se identificaron las siguientes: la representación gráfica de elementos físicos tangibles e intangibles, la integración limitada de conceptos de Dinámica debido a esquemas y DCL poco detallados por parte de los docentes, y limitaciones en la comprensión e interpretación de los diagramas por parte de los estudiantes. Por lo tanto, es necesario dedicar más tiempo a perfeccionar las habilidades de dibujo, ya que la calidad y el detalle son un aspecto clave. Así mismo, es preciso que los estudiantes fortalezcan sus fundamentos conceptuales, debido a que la efectividad en la resolución de problemas depende de ambos factores.

Del mismo modo, esta investigación sugiere que el fortalecimiento en la interpretación y planteamiento de los DCL puede potenciarse mediante la implementación del dibujo como estrategia didáctica. La elaboración precisa de los DCL no solo facilita la comprensión de las interacciones entre fuerzas y la identificación de sus componentes, sino que también permite a los estudiantes traducir problemas abstractos en representaciones gráficas más accesibles para su estudio. Esta estrategia no solo cumple una función didáctica, sino que se constituye en una herramienta esencial para consolidar la comprensión teórica de la Dinámica.

9. Recomendaciones

Con base en las conclusiones, se plantea las siguientes recomendaciones:

Fortalecer la implementación sistemática de los Diagramas de Cuerpo Libre (DCL) en la enseñanza de la Dinámica y, por extensión, en toda la asignatura de Física. Esta implementación debe orientarse a que los estudiantes comprendan y exploren autónomamente las fronteras de esta ciencia, aprovechando el potencial motivacional intrínseco de estas herramientas para el desarrollo de destrezas y competencias específicas.

Desarrollar investigaciones que evalúen la influencia del nivel de detalle en las representaciones gráficas elaboradas por los docentes. Los resultados del presente estudio evidencian que un porcentaje significativo de estudiantes considera insuficiente la calidad de los dibujos realizados por sus profesores, por lo cual, resulta importante ampliar la población de estudio para generalizar los resultados. Así también, es fundamental analizar el impacto de las características secundarias de estas representaciones en la comprensión de los conceptos físicos.

Promover programas de capacitación docente en técnicas de dibujo y representación gráfica, con el objetivo de optimizar la práctica pedagógica. El desarrollo de estas habilidades permitirá la elaboración de esquemas y DCL más precisos y comprensibles, contribuyendo a un proceso de enseñanza-aprendizaje de la Dinámica más efectivo y significativo.

Adoptar la estrategia didáctica propuesta para el fortalecimiento del proceso de planteamiento e interpretación de DCL en la resolución de problemas de Dinámica. Esta estrategia, ha sido diseñada para complementar el proceso de enseñanza-aprendizaje e incluye lineamientos metodológicos específicos y una secuencia estructurada para su implementación.

10. Bibliografía

- Addad, R., Llonch, E., Rosolio, A., y Cassan, R. (2017). Las fuerzas como expresión de las interacciones entre cuerpos: una propuesta de trabajo en el aula. *Revista de Enseñanza de La Física*, 29(1), 373–380. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/18496>
- Álvarez, J. (2009). El principio de la inercia. *Revista Ciencias*, (67), 4–15. <http://www.revistas.unam.mx/index.php/cns/article/view/11844>
- Bentivenga, M., Giorgini, D., y Bombelli, E. (2018). Uso de simuladores como recurso educativo para facilitar la enseñanza y aprendizaje de las leyes de Newton. Análisis descriptivo preliminar. *Researchgate*, 1(1), 1-16. <https://acortar.link/hqesMo>
- Bragado, I. (2018). *Física general*. Universidad Católica San Antonio de Murcia. <https://acortarlink.cl/nq2ca>
- Bueche, F., y Hecht, E. (2007). *Física General*. McGraw-Hill Interamericana.
- Buep, A., y Fernandez, F. (2018). Lo que no suele ser contado en los problemas de planos inclinados con rozamiento. *Latin-American Journal of Physics Education*, 12(1), 1–5. <https://lc.cx/71zTDS>
- Burgaleta, P. (2016). El aprendizaje del profesor. *Revista de expresión gráfica arquitectónica*, 21(27), 74-87. <https://doi.org/10.4995/ega.2016.4731>
- Comisión de Educación ANQUE. (2005). La enseñanza de la Física y la Química. *Revista Eureka sobre Enseñanza de las Ciencias*, 2(1), 101-106. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92020110>
- Díaz-Solorzano, S., y González-Díaz, L. (2011). La fuerza normal: ¿una fuerza conservativa? *Revista Mexicana de Física*, (57), 51–56. <https://acortar.link/IECt0H>
- Escudero, C., González, S., y Jaime, E. (2009). El análisis de conceptos básicos de física en la resolución de problemas como fuente generadora de nuevas perspectivas. Un estudio en dinámica del movimiento circular. *Revista Educación y Pedagogía*, 17(43). <https://revistas.udea.edu.co/index.php/revistaeyp/article/view/6054>
- Estrada, A. y Alfaro, K. (2015). El método de casos como alternativa pedagógica para la enseñanza de la bibliotecología y las ciencias de la información. *Investigación bibliotecológica*, 29(65), 195-212. <https://acortar.link/QxEWOI>
- Ferreira, J., y Rodríguez, R. (2011). Efectividad de las actividades experimentales demostrativas como estrategia de enseñanza para la comprensión conceptual de la tercera ley de Newton en los estudiantes de fundamentos de Física del IPC. *Revista de Investigación*, 35(73), 61-84. <https://n9.cl/04aki>
- Giesecke, F., Mitchell, A., Spencer, H., Hill, I., Dygdon, J., Novak, J. y Lockhart, S. (2013). *Dibujo técnico con graficas de ingeniería*. Pearson.
- Gil, J., Solano, F., Tobaja, L., y Monfort, P. (2013). Propuesta de una herramienta didáctica

- basada en la V de Gowin para la resolución de problemas de física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 35(2), 1–12. <https://doi.org/10.1590/S1806-11172013000200017>
- Gómez, R., Marquina, J., y Marquina, V. (1984). Sobre las Leyes de Newton. *Revista Mexicana de Física*, 30(4), 693–708. <https://lc.cx/xBqBEb>
- Gómez, V., y Gavidia, V. (2015). Describir y dibujar en ciencias. La importancia del dibujo en las representaciones mentales del alumnado. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 12(3), 441–445. <https://doi.org/10498/17601>
- Huerta, R. (2022). Diseño y tipografía para formar docentes en educación artística. De la caligrafía al universo digital. *Revista Educación*, 31(60), 277-298. <https://doi.org/10.18800/educacion.202201.013>
- León, M. y Juárez, J. (2023). La influencia de las características diagramáticas de los dibujos de los estudiantes en la matematización para la resolución de problemas geométricos. *Educación Matemática*, 35(1), 59-86. <https://doi.org/10.24844/EM3501.03>
- Machuca, J., Maldonado, M. E, y Vincés, F. (2023). Tratamiento y representación de datos provenientes de escalas tipo Likert. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 736–747. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.6905
- Mimbrero, D. (2017). *El dibujo en perspectiva a mano alzada: una propuesta metodológica para la enseñanza de los sistemas de representación en bachillerato*. [Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Madrid]. Repositorio digital de la UPM. <https://oa.upm.es/48387/>
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2016). *Física 1 BGU*. Editorial Don Bosco. <https://bit.ly/3KtPPki>
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2018). *Física 2 BGU*. Editorial Don Bosco. <https://lc.cx/Z5u9CO>
- Moreno, A. (2018). *Equilibrio de la partícula*. [en línea]. [septiembre 2024]. <https://recursoseducativos.unam.mx/handle/123456789/18251>
- Moreno, N., Font, V., y Ramírez, J. (2016). La importancia de los diagramas en la resolución de problemas de cuerpos deformables en Mecánica: el caso de la fuerza de fricción. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 24(1), 158–172. <https://doi.org/10.4067/s0718-33052016000100015>
- Mujica, A. (2012). Estrategias para estimular el dibujo en los estudiantes de educación inicial. *Revista de investigación*, 36(77), 147-164. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=376140392008>
- Ocáriz, J. (2000). Diagramas de cuerpo libre ¿Puede dibujarlos cualquiera? <https://lc.cx/1PSEfO>
- Plata, F. (2014). Diseño e implementación de una propuesta para la enseñanza y aprendizaje de los conceptos de Torque y Equilibrio Rotacional mediante actividades

- experimentales: estudio de caso en el grado 7° del instituto Jorge Robledo del Municipio de Medellín [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio institucional - Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/51858>
- Prada, R., Hernández, C. y Gamboa, A. (2021). Evaluación del aprendizaje en Física: un análisis del concepto de fuerza. *Revista Boletín Redipe*, 10(13), 734-743. <https://doi.org/10.36260/rbr.v10i13.1784>
- Posadas, Y. (2015). Aspectos históricos, filosóficos y físicos de la Primera Ley de Newton. *Revista Eutopía*, 8(22), 51-60. <https://n9.cl/phcm7>
- Ramírez, C. (2024). *Planteamiento y solución de diagramas de cuerpo libre: una propuesta didáctica*. [Tesis de maestría. Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/86728>
- Rosolio, A., y Cassan, R. (2015). Reconocimiento de fuerzas y resolución en voz alta. Un método de análisis. *Revista de Enseñanza de La Física*, 27(2), 243–250. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/12613>
- Sebastiá, J. (2013). Las Leyes de Newton de la mecánica: Una revisión histórica y sus implicaciones en los textos de enseñanza. *Revista Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 199–217. <https://doi.org/10.7203/dces.27.2241>
- Serway, R., y Jewett, J. (2019). *Física para ciencias e ingeniería* (Vol. 1). Cengage Learning.
- Serway, R., y Vuille, C. (2018). *Fundamentos de Física* (Vol. 1). Cengage Learning Editores, S.A. de C.V. <https://acortar.link/647Vr7>
- Suaza, O. de J. (2011). *Los diagramas de fuerza como elemento fundamental en la enseñanza-aprendizaje de las leyes de Newton bajo un enfoque constructivista. Estudio de caso en x grado de la institución educativa Alejandro Vélez Barrientos del Municipio de Envigado*. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/9216>
- Tippens, P. (2011). *Física, conceptos y aplicaciones* (L. A. Valdez Vázquez (ed.)). McGraw-Hill Interamericana.
- Wilson, J., Buffa, A., y Lou, B. (2007). *Física*. Pearson.
- Wörner, C. (2012). Simplemente: el plano inclinado. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 34(2). <https://doi.org/10.1590/s1806-11172012000200008>
- Young, H., y Freedman, R. (2018). *Física Universitaria con física moderna 1*. Pearson Educación de México.

11. Anexos

Anexo 1

Propuesta de mejora



unl

Universidad
Nacional
de Loja



Guía de Implementación de la Estrategia IPEE de Young y Freedman para resolver problemas de Dinámica

Facultad de la Educación, el Arte y la Comunicación

Pedagogía de las ciencias experimentales:
Matemáticas y la Física

Stefi Lisseth Escobar Mera

Loja – Ecuador
2025

Índice de contenidos

03	Presentación
04	Objetivos
05	Justificación
06	Desarrollo de la propuesta
16	Resultados esperados
17	Bibliografía
18	Anexos

Presentación

La presente *Guía de implementación de la estrategia IPEE de Young y Freedman* ha sido diseñada como una propuesta didáctica para reforzar la enseñanza de la física en el bachillerato, en especial, fortalecer el proceso de interpretación y resolución de problemas de Dinámica. La estrategia IPEE tiene como propósito proporcionar a los estudiantes una estrategia general para la resolución de problemas. Dicha estrategia, ofrece un marco estructurado de cuatro pasos (Identificación, Planteamiento, Ejecución y Evaluación), los cuales, guían a los estudiantes de manera clara y lógica, permitiendo a su vez visualizar el problema físico desde un enfoque más estructurado.

Esta guía busca dar a los estudiantes lineamientos claros para organizar el proceso de resolución de problemas de física, ayudándoles a abordar cada problema de manera sistemática y lógica. La implementación de esta estrategia no solo mejora la capacidad de los estudiantes para resolver problemas, sino también fomenta el desarrollo de habilidades del pensamiento crítico, análisis y autonomía, esenciales para su formación académica y profesional. De este modo, la guía de implementación de la estrategia IPEE tiene un enfoque integral que busca llevar a cabo la resolución de problemas, además de desarrollar una comprensión más profunda de los principios fundamentales de la Dinámica.

Al aplicar la estrategia IPEE dentro del aula de clases, se espera que los estudiantes se enfrenten a los problemas con una mentalidad organizada y metodológica, mejorando así, su desempeño en las clases de Dinámica y fortaleciendo su confianza en la resolución de problemas físicos.

Objetivo

Fortalecer el proceso de interpretación y resolución de problemas de Dinámica mediante la estrategia IPEE de Young y Freedman.

Justificación

La resolución de problemas de Dinámica representa un reto significativo para los estudiantes, ya que involucra la aplicación de principios físicos abstractos a situaciones concretas. Así pues, un aspecto fundamental de estos problemas es la capacidad de interpretar y analizar las fuerzas que actúan sobre un cuerpo en movimiento, lo cual se facilita a través de representaciones visuales como los esquemas y Diagramas de Cuerpo Libre (DCL). Sin embargo, muchos estudiantes enfrentan dificultades al intentar representar estas fuerzas y relacionarlas con las ecuaciones del movimiento. En este sentido, la implementación de la estrategia IPEE de Young y Freedman se expone como una solución eficaz para llevar a cabo el proceso de resolución y fortalecer la interpretación de los problemas, asegurando la comprensión clara y sistemática de los conceptos involucrados.

La necesidad de adoptar esta estrategia es debido a la complejidad que pueden representar algunos problemas de Dinámica en estudiantes del nivel de bachillerato. Para abordar de manera correcta estos problemas, es importante que los estudiantes no solo sean capaces de identificar las fuerzas involucradas dentro del sistema, sino también de representarlas adecuadamente en un DCL, y luego aplicar las leyes de Newton para establecer correctamente las ecuaciones de movimiento.

La importancia de esta guía radica en que ofrece un método probado para superar las dificultades comunes en la resolución de problemas de Dinámica. De manera que, para que los DCL sean útiles, los estudiantes deben tener un enfoque sistemático que les permita identificar correctamente las fuerzas actuantes y cómo estas se relacionan con las ecuaciones de movimiento.

Por lo tanto, esta guía de implementación ayudará a los estudiantes a desarrollar habilidades de análisis crítico, al mismo tiempo, fomentará una comprensión más profunda de los principios de la Física, ya que, al aplicar la estrategia IPEE, los estudiantes no solo resuelven problemas de manera más eficiente, sino también mejoran su capacidad para interpretar situaciones físicas complejas y aplicar soluciones adecuadas.

Desarrollo de la propuesta

IPEE, es una estrategia sistemática para abordar y resolver problemas de Física de manera estructurada y eficiente. Fue propuesta por Young y Freedman (2018), en su libro Física Universitaria Volumen 1. Esta estrategia se compone de cuatro pasos que proporcionan un camino claro para la resolución de problemas, resultando especialmente útil en Dinámica como en otras ramas de la Física, ya que facilita el desglose de problemas complejos en partes más manejables. Esto se logra a través de la identificación de todas las variables, fuerzas, condiciones y principios físicos involucrados, lo que permite tener una visión clara de los elementos relevantes y asegura que se aborden todos los aspectos esenciales del problema.

Los pasos para llevar a cabo esta estrategia son:

- 1. Identificar:** reconocer el problema, identificando variables, fuerzas, leyes a utilizar y condiciones iniciales.
- 2. Plantear:** elaborar un esquema sencillo o analizarlo en caso de ya existir, dibujar un DCL por cada cuerpo que intervenga en el problema (incluyendo vectores para cada fuerza).
- 3. Ejecutar:** realizar los cálculos, descomponiendo las fuerzas en sus componentes. En caso de existir más cuerpos, repetir el proceso.
- 4. Evaluar:** verificar si los resultados son los correctos, comparando respuestas con un compañero o libro guía.

Un aspecto clave de la estrategia para su implementación, consiste en el paso dos, plantear el problema, en donde se debe elaborar un esquema y un DCL. A continuación, se proponen algunos problemas de Dinámica resueltos con esta estrategia, haciendo énfasis en la parte gráfica.

Problema 1

Una caja de 8 kg se encuentra sobre un plano inclinado de 20° con coeficiente de fricción cinética $\mu_k = 0.3$. Se le aplica una fuerza de 40 N paralela al plano hacia arriba. Determina la aceleración de la caja y la fuerza de fricción.

Identificar

Leer y extraer los valores y unidades que el problema proporciona.

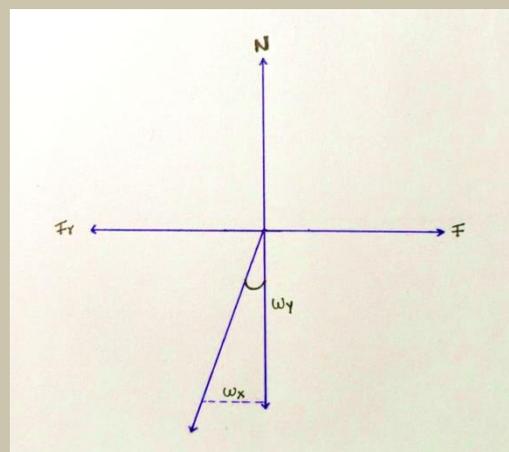
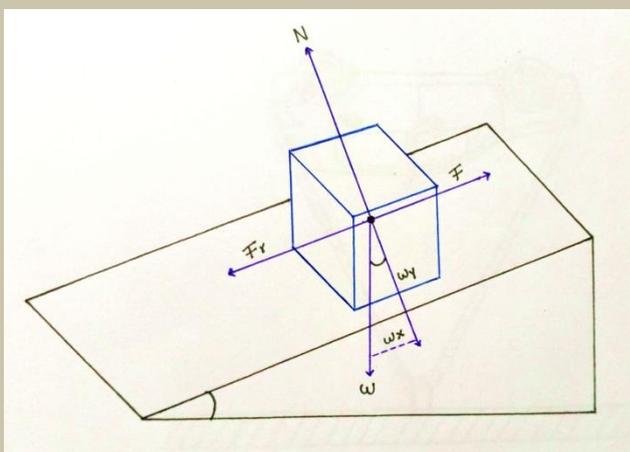
Datos del problema	Fuerzas involucradas	Datos desconocidos
$m = 8 \text{ kg}$ $\theta = 20^\circ$ $F = 40 \text{ N}$ $\mu_k = 0.3$ $g = 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	$w = mg$ $w_x = mg \sin \theta$ $w_y = mg \cos \theta$ $F_r = \mu_k N = \mu_k w_y$ $F = 40 \text{ N}$	$a = ?$ $F_r = ?$

Plantear

Dibujar cada cuerpo involucrado y marcar todas las fuerzas que actúan sobre él.

(Anexo 1: Recomendaciones para realizar esquemas)

Esquema y DCL



Ecuaciones de movimiento

Para da solución al problema, utilizar la segunda ley de Newton.

$$F - w_x - F_r = ma$$

$$F - mg \sin \theta - \mu_k w_x = ma$$

$$F - mg \sin \theta - \mu_k mg \cos \theta = ma$$

Ejecutar

Sustituir las fuerzas en las ecuaciones.

$$F - mg \sin \theta - \mu_k mg \cos \theta = ma$$

$$(40 \text{ N}) - (8 \text{ kg}) \left(9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) \sin(20^\circ) - (0.3)(8 \text{ kg}) \left(9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) \cos(20^\circ) = 8a$$

Nota. No olvidar ubicar las unidades correspondientes.

Realizar las operaciones matemáticas.

$$(40 \text{ N}) - (8 \text{ kg}) \left(9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) \sin(20^\circ) - (0.3)(8 \text{ kg}) \left(9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) \cos(20^\circ) = 8a$$

$$(40 \text{ N}) - (26.83 \text{ N}) - (22.03 \text{ N}) = (8 \text{ kg})a$$

$$-8.86 \text{ N} = (8 \text{ kg})a$$

$$\frac{-8.86 \text{ N}}{8 \text{ kg}} = a$$

$$a \approx -1.11 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

La aceleración tiene signo negativo porque la fuerza de fricción y la componente paralela del peso son mayores que la fuerza aplicada.

$$F_r = \mu_k N; N = w_y$$

$$F_r = (0.3)(mg \cos \theta)$$

$$F_r = (0.3)(8 \text{ kg}) \left(9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) \cos(20^\circ)$$

$$F_r \approx 22.12 \text{ N}$$

Respuesta: La aceleración de la caja es de $-1.11 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, y la fuerza de fricción es de 22.12 N.

Evaluar

Verificar que las unidades del resultado sean correctas y consistentes con la magnitud que se busca, comparándolos con el sentido común.

Comprobar unidades

- La aceleración tiene unidades de $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.
- La fuerza de fricción tiene unidades en N.

Coherencia física

- La aceleración es negativa porque existe desaceleración, debido a que la fuerza de fricción es mayor que la fuerza aplicada, por lo tanto, la caja se detendrá en algún momento.

Problema 2

En un sistema de poleas, se conecta una masa $m_1 = 5 \text{ kg}$ con una masa $m_2 = 3 \text{ kg}$ a través de una cuerda ideal. La polea es ligera y sin fricción. Se aplica una fuerza $F = 60 \text{ N}$ sobre m_1 . Determina la aceleración del sistema y la tensión de la cuerda.

Identificar

Leer y extraer los valores y unidades que el problema proporciona.

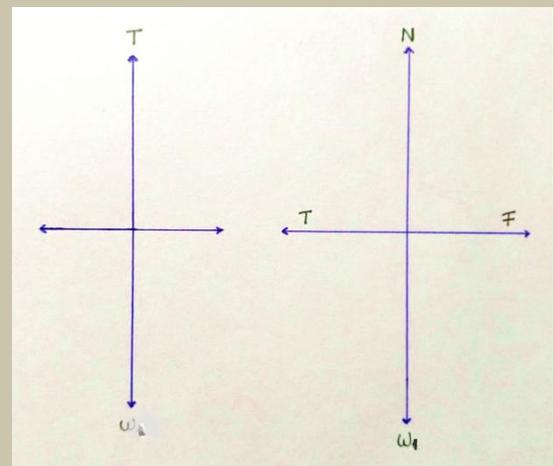
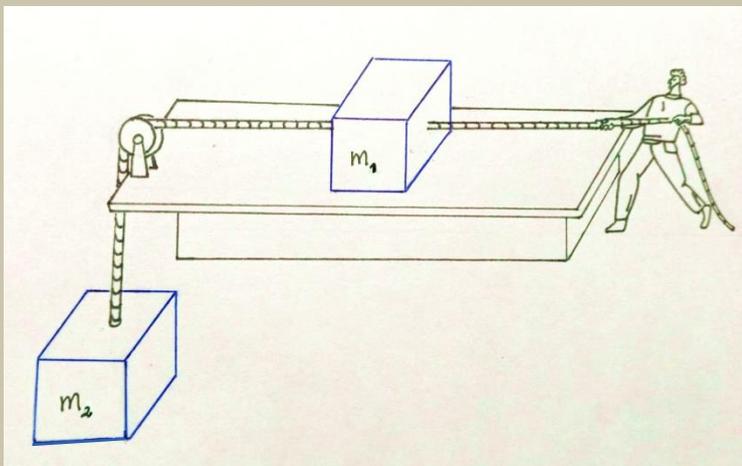
Datos del problema	Fuerzas involucradas		Datos desconocidos
$m_1 = 5 \text{ kg}$ $m_2 = 3 \text{ kg}$ $F = 60 \text{ N}$ $g = 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	Para m_1 : - F - T	Para m_2 : - T - m_2g	$a = ?$ $T = ?$

Plantear

Dibujar cada cuerpo involucrado y marcar todas las fuerzas que actúan sobre él.

(Anexo 2: Recomendaciones para realizar trazos en pizarra)

Esquema y DCL



Ecuaciones de movimiento

Para m_1 :

$$F - T = m_1 a \quad (1)$$

Para m_2 :

$$T - m_2 g = m_2 a \quad (2)$$

Ejecutar

Despejar T de la ecuación (2):

$$T - m_2 g = m_2 a$$

$$T = m_2 a + m_2 g$$

$$T = m_2 (a + g)$$

Sustituir en la ecuación (1):

$$F - T = m_1 a$$

$$F - [m_2 (a + g)] = m_1 a$$

$$F - m_2 (a + g) = m_1 a$$

$$F - m_2 a - m_2 g = m_1 a$$

$$F - m_2 g = m_1 a + m_2 a$$

$$F - m_2 g = (m_1 + m_2) a$$

Despejar a :

$$a = \frac{F - m_2 g}{(m_1 + m_2)}$$

Reemplazar valores:

$$a = \frac{F - m_2 g}{(m_1 + m_2)}$$

$$a = \frac{(60 \text{ N}) - (3 \text{ kg}) \left(9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)}{(5 \text{ kg} + 3 \text{ kg})}$$

$$a = \frac{(60 \text{ N}) - (29.3 \text{ N})}{(8 \text{ kg})}$$

$$a = \frac{(30.57 \text{ N})}{(8 \text{ kg})}$$

$$a = 3.82 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Utilizar la ecuación (1) y reemplazar:

$$F - T = m_1 a$$

$$60 \text{ N} - T = (5 \text{ kg}) \left(3.82 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)$$

$$60 \text{ N} - T = 19.1 \text{ N}$$

$$-T = 19.1 \text{ N} - 60 \text{ N}$$

$$-T = -40.9 \text{ N}$$

$$T = 40.9 \text{ N}$$

Respuesta: La aceleración del sistema es $3.82 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, y la tensión en la cuerda es 40.9 N.

Evaluar

Verificar que las unidades del resultado sean correctas y consistentes.

Comprobar unidades

- La aceleración tiene unidades de $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.
- La tensión tiene unidades en N.

Coherencia física

- El valor de la aceleración y tensión no son excesivas, lo que indica que el sistema responde de forma natural a las fuerzas aplicadas.

Problema 3

Un móvil de masa $m = 10 \text{ kg}$ está suspendido por dos cuerdas idénticas, cada una con una longitud $L = 4 \text{ m}$. Las cuerdas están unidas a un nodo en el techo. Las cuerdas están dispuestas de tal forma que forman un ángulo de 30° con la vertical, y el móvil está en equilibrio estático. Calcular:

- Las tensiones en las cuerdas.
- La fuerza neta en el nodo del techo.

Identificar

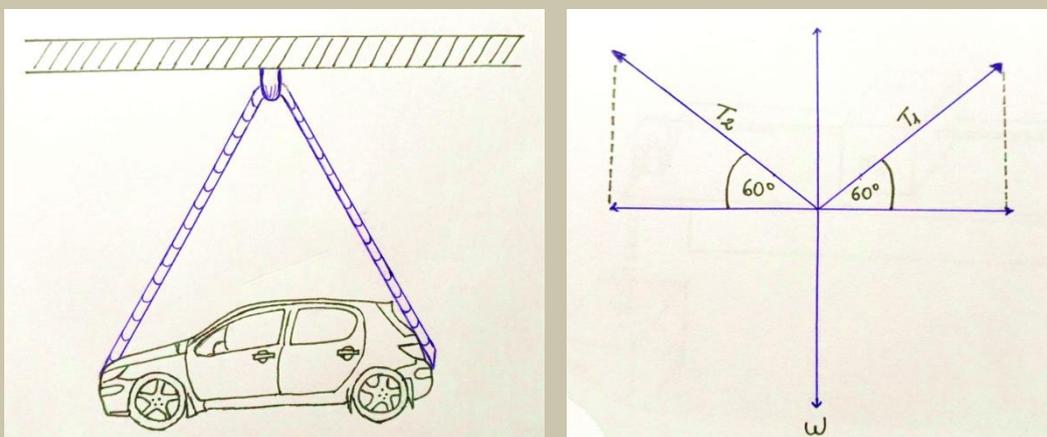
Leer y extraer los valores y unidades que el problema proporciona.

Datos del problema	Fuerzas involucradas	Datos desconocidos
$m = 10 \text{ kg}$ $L = 4 \text{ m}$ $\theta = 30^\circ$ $g = 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	$w = 10 \text{ kg} \left(9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) = 98.1 \text{ N}$	$T_1 = ?$ $T_2 = ?$ $F = ?$

Plantear

Dibujar cada cuerpo involucrado y marcar todas las fuerzas que actúan sobre él.

Esquema y DCL



Ecuaciones de movimiento

Componente vertical

$$T_1 \sin \theta + T_2 \sin \theta = w$$

Componente horizontal

$$T_1 \cos \theta = T_2 \cos \theta$$

Ejecutar

Resolver la ecuación de fuerzas horizontales (ángulo complementario).

$$T_1 \cos \theta = T_2 \cos \theta$$

$$T_1 \cos 60^\circ = T_2 \cos 60^\circ$$

$$T_1 = T_2$$

Resolver la ecuación de fuerzas verticales.

$$T_1 \sin \theta + T_2 \sin \theta = w$$

Dado que $T_1 = T_2$

$$T_1 \sin \theta + T_1 \sin \theta = w$$

$$2T_1 \sin \theta = w$$

Despejar T_1

$$T_1 = \frac{w}{2 \sin \theta}$$

$$T_1 = \frac{98.1 \text{ N}}{2 \sin 60^\circ}$$

$$T_1 = 56.6 \text{ N}$$

$$T_1 = T_2 = 56.6 \text{ N}$$

$$F_{horizontal} = T_1 \cos \theta + T_2 \cos \theta$$

$$F_{horizontal} = (56.6 \text{ N}) \cos 60^\circ + (56.6 \text{ N}) \cos 60^\circ$$

$$F_{horizontal} = 28.3 \text{ N} + 28.3 \text{ N}$$

$$F_{horizontal} = 56.6 \text{ N}$$

$$F_{vertical} = T_1 \sin \theta + T_2 \sin \theta$$

$$F_{vertical} = (56.6 \text{ N}) \sin 60^\circ + (56.6 \text{ N}) \sin 60^\circ$$

$$F_{vertical} = 49.01 \text{ N} + 49.01 \text{ N}$$

$$F_{vertical} = 98.03 \text{ N}$$

Fuerza neta en el nodo

$$F_{nodo} = \sqrt{F_{horizontal}^2 + F_{vertical}^2}$$

$$F_{nodo} = \sqrt{(56.6 \text{ N})^2 + (98.03 \text{ N})^2}$$

$$F_{nodo} \approx 113.19 \text{ N}$$

Respuesta: La tensión en cada cuerda es de 56.6 N y la fuerza en el nodo es de 113.19 N.

Evaluar

Verificar que las unidades del resultado sean correctas y consistentes.

Comprobar unidades

- La fuerza tiene unidades en N.
- La tensión tiene unidades en N.

Coherencia física

- Las tensiones son iguales debido a que las cuerdas cuentan con las mismas características, además, ambas forman un ángulo de 30° con la vertical.

Resultados esperados

Lo que se espera lograr con la implementación de la guía de resolución de problemas de Dinámica utilizando la estrategia IPEE, es mejorar la comprensión y el desempeño de los estudiantes en varios aspectos clave del proceso que conlleva el aprendizaje, tales como:

- Los estudiantes desarrollarán una habilidad más sólida para reconocer y diferenciar las fuerzas que influyen en un cuerpo en movimiento. Esto se logrará a través de la utilización efectiva de los DCL, ya que les permitirá visualizar claramente las fuerzas y la relación que tienen estas con cada movimiento.
- Se espera que los estudiantes adquieran una mayor precisión y claridad al dibujar y analizar los DCL, lo que facilitará la aplicación de las leyes de Newton en la resolución de los problemas.
- Con la implementación de la estrategia IPEE, los estudiantes podrán aplicar las ecuaciones del movimiento de manera más efectiva, comprendiendo la relación entre las fuerzas representadas y las ecuaciones resultantes, mejorando la calidad y exactitud de sus soluciones.
- La estrategia aumentará la capacidad de los estudiantes para abordar problemas de Dinámica de manera ordenada y lógica. Esto no solo mejorará la eficiencia en la resolución de problemas, sino también fomentará el pensamiento crítico y la capacidad de análisis.
- Los estudiantes serán capaces de enfrentar problemas de Dinámica más complejos con mayor confianza, ya que cuentan con una estrategia clara y comprobada para desglosar y resolver las situaciones planteadas.
- Los estudiantes no solo se beneficiarán con habilidades de resolución, sino también, mejorarán su comprensión de los principios físicos, interpretándolos mejor y reconociendo el proceso que se debe llevar a cabo para lograr obtener una correcta solución.
- Se espera que los estudiantes experimenten una mejora significativa en su desempeño académico, es decir, en exámenes y actividades relacionadas con la Dinámica, lo que se verá reflejado en sus notas.

Bibliografía

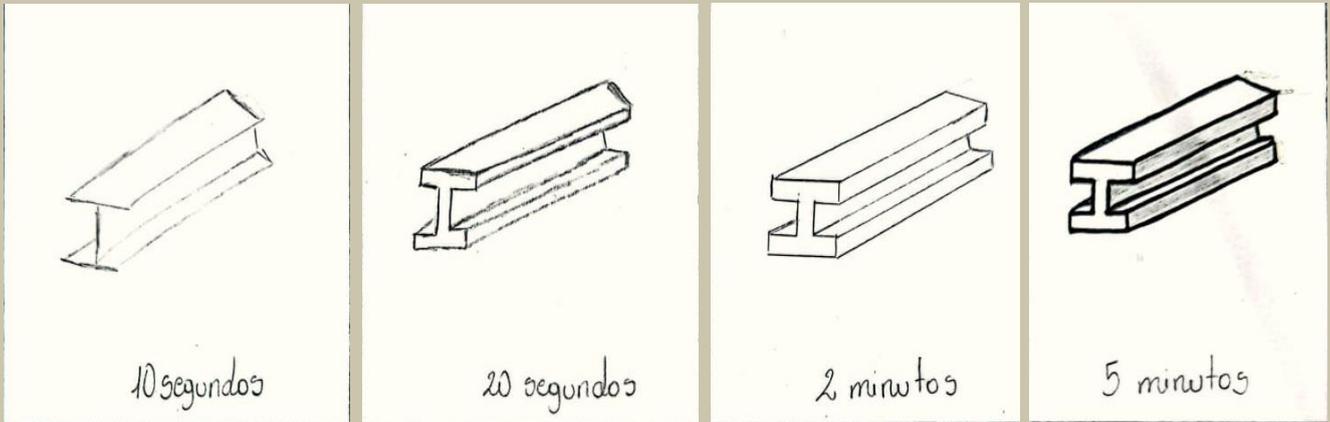
- Giesecke, F., Mitchell, A., Spencer, H., Hill, I., Dygdon, J., Novak, J. y Lockhart, S. (2013). *Dibujo técnico con graficas de ingeniería*. Pearson.
- Huerta, R. (2022). Diseño y tipografía para formar docentes en educación artística. De la caligrafía al universo digital. *Revista Educación*, 31(60), 277-298. <https://doi.org/10.18800/educacion.202201.013>
- Mimbrero, D. (2017). *El dibujo en perspectiva a mano alzada: una propuesta metodológica para la enseñanza de los sistemas de representación en bachillerato*. [Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Madrid]. Repositorio digital de la UPM. <https://oa.upm.es/48387/>
- Young, H., y Freedman, R. (2018). *Física Universitaria con física moderna 1*. Pearson Educación de México.

Anexos

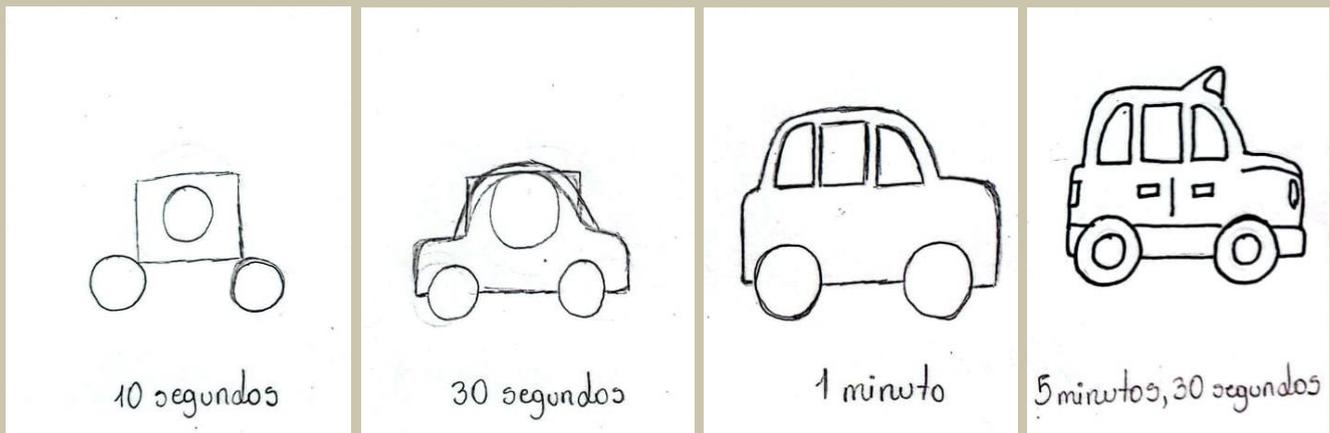
Anexo 1: Recomendaciones para realizar esquemas

Elementos Tangibles

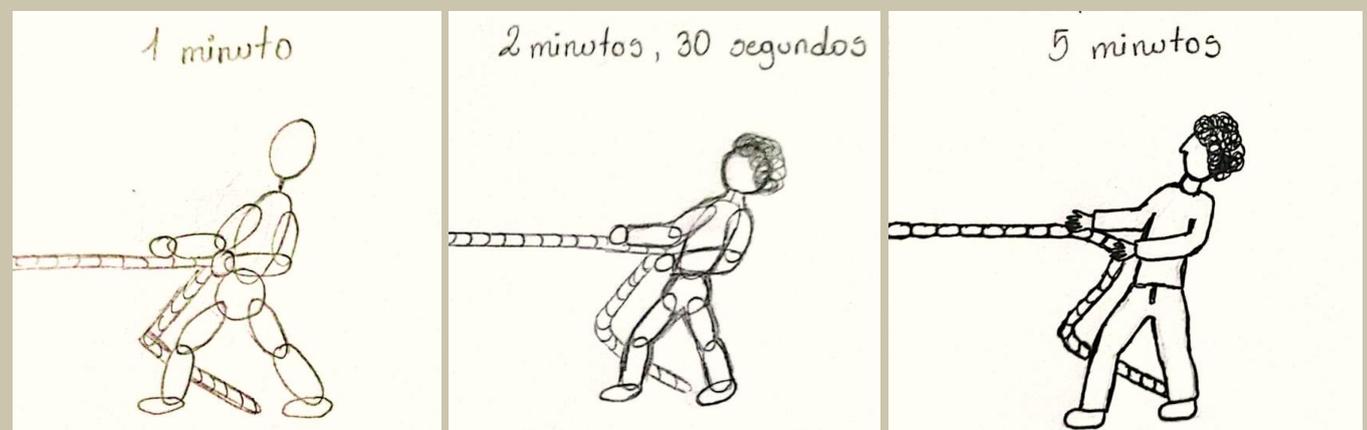
Para vigas



Para móviles

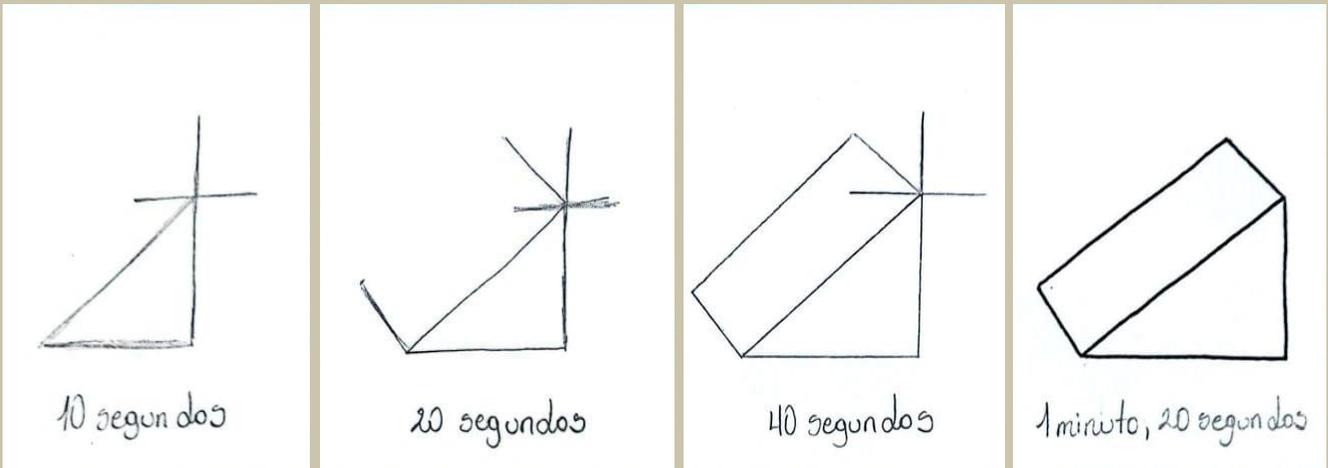


Para personas

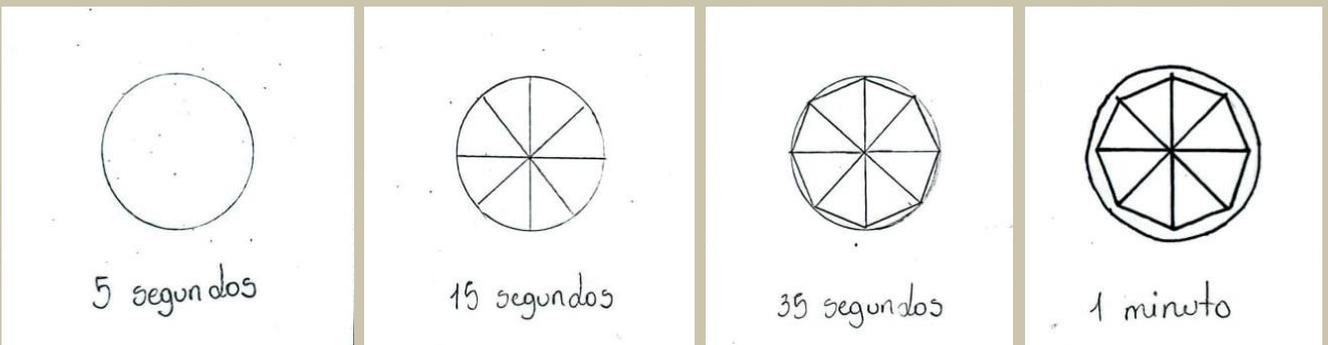


Elementos Intagibles

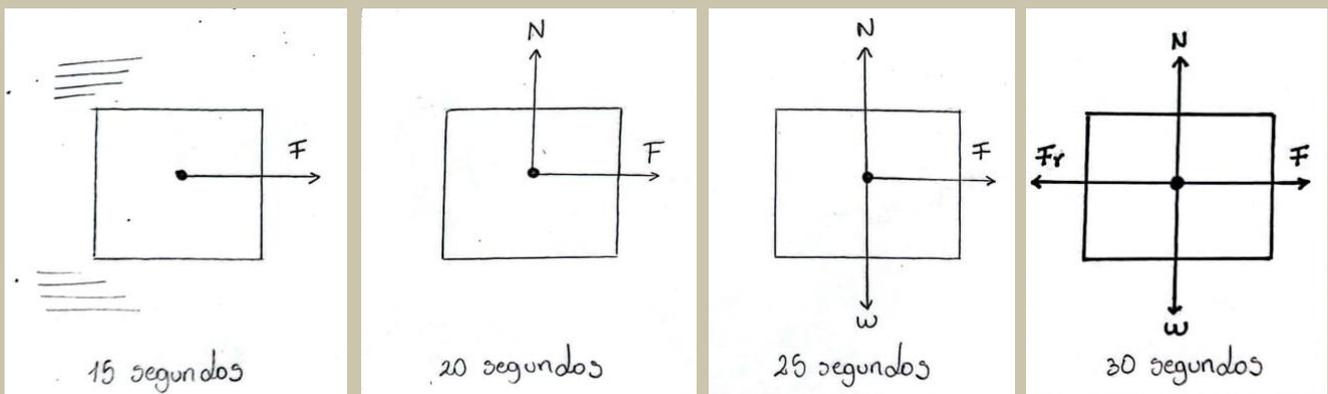
Para planos inclinados



Para nodos



Para fuerzas externas



Anexo 2: Recomendaciones para realizar trazos en pizarra

1. Es fundamental utilizar marcadores de pizarra de buena calidad (tinta líquida), ya que los de baja calidad tienden a liberar más tinta, lo que deja residuos que pueden manchar la ropa. Además, estos marcadores suelen ser más difíciles de borrar.
2. Mantener una presión ligera al dibujar. Los trazos fuertes pueden generar más residuos, lo que incrementa la posibilidad de manchar el brazo.
3. Evitar que el brazo toque la pizarra. Esto se puede lograr sosteniendo el marcador con el dedo índice y el pulgar (técnica de garra), moviendo solo la muñeca o los dedos y procurando que el antebrazo no entre en contacto con la superficie.
4. Intentar mantener el codo ligeramente elevado mientras se dibuja, esto permitirá que el brazo se desplace adecuadamente en el aire.
5. Si es posible, empezar a dibujar desde la parte superior de la pizarra y a medida que avance con el dibujo ir hacia la parte inferior, esto permitirá un mejor manejo de espacio en la pizarra.

Anexo 2

Encuesta dirigida a docentes y estudiantes

Sección 1

- 1) ¿Considera que las explicaciones orales son suficientes para analizar, plantear y resolver problemas de Dinámica?**
 - Muy en desacuerdo (1)
 - No estoy de acuerdo (2)
 - De acuerdo (3)
 - Muy de acuerdo (4)

- 2) ¿Considera que los ejemplos analizados en clase le han ayudado a comprender la importancia de utilizar diagramas de cuerpo libre en la resolución de problemas?**
 - Muy en desacuerdo (1)
 - No estoy de acuerdo (2)
 - De acuerdo (3)
 - Muy de acuerdo (4)

- 3) ¿Considera que las actividades autónomas contribuyen a fortalecer su capacidad para resolver problemas de Dinámica?**
 - Muy en desacuerdo (1)
 - No estoy de acuerdo (2)
 - De acuerdo (3)
 - Muy de acuerdo (4)

- 4) ¿Considera importante para su aprendizaje de la Dinámica, que el docente fomente la participación activa de los estudiantes?**
 - Muy en desacuerdo (1)
 - No estoy de acuerdo (2)
 - De acuerdo (3)
 - Muy de acuerdo (4)

- 5) ¿Considera importante para su aprendizaje de la Dinámica que el docente fomente su participación en la pizarra?**
 - Muy en desacuerdo (1)
 - No estoy de acuerdo (2)
 - De acuerdo (3)
 - Muy de acuerdo (4)

- 6) ¿Considera importante que el docente proporcione retroalimentación para mejorar su desempeño en la elaboración de diagramas de cuerpo libre?**

Muy en desacuerdo (1)

No estoy de acuerdo (2)

De acuerdo (3)

Muy de acuerdo (4)

7) ¿Cómo considera mejor que el docente realice la retroalimentación para fortalecer su capacidad para plantear diagramas de cuerpo libre?

	1	2	3	4
Individual (en su cuaderno)				
Individual (en la pizarra)				
Grupal (en clase)				
Digital por el EVA				

8) ¿Considera que la colaboración activa entre compañeros contribuye a su capacidad para plantear y resolver problemas de Dinámica?

Muy en desacuerdo (1)

No estoy de acuerdo (2)

De acuerdo (3)

Muy de acuerdo (4)

9) ¿Durante las clases se relaciona conceptos de la Dinámica con ejemplos de la vida diaria haciendo énfasis en la elaboración de diagramas de cuerpo libre?

Muy en desacuerdo (1)

No estoy de acuerdo (2)

De acuerdo (3)

Muy de acuerdo (4)

10) ¿Considera que comprende suficientemente bien los fundamentos conceptuales de la Dinámica?

Muy en desacuerdo (1)

No estoy de acuerdo (2)

De acuerdo (3)

Muy de acuerdo (4)

11) ¿Ha experimentado dificultades para representar en esquemas o en diagramas de cuerpo libre los siguientes elementos físicos?

Escala: Dificultad muy baja (1), Dificultad baja (2), Dificultad alta (3), Dificultad muy alta (4)

	1	2	3	4
Personas				
Cuerpos rígidos				
Móviles (por ejemplo: un auto)				
Vigas o estructuras				

12) ¿Ha experimentado dificultades al representar en esquemas o diagramas de cuerpo libre los siguientes elementos físicos?

Escala: Dificultad muy baja (1), Dificultad baja (2), Dificultad alta (3), Dificultad muy alta (4)

	1	2	3	4
Sistemas de coordenadas				
Reconocer vectores fuerza				
Nodos				
Planos inclinados				

13) ¿Es capaz de aplicar los conceptos de la Dinámica para analizar situaciones relacionadas con problemas de la vida cotidiana?

Muy en desacuerdo (1)

No estoy de acuerdo (2)

De acuerdo (3)

Muy de acuerdo (4)

14) ¿Considera que es capaz de utilizar los diagramas de cuerpo libre para analizar situaciones o problemas de la vida cotidiana (ejemplo: empujar un mueble)?

Muy en desacuerdo (1)

No estoy de acuerdo (2)

De acuerdo (3)

Muy de acuerdo (4)

15) ¿Considera que es capaz de proporcionar ejemplos específicos de cómo utilizar los diagramas de cuerpo libre fuera de un entorno de clase?

Muy en desacuerdo (1)

No estoy de acuerdo (2)

De acuerdo (3)

Muy de acuerdo (4)

16) ¿Ha experimentado dificultades para plantear e interpretar diagramas de cuerpo libre en situaciones prácticas?

Muy en desacuerdo (1)

No estoy de acuerdo (2)

De acuerdo (3)

Muy de acuerdo (4)

17) ¿En el desarrollo de las clases, el docente integra los conceptos aprendidos en las prácticas de laboratorio para el análisis, planteamiento e interpretación de problemas de la Dinámica?

Muy en desacuerdo (1)

No estoy de acuerdo (2)

De acuerdo (3)

Muy de acuerdo (4)

18) ¿Considera que a través de los diagramas de cuerpo libre ha mejorado su capacidad para resolver problemas de Dinámica?

Muy en desacuerdo (1)

No estoy de acuerdo (2)

De acuerdo (3)

Muy de acuerdo (4)

19) ¿Considera que a través de los diagramas de cuerpo libre ha mejorado su capacidad para resolver problemas físicos en el contexto de la vida real?

Muy en desacuerdo (1)

No estoy de acuerdo (2)

De acuerdo (3)

Muy de acuerdo (4)

20) ¿Ha tenido dificultades para realizar diagramas de cuerpo libre porque en algunas ocasiones se le ha complicado transferir conceptos de la Dinámica al lenguaje físico?

Muy en desacuerdo (1)

No estoy de acuerdo (2)

De acuerdo (3)

Muy de acuerdo (4)

21) ¿Considera que la calidad de representación de los dibujos en los diagramas de cuerpo libre es un aspecto clave para resolver problemas de Dinámica?

Muy en desacuerdo (1)

No estoy de acuerdo (2)

De acuerdo (3)

Muy de acuerdo (4)

22) ¿Considera importante que para su comprensión de la Dinámica los diagramas de cuerpo libre sean dibujados por el docente con cierto nivel de detalle y claridad?

Muy en desacuerdo (1)

No estoy de acuerdo (2)

De acuerdo (3)

Muy de acuerdo (4)

23) ¿Considera que el nivel de detalle en los dibujos realizados por el docente ha sido el suficiente para que los diagramas de cuerpo libre sean útiles para resolver problemas de Dinámica?

Muy en desacuerdo (1)

No estoy de acuerdo (2)

De acuerdo (3)

Muy de acuerdo (4)

24) ¿Le gustaría que su docente dedique tiempo a mejorar sus habilidades de dibujo con el fin de fortalecer la representación de diagramas de cuerpo libre?

Muy en desacuerdo (1)

No estoy de acuerdo (2)

De acuerdo (3)

Muy de acuerdo (4)

25) ¿Prefiere que los diagramas de cuerpo libre sean dibujados a mano?

Muy en desacuerdo (1)

No estoy de acuerdo (2)

De acuerdo (3)

Muy de acuerdo (4)

26) ¿Prefiere que los diagramas de cuerpo libre sean generados digitalmente?

Muy en desacuerdo (1)

No estoy de acuerdo (2)

De acuerdo (3)

Muy de acuerdo (4)

27) ¿Considera que los diagramas de cuerpo libre con bajo nivel de detalle limitan la capacidad de análisis del problema físico y, por lo tanto, su resolución?

Muy en desacuerdo (1)

No estoy de acuerdo (2)

De acuerdo (3)

Muy de acuerdo (4)

28) ¿Considera que las habilidades de dibujo en los estudiantes limitan la capacidad para representar, analizar y resolver correctamente un problema físico?

Muy en desacuerdo (1)

No estoy de acuerdo (2)

De acuerdo (3)

Muy de acuerdo (4)

29) ¿Considera que las habilidades de dibujo en los docentes limitan la efectividad en la impartición de las clases de Dinámica?

Muy en desacuerdo (1)

No estoy de acuerdo (2)

De acuerdo (3)

Muy de acuerdo (4)

Sección 2

30) De las siguientes situaciones, ¿cuál considera que debe ser resuelta a través de conceptos de Dinámica?

Programar un algoritmo informático

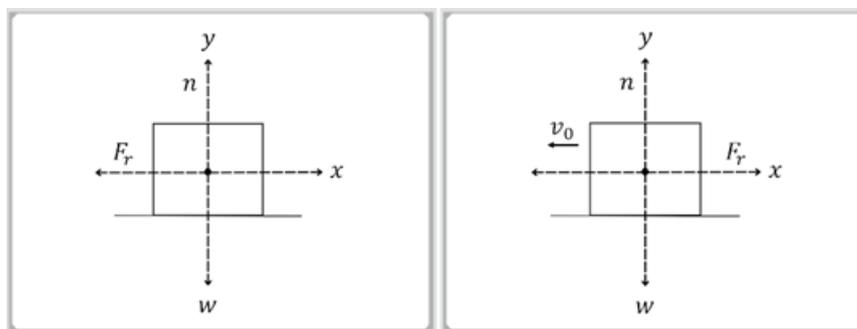
Pintar un cuadro

Columpiarse

Manejar

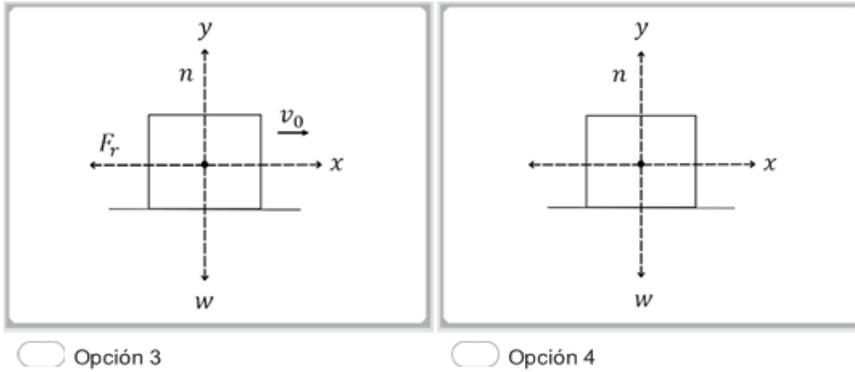
31) Analice el siguiente problema y seleccione el diagrama de cuerpo libre correcto.

Por una pista horizontal cubierta de nieve, se desliza con dirección hacia la derecha un trineo, de masa $m = 105 \text{ kg}$, con velocidad $v = 36 \text{ km/h}$. El coeficiente de rozamiento entre el trineo y la nieve es de $\mu = 0.025$.



Opción 1

Opción 2



32) Analice la siguiente situación y seleccione la opción correcta: Un automóvil está estacionado en una pendiente, luego de un tiempo, el conductor suelta el freno y el automóvil comienza a rodar hacia abajo.

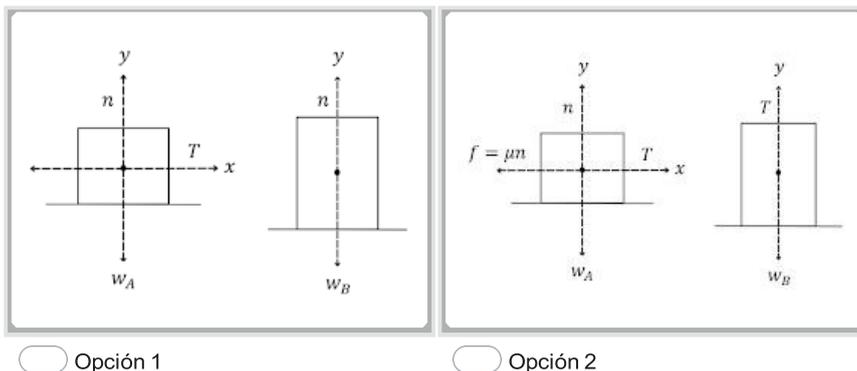
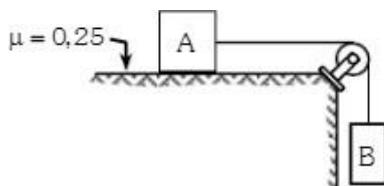
El automóvil empezará a moverse por la fricción generada.

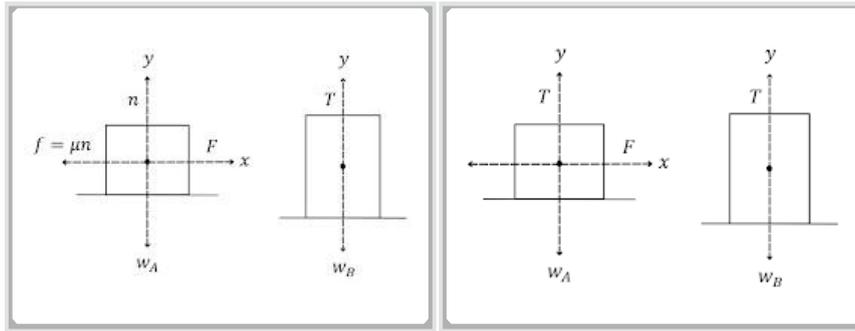
El automóvil se detendrá cuando la fricción del suelo sea mayor que la fuerza de gravedad.

El automóvil no rodará a menos que una fuerza externa lo empuje.

Una vez que el automóvil empiece su movimiento no hay fuerzas que actúen sobre él.

33) A partir del siguiente esquema, seleccione el diagrama de cuerpo libre correcto.





Opción 3

Opción 4

34) ¿Te sientes satisfecho con las clases recibidas sobre Dinámica?

Muy en desacuerdo (1)

No estoy de acuerdo (2)

De acuerdo (3)

Muy de acuerdo (4)

Anexo 3

Bitácora de búsqueda

VARIABLE: DIAGRAMAS DE CUERPO LIBRE Y DINÁMICA										
FECHA	MOTOR DE BÚSQUEDA	ECUACIÓN DE BÚSQUEDA	NÚMERO TOTAL DE RESULTADOS	TÍTULO DE LOS RESULTADOS MAS RELEVANTES	AÑO	AUTOR	ENLACE		TIPO DE DOCUMENTO	NOMBRE CON EL QUE SE DESCARGÓ
							ORIGINAL	RECORTADO		
27/09/2024	Google Académico	"leyes de newton"+"newton"	8 280	Sobre las leyes de Newton	1984	Raúl Gómez, José Marquina y Vivianne Marquina	https://rmf.smf.mx/ojs/index.php/rmf/article/view/1299/1320	https://lc.cx/xBqBEb	Artículo de revista	Gómez, R., Marquina, J. y Marquina, V. (1984). Sobre las leyes de newton
		"fisica para ciencias e ingeniería"	1 420	Física para ciencias e ingeniería Volumen 1, séptima edición	2008	Raymond Serway y John Jewett	http://www2.fisica.unlp.edu.ar/materias/fisgenl/T/Libros/Serway-7Ed.pdf		Libro Editorial: Cengage Learning Editores	Serway, R. y Jewett, J. (2008). Física para ciencias e ingeniería
27/09/2024				Física	2007	Jerry Wilson, Anthony Buffa y Bo Lou	http://www0.unsl.edu.ar/~cornette/FISICA/Fisica_Wilson_Buffa.pdf		Libro Editorial: Pearson	Wilson, J. (2007). Física (6ta ed)
28/09/2024	Google			Física para ciencias e ingeniería. Décima edición	2019	Raymond Serway y John Jewett	https://dokumen.pub/fisica-para-ciencias-e-ingenieria-volumen-2-10nbsped-9786075266725.html		Libro Editorial: Cengage Learning Editores	Serway, R. y Jewett, J. (2019). Física para Ciencias e Ingeniería (10ma ed) (volumen 1)
				Física. Conceptos y aplicaciones	2011	Paul Tippens	https://jbfisica.files.wordpress.com/2017/01/fc3adsica_p-e-tippens_7ma.pdf		Libro Editorial: Mc Graw Hill	Tippens, P. (2011). Física Conceptos y Aplicaciones. (7ma ed.)
	Google Académico	"diagramas de fuerza"+"enseñanza aprendizaje"	239	Los diagramas de fuerza como elemento fundamental en la enseñanza-aprendizaje de las leyes de Newton bajo un enfoque constructivista estudio de caso para IX grado del colegio Gimnasio los Cedros en la ciudad de Medellín.	2012	Fermin Álvarez Macea	https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/10640		Tesis de grado de magister	Álvarez, F. (2012)_LOS DIAGRAMAS DE FUERZA COMO ELEMENTO FUNDAMENTAL
	Scielo	"fuerza de fricción"+"diagramas"	1	La importancia de los diagramas en la resolución de problemas de cuerpos deformables en	2016	Nehemías Moreno Martínez, Vicenc Font Moll y Juan C. Ramírez Maciel	https://doi.org/10.4067/s0718-33052016000100015		Artículo de revista	Moreno, N., Font, V. y Ramírez, J. (2016). La importancia de los diagramas en la resolución de problemas de cuerpos

				Mecánica: el caso de la fuerza de fricción.						
Google académico	"importancia de los diagramas"+"resolucion de problemas"	1	Efectividad de las estrategias para el análisis de diagramas y resolución de problemas	2024	Cliffor Jerry Herrera Castrillo, Samantha Lucía Cruz López, Ana Cristina Miller Sáenz y Keydin Ivania Ponce Morales	https://hekademos.com/index.php/hekademos/article/view/92/80		Artículo de revista	Cruz, S., Miller, A., Ponce, K. y Herrera, C. (2024). Efectividad de las estrategias para el análisis de diagramas	
Google			Diagramas de cuerpo libre ¿Puede dibujarlos cualquiera?	2000	Juan Ocáriz Castelazo	https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-nacional-autonoma-de-mexico/estatica/tema-5-diagrama-de-cuerpo-libre/51355960	https://lc.cx/1PSEfO	Boletín	Ocáriz, J. (2000). Diagramas de cuerpo libre_puede dibujarlos cualquiera	
			Física general	2007	Frederick Bueche y Eugene Hetch	https://dspace.itsjapon.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/3538/1/Fisica_General_Schum.pdf		Libro Editorial: Mc Graw Hill	Bueche, F. y Hecht, E. (2007). Física general. (10ma)	
			Física General	2018	Ignacio Martín Bragado	https://www.researchgate.net/publication/322869283_Fisica_General_V11	https://acortarlink.com/ng2ca	Libro Editorial:	Bragado, I. (2018). Física general v1.1	
			Física 2 BGU	2018	Ministerio de Educación	https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/04/curriculo/2DO-BGU-FISICA.pdf	https://lc.cx/Z5u9CO	Libro Editorial: Don Bosco	MinEduc. (2018). Física 2 BGU	
Redalyc	"fuerza normal"	185	La fuerza normal: ¿una fuerza conservativa?	2011	S. Díaz Solórzano y L. González Díaz	https://rmf.smf.mx/ojs/index.php/rmf-e/article/view/4655/6006	https://acortar.link/IEct0H	Artículo de revista	Díaz, S. y González, L. (2011). Fuerza Normal	
Google			Física 1 BGU	2016	Ministerio de Educación	https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/09/Curriculo/FISICA/Fisica_1_BGU.pdf	https://bit.ly/3KtP_Pki	Libro Editorial: Don Bosco	MinEduc. (2016). Física 1 BGU	
Dialnet	"inercia"	1 593	El principio de la inercia	2009	José Luis Álvarez	http://www.revistas.unam.mx/index.php/cns/article/view/11844		Artículo de revista	Álvarez, J. (2009). El principio de la inercia	

				Planteamiento y Solución de Diagramas de Cuerpo Libre: una propuesta didáctica	2024	Cesar Augusto Ramirez Sinning	https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/86728		Tesis de maestría	Ramírez, C. (2024). Planteamiento y solución de diagramas de cuerpo libre una propuesta didáctica
Google académico	"dibujo"+"diagramas de cuerpo libre"	298	Fuerzas como expresión de las interacciones entre cuerpos: dificultades detectadas en el uso del diagrama de interacción	2018	Alejandra Rosolio, Ricardo Addad y Patricia Sánchez	https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/22060		Artículo de revista	Rosolio, A., Addad, R. y Sánchez, P. (2018). Fuerzas como expresión de las interacciones entre cuerpos dificultades	
Dialnet	"leyes de newton"+"dinámica"	28	Las Leyes de Newton de la mecánica: Una revisión histórica y sus implicaciones en los textos de enseñanza	2013	José Sebastián	https://doi.org/10.7203/dces.27.2241		Artículo de revista	Sebastiá, J. (2013). Las Leyes de Newton de la mecánica_ Una revisión histórica y sus implicaciones en los textos de enseñanza	
			Lo que no suele ser contado en los problemas de planos inclinados con rozamiento	2018	Adrián Buep y Fernando Fernandez	https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6556282	https://lc.cx/71zTDS	Artículo de revista	Buep, A. y Fernandez, F. (2018). Lo que no suele ser contado en los problemas de planos inclinados	
Dialnet	"planos"+"rozamiento"	50	Enseñanza de las fuerzas de rozamiento a través de la resolución de problemas, el diseño y la planificación de experiencias simuladas por parte de estudiantes	2021	María Clara Zonana y Lilia Micaela Dubini	https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/35649/35775		Artículo de revista	Zonana, M. y Dubini, L. (2021). Enseñanza de las fuerzas de rozamiento a través de la resolución de problemas	
Scielo	"plano inclinado"+"movimiento"	1	Simplemente: el plano inclinado.	2012	C.H. Wörner	https://doi.org/10.1590/s1806-11172012000200008		Artículo de revista	Wörner, C. (2012). Simplemente planos inclinados	
Google académico	"principio de equilibrio"+"leyes de newton"	38	Equilibrio de la partícula	2018	Aban Alonso Moreno Aguilar	https://recursoseducativos.unam.mx/handle/123456789/18251		Recurso educativo digital	Moreno, A. (2018). Equilibrio De Una Particula	

01/10/2024	Google			Física universitaria con Física moderna	2018	Hugh Young y Roger Freedman	https://pdfcoffee.com/young-h-freedman-r-2018-sears-y-zemansky-fisica-universitaria-con-fisica-moderna-1-14va-edicion-pdf-free.html		Libro Editorial: Pearson	Young, H. y Freedman, R. (2018). Física universitaria con Física Moderna 1
	Google			Fundamentos de Física	2018	Raymond Serway y Chris Vuille	https://es.scribd.com/document/558964049/Fundamentos-de-Fisica-Serway-y-Vuille		Libro Editorial: Cengage Learning Editores	Serway, R. y Vuille, C. (2018). Fundamentos de física (10ma ed.)
02/10/2024	Google académico	"leyes del movimiento"+"diagramas de cuerpo libre"	98	Apuntes de Física General I, sesiones 10,11 y 12	2017	Gerardo Lacy-Mora	https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/10166		Recurso educativo digital	2017_Apuntes de Física General I, sesiones 10, 11 y 12
		"fuerzas"+"diagramas de cuerpo libre"		Las fuerzas como expresión de las interacciones entre cuerpos: una propuesta de trabajo en el aula	2017	Addad, R., Llonch, E., Rosolio, A. y Cassan, R.	https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/18496		Artículo de revista	Addad, R., Llonch, E., Rosolio, A. y Cassan, R. (2017). Las fuerzas como expresión de las interacciones entre cuerpos
		relación entre vectores y fuerzas		La dinámica en economía. Los enfoques de Hicks y Samuelson	1995	Jorge Iván González y Arcenio Pecha	https://revistas.unal.edu.co/index.php/ceconomia/article/view/13821		Artículo de revista	González y Pecha (1995). La dinámica en economía. Los enfoques de Hicks y Samuelson
		"diagramas de cuerpo libre"+"esquemas"	295	Análisis de contenidos de Mecánica en libros de texto utilizados en la enseñanza de la Física en el ciclo inicial de carreras universitarias	2014	Silvia Giorgi, Cristina Cámara, Luis Marino, Ricardo Carreri y Maximiliano Bonazzola	https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/9745		Artículo de revista	2014_Análisis de contenidos de Mecánica en libros de texto utilizados en la enseñanza de la Física en el ciclo inicial de carre
		"diagramas de cuerpo libre"+"modelización"	95	Evaluación del aprendizaje en física: Un análisis del concepto de fuerza	2021	Raúl Prada Núñez, Cesar Augusto Hernández Suarez y Audin Aloiso Gamboa Suarez	https://doi.org/10.36260/rbr.v10i13.1784		Artículo de revista	Prada, R., Hernández, C. y Gamboa, A. (2021). Evaluación del aprendizaje en física Un análisis del concepto de fuerza
	Google académico	"leyes de newton"+"diagramas de cuerpo libre"	307	Aprendizaje de las Leyes de Newton en la Educación	2019	Víctor René Olave Portilla, Oscar Fernando Hoyos Carvajal,	https://doi.org/10.21897/23460466.1710		Artículo de revista	2019_Aprendizaje de las Leyes de Newton en la Educación Superior

				Superior a través de la gamificación		Sebastián Camilo Medina González, Sandra Juliana Vivas Idrobo, Ary Fabián Volverás				
				Caracterización del Conocimiento Didáctico del Contenido de un profesor universitario en la enseñanza de las Leyes de Newton	2023	Marco Vinicio López - Gamboa	https://doi.org/10.5281/zenodo.8115189		Artículo de revista	2023_Caracterización del Conocimiento Didáctico del Contenido de un profesor universitario en la enseñanza de las Leyes de Newton
8/11/2024	Google Académico	"fuerza"+"concepto"	300 000	Evolución Histórica del concepto de fuerza	2014	Rivera-Juárez, J., Madrigal-Melchor, J., Cabrera-Muruato, E., y Mercado, C.	http://www.lajpe.org/dec14/4601_Madrigal.pdf		Artículo de revista	Rivera-Juárez, J., Madrigal-Melchor, J., Cabrera-Muruato, E., y Mercado. (2014). Evolución histórica del concepto de fuerza
		"primera ley de newton"	1 230	Aspectos históricos, filosóficos y físicos de la Primera Ley de Newton	2015	Yuri Posadas Velázquez	https://revistas.unam.mx/index.php/eutopia/article/view/50449	https://n9.cl/phcmz	Artículo de revista	Posadas, Y. (2015). Aspectos históricos, filosóficos y físicos de la Primera Ley de Newton
		"tercera ley de newton"+"fórmula"	1 100	Efectividad de las actividades experimentales demostrativas como estrategia de enseñanza para la comprensión conceptual de la tercera ley de Newton en los estudiantes de fundamentos de Física del IPC	2011	Ferreira, J., y Rodríguez, R.	https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1010-29142011000200005&script=sci_arttext	https://n9.cl/04aki	Artículo de revista	Ferreira, J. y Rodriguez, R. (2011). Efectividad de las actividades experimentales demostrativas
09/11/2024	Google Académico	"equilibrio rotacional"	266	Diseño e implementación de una propuesta para la enseñanza y aprendizaje de los conceptos de Torque y Equilibrio Rotacional	2014	Fredy Alberto Plata Bustamante	https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/51858		Tesis de maestría	Plata, F. (2014). Diseño e implementación de una propuesta

				mediante actividades experimentales: estudio de caso en el grado 7° del instituto Jorge Robledo del Municipio de Medellín.						
13/11/2024	Scielo	"dibujo+docentes"		Diseño y tipografía para formar a docentes en educación artística. De la caligrafía al universo digital	2022	Richard Huerta Ramón	https://doi.org/10.18800/educacion.202201.013		Artículo de revista	Huerta, R. (2022). Diseño y tipografía para formar a docentes
14/11/2024	Dialnet			El aprendizaje del profesor	2016	Pedro M. Burgaleta Mezo	https://doi.org/10.4995/ega.2016.4731		Artículo de revista	Burgaleta, P. (2016). El aprendizaje del profesor.
28/11/2024	Redalyc	Importancia de enseñar física		La enseñanza de la Física y la Química	2005	Comisión de Educación ANQUE	https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92020110		Artículo de revista	Comisión de Educación ANQUE. (2005). La enseñanza de la Física y la Química
01/12/2024	scielo	Dificultad para dibujar		La influencia de las características diagramáticas de los dibujos de los estudiantes en la matematización para la resolución de problemas geométricos	2023	Manuel Ponce de León Palacios, José Antonio Juárez López	https://doi.org/10.24844/EM3501.03		Artículo de revista	León, M. y Juárez, J. (2023). La influencia de las características diagramáticas de los dibujos de los estudiantes
01/12/2024	scielo	Mal nivel de detalle al dibujar		Estrategias para estimular el dibujo en los estudiantes de educación inicial	2012	Arturo Saúl Mujica Jiménez	https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=376140392008		Artículo de revista	Artículo en la web

VARIABLE: RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE DINÁMICA										
FECHA	MOTOR DE BÚSQUEDA	ECUACIÓN DE BÚSQUEDA	NÚMERO TOTAL DE RESULTADOS	TÍTULO DE LOS RESULTADOS MAS RELEVANTES	AÑO	AUTOR	ENLACE		TIPO DE DOCUMENTO	NOMBRE CON EL QUE SE DESCARGÓ
							ORIGINAL	RECORTADO		
27/09/2024	Google académico	"dibujo"+"estrategia didáctica para docentes"	44	El dibujo simplificado como una estrategia didáctica para docentes, para mejorar el proceso didáctico en el área de Ciencias Naturales de décimo año de Educación General Básica del Colegio Miguel Merchán Ochoa durante el periodo lectivo 2013-2014	2014	Fanny Cristina Ojeda Pérez y Mónica Lorena Vázquez Torres	http://dspace.upe.edu.ec/handle/123456789/7217		Tesis de licenciatura	Ojeda, F. y Vázquez, M. (2014). El dibujo simplificado como una estrategia
		"conceptos basicos de fisica"	455	El análisis de conceptos básicos de física en la resolución de problemas como fuente generadora de nuevas perspectivas. Un estudio en dinámica del movimiento circular	2009	Consuelo Escudero, Sonia González y Eduardo Jaime	https://revistas.udea.edu.co/index.php/revistaeyp/article/view/6054		Artículo de revista	Escudero, C., González, S. y Jaime, E. (2009). Analisis de conceptos basicos de fisica
28/09/2024		Redalyc	"diagramas de fuerza"+"enseñanza aprendizaje"	239	Los diagramas de fuerza como elemento fundamental en la enseñanza-aprendizaje de las leyes de Newton bajo un enfoque constructivista. Estudio de caso en x grado de la institución educativa Alejandro Vélez Barrientos del Municipio de Envigado	2011	Orlando de Jesús Suaza Correa	https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/9216		Tesis de Grado de Magister
		"dibujo"+"representaciones"	1 968	Describir y dibujar en ciencias. La importancia del dibujo en las representaciones mentales del alumnado.	2015	Víctor Gómez Llombart y Valentín Gavidia Catalán	https://doi.org/10.498/17601		Artículo de revista	Gómez, V. y Gavidia, V. (2015). Describir y dibujar

	Scielo	"problemas de física"+"dinámica"	2	Propuesta de una herramienta didáctica basada en la V de Gowin para la resolución de problemas de física.	2013	J. Gil, F. Solano, L.M. Tobaja y P. Monfort	https://doi.org/10.1590/S1806-11172013000200017		Artículo de revista	Gil, J., Solano, F., Tobaja, L. y Monfort, P. (2013). Propuesta de una herramienta didáctica basada
	Google			Física. Conceptos y aplicaciones	2011	Paul Tippens	https://jbfisica.files.wordpress.com/2017/01/fc3adsica_p-e-tippens_7ma.pdf		Libro Editorial: Mc Graw Hill	Tippens, P. (2011). Física Conceptos y Aplicaciones. (7ma ed.)

Anexo 4

Fichas de contenido

	FECHA	AUTOR/AUTORES	TÍTULO	FUENTE	URL/DOI
1	2024	Cesar Augusto Ramírez Sinning	Planteamiento y Solución de Diagramas de Cuerpo Libre: una propuesta didáctica	Tesis de maestría Páginas: 14	https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/86728
	2018	Hugh Young Roger Freedman	Física universitaria con Física moderna 1	Libro Edición: 1ra, 2018 Editorial: Pearson	https://pdfcoffee.com/young-h-freedman-r-2018-sears-y-zemansky-fisica-universitaria-con-fisica-moderna-1-14va-edicion-pdf-free.html
	CITA				
	Ramírez (2024) y Young y Freedman (2018), mencionan la relevancia de los DCL para describir las fuerzas externas que actúan sobre un objeto masivo, generando un bosquejo sin dimensiones, esto a partir de la implementación de datos importantes que interactúan con el mismo, pero que no son observables.				
	REFERENCIA				
Ramírez, C. (2024). Planteamiento y Solución de Diagramas de Cuerpo Libre: una propuesta didáctica [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/86728 Young, H., y Freedman, R. (2018). <i>Física Universitaria con Física moderna</i> (Vol. 1). Pearson.					
	FECHA	AUTOR/AUTORES	TÍTULO	FUENTE	URL/DOI
2	2000	Juan Ocáriz Castelazo	Diagramas de cuerpo libre ¿Puede dibujarlos cualquiera?	Boletín del departamento de mecánica Número: 1	https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-nacional-autonoma-de-mexico/estatica/tema-5-diagrama-de-cuerpo-libre/51355960
	CITA				
	En un DCL, intervienen elementos que son fundamentales para representar de manera adecuada las fuerzas que actúan sobre una partícula. La representación de las fuerzas externas debe ser completa, deben estar comprendidas por su magnitud, dirección y posición, sin embargo, en un DCL no se incluyen las fuerzas que una partícula genera sobre sí misma, sino las fuerzas de otros cuerpos que actúan sobre ella (Ocáriz, 2000, p. 2). Algunos elementos incluyen: fuerzas externas (todas las fuerzas externas que actúen sobre la partícula), sistema de coordenadas, vectores de fuerza y etiquetas (permiten identificar la magnitud y la dirección de cada fuerza).				
	REFERENCIA				
Ocáriz, J. (2000). Diagramas de cuerpo libre ¿Puede dibujarlos cualquiera? [Boletín del Departamento de Mecánica, Universidad Nacional Autónoma de México]. https://lc.cx/1PSEfO					
	FECHA	AUTOR/AUTORES	TÍTULO	FUENTE	URL/DOI
3	2018	Raymond Serway Chris Vuille	Fundamentos de Física	Libro Edición: 10 Editorial: Cengage Learning Editores	https://es.scribd.com/document/558964049/Fundamentos-de-Fisica-Serway-y-Vuille
	CITA				

	Dentro de la asignatura de Física, un sistema de coordenadas define la ubicación relativa de objetos en un área determinada, además, consta de los siguientes elementos: origen, ejes, direcciones positivas y negativas para cada eje. Según Serway y Vuille (2018), un sistema de coordenadas tiene la función de ubicar un punto en una recta a partir de una coordenada, es decir, es la posición en la que se encuentra una partícula sobre un plano.				
	REFERENCIA				
	Serway, R., y Vuille, C. (2018). <i>Fundamentos de Física</i> . Cengage Learning Editores				
	FECHA	AUTOR/AUTORES	TÍTULO	FUENTE	URL/DOI
4	2007	Frederick Bueche Eugene Hetch	Física General	Libro Edición: 10ma Editorial: Mc Graw Hill Interamericana	https://dspace.itsjapon.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/3538/1/Fisica_General_Schaum.pdf
	2018	Hugh Young Roger Freedman	Física universitaria con Física moderna 1	Libro Edición: 1ra, 2018 Editorial: Pearson	https://pdfcoffee.com/young-h-freedman-r-2018-sears-y-zemansky-fisica-universitaria-con-fisica-moderna-1-14va-edicion-pdf-free.html
	CITA				
	Bueche y Hecht (2007) y Young y Freedman (2018), se refieren a la fuerza como una cantidad vectorial, debido a que se puede tirar o empujar un objeto en diferentes direcciones. Al referirse a la fuerza como un vector, es imprescindible definirlo como un segmento de línea con dirección, presentada mediante una flecha, cuya dirección y longitud determinan las características del vector.				
	REFERENCIA				
	Bueche, F., y Hecht, E. (2007). <i>Física General</i> . McGraw-Hill Interamericana. Young, H., y Freedman, R. (2018). <i>Física Universitaria con Física moderna</i> (Vol. 1). Pearson.				
	FECHA	AUTOR/AUTORES	TÍTULO	FUENTE	URL/DOI
5	2018	Ignacio Martín Bragado	Física General	Libro Volumen: 1.1 Editorial:	https://www.researchgate.net/publication/322869283_Fisica_General_V11
	CITA				
	Según Bragado (2018), entre las fuerzas más comunes que aparecen en problemas de Dinámica están: Fuerza Normal, Fuerza de Rozamiento (entre dos superficies y en un fluido), Tensión y Peso.				
	REFERENCIA				
	Bragado, I. (2018). <i>Física general</i> . Universidad Católica San Antonio de Murcia. https://acortarlink.cl/ng2ca				
	FECHA	AUTOR/AUTORES	TÍTULO	FUENTE	URL/DOI
6	2018	Ministerio de Educación del Ecuador	Física 2 BGU	Libro Página: 78 Editorial: Don Bosco	https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/04/curriculo/2DO-BGU-FISICA.pdf
	CITA				
	Ministerio de Educación del Ecuador [MinEduc] (2018), menciona a la fuerza normal como “la fuerza de contacto con la que una superficie tiende a rechazar o repeler un cuerpo apoyado sobre ella.” (p. 78).				

REFERENCIA					
Ministerio de Educación del Ecuador. (2018). Física 2 BGU. Editorial Don Bosco. https://lc.cx/Z5u9CO					
FECHA	AUTOR/AUTORES	TÍTULO	FUENTE	URL/DOI	
2018	Raymond Serway Chris Vuille	Fundamentos de Física	Libro Edición: 10ma Editorial: Cengage Learning Editores	https://es.scribd.com/document/558964049/Fundamentos-de-Fisica-Serway-y-Vuille	
7	CITA				
	Serway y Vuille (2018), hacen referencia a la fuerza de fricción como la resistencia que tiene un objeto al movimiento, siendo esto esencial para la vida, debido a que hace posible sujetar y tomar objetos, conducir vehículos, caminar, correr, hasta incluso estar de pie en un lugar donde sería imposible sin la fricción.				
	REFERENCIA				
Serway, R., y Vuille, C. (2018). <i>Fundamentos de Física</i> . Cengage Learning Editores					
FECHA	AUTOR/AUTORES	TÍTULO	FUENTE	URL/DOI	
2018	Hugh Young Roger Freedman	Física universitaria con Física moderna 1	Libro Página: 105 Edición: 1ra, 2018 Editorial: Pearson	https://pdfcoffee.com/young-h-freedman-r-2018-sears-y-zemansky-fisica-universitaria-con-fisica-moderna-1-14va-edicion-pdf-free.html	
8	CITA				
	La fuerza del tirón ejercida por un cable tenso sobre un objeto, se manifiesta en situaciones en las que el objeto está atado (Young y Freedman, 2018, p. 105). En términos físicos la Tensión es representada como una fuerza vectorial, la magnitud de la misma está presente a lo largo de la cuerda cuando se encuentra en reposo y sin aceleración.				
	REFERENCIA				
Young, H., y Freedman, R. (2018). <i>Física Universitaria con Física moderna</i> (Vol. 1). Pearson.					
FECHA	AUTOR/AUTORES	TÍTULO	FUENTE	URL/DOI	
2011	Paul E. Tippens	Física. Conceptos y aplicaciones	Libro Edición: 7ma Editorial: Mc Graw Hill Interamericana	https://jbfisica.files.wordpress.com/2017/01/fc3adsica_p-e-tippens_7ma.pdf	
9	CITA				
	Tippens (2011), alude que el peso de un objeto se refiere a la fuerza con que la gravedad es capaz de atraer dicho objeto hacia el centro de la Tierra.				
	REFERENCIA				
Tippens, P. (2011). <i>Física, conceptos y aplicaciones</i> (L. A. Valdez Vázquez (ed.)). McGrawHill Interamericana.					
FECHA	AUTOR/AUTORES	TÍTULO	FUENTE	URL/DOI	
10	2016	Ministerio de Educación del Ecuador	Física 1 BGU	Libro Editorial: Don Bosco	https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/09/Curriculo/FISICA/Fisica_1_BGU.pdf
	2018	Ministerio de	Física 2 BGU	Libro	https://educacion.gob.ec/wp-

	Educación del Ecuador		Editorial: Don Bosco	content/uploads/downloads/2018/04/curriculo/2DO-BGU-FISICA.pdf	
CITA					
MinEduc (2016) y MinEduc (2018) mencionan que en la mayoría de ejercicios de Cinemática y Dinámica es viable la descomposición de fuerzas en dos componentes, las cuales, al ser sumadas, generan el mismo resultado que la fuerza como vector aplicado inicialmente.					
REFERENCIA					
Ministerio de Educación del Ecuador. (2016). <i>Física 1 BGU</i> . Editorial Don Bosco. https://bit.ly/3KtPPki Ministerio de Educación del Ecuador. (2018). <i>Física 2 BGU</i> . Editorial Don Bosco. https://lc.cx/Z5u9CO					
	FECHA	AUTOR/AUTORES	TÍTULO	FUENTE	URL/DOI
11	2011	Paul E. Tippens	Física. Conceptos y aplicaciones	Libro Edición: 7ma Editorial: Mc Graw Hill Interamericana	https://jbfisica.files.wordpress.com/2017/01/fc3adsica_p-e-tippens_7ma.pdf
	2019	Raymond Serway John Jewett	Física para ciencias e ingeniería.	Libro Edición: 10ma Volumen: 1 Editorial: Cengage Learning Editores	https://dokumen.pub/fisica-para-ciencias-e-ingenieria-volumen-2-10nbsped-9786075266725.html
	CITA				
	Tippens (2011) y Serway y Jewett (2019), hacen referencia a las leyes de Newton como el estudio profundo de la fuerza y el movimiento, específicamente para explicarlas y demostrar las consecuencias que pueden producir las fuerzas al estar en contacto.				
REFERENCIA					
Tippens, P. (2011). <i>Física, conceptos y aplicaciones</i> (L. A. Valdez Vázquez (ed.)). McGrawHill Interamericana. Serway, R., y Jewett, J. (2019). <i>Física para ciencias e ingeniería</i> (Vol. 1). Cengage Learning.					
	FECHA	AUTOR/AUTORES	TÍTULO	FUENTE	URL/DOI
12	2018	Raymond Serway Chris Vuille	Fundamentos de Física	Libro Edición: 10ma Editorial: Cengage Learning Editores	https://es.scribd.com/document/558964049/Fundamentos-de-Fisica-Serway-y-Vuille
	2013	José Sebastián	Las Leyes de Newton de la mecánica: Una revisión histórica y sus implicaciones en los textos de enseñanza	Artículo de revista Volumen: 0 Número: 27 Páginas: 199-217	https://doi.org/10.7203/dces.27.2241
	CITA				
Serway y Vuille (2018) y Sebastián (2013), mencionan que esta ley establece la permanencia de un objeto al equilibrio o al Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU), a menos que exista la intervención de una fuerza exterior.					
REFERENCIA					

	Serway, R., y Vuille, C. (2018). <i>Fundamentos de Física</i> . Cengage Learning Editores. Sebastiá, J. (2013). Las Leyes de Newton de la mecánica: Una revisión histórica y sus implicaciones en los textos de enseñanza. <i>Revista Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales</i> , 199–217. https://doi.org/10.7203/dces.27.2241				
	FECHA	AUTOR/AUTORES	TÍTULO	FUENTE	URL/DOI
13	2016	Ministerio de Educación del Ecuador	Física 1 BGU	Libro Editorial: Don Bosco Página: 63	https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/09/Curriculo/FISICA/Fisica_1_BGU.pdf
	CITA				
	La segunda Ley de Newton alude la relación directamente proporcional de la fuerza con respecto a la aceleración con que se desplaza un objeto e inversamente proporcional a la masa que contiene (MinEduc, 2016, p. 63).				
	REFERENCIA				
Ministerio de Educación del Ecuador. (2016). <i>Física 1 BGU</i> . Editorial Don Bosco. https://bit.ly/3KtPPki					
	FECHA	AUTOR/AUTORES	TÍTULO	FUENTE	URL/DOI
14	2018	Raymond Serway Chris Vuille	Fundamentos de Física	Libro Edición: 10ma Editorial: Cengage Learning Editores	https://es.scribd.com/document/558964049/Fundamentos-de-Fisica-Serway-y-Vuille
	1984	Raúl Gómez José Marquina Vivianne Marquina	Sobre las leyes de Newton	Artículo de revista Volumen: 30 Número: 4 Páginas: 693-708	https://rmf.smf.mx/ojs/index.php/rmf/article/view/1299/1320
	CITA				
	Cuando un objeto A ejerce fuerza sobre otro objeto B, lo normal es observar una respuesta inmediata del cuerpo B, pero en sentido opuesto. Es por ello que Serway y Vuille (2018) y Gómez et al. (1984), señalan que esta ley establece la interacción de dos objetos, puesto que la fuerza de A va a tener la misma magnitud, pero diferente sentido que B.				
REFERENCIA					
Serway, R., y Vuille, C. (2018). <i>Fundamentos de Física</i> . Cengage Learning Editores. Gómez, R., Marquina, J., y Marquina, V. (1984). Sobre las Leyes de Newton. <i>Revista Mexicana de Física</i> , 30(4), 693–708. https://lc.cx/xBqBEb					
	FECHA	AUTOR/AUTORES	TÍTULO	FUENTE	URL/DOI
15	2018	Adrián Buep Fernando Fernandez	Lo que no suele ser contado en los problemas de planos inclinados con rozamiento.	Artículo de revista Volumen: 12 Número: 1 Páginas: 1-5	https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6556282
	2012	C.H. Wörner	Simplemente: el plano inclinado	Artículo de revista Volumen: 34 Número: 2 Páginas: 1-5	https://doi.org/10.1590/s1806-11172012000200008

CITA				
Según Buep y Fernandez (2018) y Wörner (2012) los planos inclinados son superficies planas que forman un ángulo con respecto a la horizontal, la utilidad de estas está fundamentada en la disminución de la cantidad de la fuerza requerida para desplazar un objeto y el estudio de situaciones en las que la fuerza de la gravedad actúa sobre las partículas, generando un aspecto útil para comprender los conceptos de Mecánica y la resolución de ejercicios respecto al movimiento y las fuerzas externas.				
REFERENCIA				
Buep, A., y Fernandez, F. (2018). Lo que no suele ser contado en los problemas de planos inclinados con rozamiento. <i>Latin-American Journal of Physics Education</i> , 12(1), 1–5. https://lc.cx/71zTDS				
Wörner, C. (2012). Simplemente: el plano inclinado. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , 34(2). https://doi.org/10.1590/s1806-11172012000200008				
FECHA	AUTOR/AUTORES	TÍTULO	FUENTE	URL/DOI
2018	Ministerio de Educación del Ecuador	Física 2 BGU	Libro Editorial: Don Bosco	https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/04/curriculo/2DO-BGU-FISICA.pdf
16				
CITA				
Según MinEduc (2018), existen tres situaciones que permiten considerar a una partícula en equilibrio: equilibrio estático (la partícula está en reposo), equilibrio traslacional (la partícula mantiene velocidad lineal constante), equilibrio rotacional (la partícula gira con velocidad angular constante).				
REFERENCIA				
Ministerio de Educación del Ecuador. (2018). <i>Física 2 BGU</i> . Editorial Don Bosco. https://lc.cx/Z5u9CO				
FECHA	AUTOR/AUTORES	TÍTULO	FUENTE	URL/DOI
2018	Ministerio de Educación del Ecuador	Física 2 BGU	Libro Editorial: Don Bosco	https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/04/curriculo/2DO-BGU-FISICA.pdf
2018	Hugh Young Roger Freedman	Física universitaria con Física moderna 1	Libro Edición: 1ra, 2018 Editorial: Pearson	https://pdfcoffee.com/young-h-freedman-r-2018-sears-y-zemansky-fisica-universitaria-con-fisica-moderna-1-14va-edicion-pdf-free.html
17				
CITA				
Young y Freedman (2018) y MinEduc (2018), mencionan que una partícula y cuerpos extensos se encontrarán en equilibrio cuando la suma de las fuerzas que actúan sobre ellos sea nula, así como también la suma de los torques o momentos sea cero.				
REFERENCIA				
Ministerio de Educación del Ecuador. (2018). <i>Física 2 BGU</i> . Editorial Don Bosco. https://lc.cx/Z5u9CO				
Young, H., y Freedman, R. (2018). <i>Física Universitaria con Física moderna</i> (Vol. 1). Pearson.				
FECHA	AUTOR/AUTORES	TÍTULO	FUENTE	URL/DOI
2018	Ministerio de Educación del Ecuador	Física 2 BGU	Libro Editorial: Don Bosco	https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/04/curriculo/2DO-BGU-FISICA.pdf
18				

CITA					
Según MinEduc (2018), en el caso de la Tensión, para interpretar correctamente un DCL, es importante recordar que la fuerza de Tensión transmitida por la cuerda siempre va a tirar del objeto al que se encuentra atado, de tal forma, es conveniente ubicar correctamente el vector fuerza, puesto que si no es así el resultado se verá afectado.					
REFERENCIA					
Ministerio de Educación del Ecuador. (2018). <i>Física 2 BGU</i> . Editorial Don Bosco. https://lc.cx/Z5u9CO					
FECHA	AUTOR/AUTORES	TÍTULO	FUENTE	URL/DOI	
2018	Hugh Young Roger Freedman	Física universitaria con Física moderna 1	Libro Edición: 1ra, 2018 Editorial: Pearson	https://pdfcoffee.com/young-h-freedman-r-2018-sears-y-zemansky-fisica-universitaria-con-fisica-moderna-1-14va-edicion-pdf-free.html	
19	CITA				
	Young y Freedman (2018), mencionan una estrategia para la correcta solución de ejercicios con el uso de los DCL, dicha estrategia abreviada como IPEE, enumera una serie de pasos que el estudiante tendrá que cumplir, empieza por la identificación, luego el planteamiento, posteriormente la ejecución y para finalizar hace uso de la evaluación de los resultados.				
	REFERENCIA				
Young, H., y Freedman, R. (2018). <i>Física Universitaria con Física moderna</i> (Vol. 1). Pearson.					
FECHA	AUTOR/AUTORES	TÍTULO	FUENTE	URL/DOI	
2016	Nehemías Moreno Martínez Vicenc Font Moll Juan C. Ramírez Maciel	La importancia de los diagramas en la resolución de problemas de cuerpos deformables en Mecánica: el caso de la fuerza de fricción	Artículo de revista Volumen: 24 Número: 1 Páginas: 158-172	https://doi.org/10.4067/s0718-33052016000100015	
20	CITA				
	Moreno et al. (2016), mencionan que “el término diagrama es empleado en el sentido de Peirce, el cual es un tipo de icono con el que se representan relaciones inteligibles entre un conjunto de objetos”. (p. 159)				
	REFERENCIA				
Moreno, N., Font, V., y Ramírez, J. (2016). La importancia de los diagramas en la resolución de problemas de cuerpos deformables en Mecánica: el caso de la fuerza de fricción. <i>Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería</i> , 24(1), 158–172. https://doi.org/10.4067/s0718-33052016000100015					
FECHA	AUTOR/AUTORES	TÍTULO	FUENTE	URL/DOI	
2017	Addad, R. Llonch, E. Rosolio, A. Cassan, R.	Las fuerzas como expresión de las interacciones entre cuerpos: una propuesta de trabajo en el aula	Artículo de revista Volumen: 29 Número: 1 Páginas: 373-380	https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/18496	
21	CITA				
	Addad et al. (2017), mencionan que las fuerzas externas dentro del campo de la Física son comprendidas como interacciones fundamentales, debido a que son las				

	encargadas de mucho más que el cambio de velocidad que experimenta un cuerpo.				
	REFERENCIA				
	Addad, R., Llonch, E., Rosolio, A., y Cassan, R. (2017). Las fuerzas como expresión de las interacciones entre cuerpos: una propuesta de trabajo en el aula. <i>Revista de Enseñanza de La Física</i> , 29(1), 373–380. https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/18496				
	FECHA	AUTOR/AUTORES	TÍTULO	FUENTE	URL/DOI
	2018	Ignacio Martín Bragado	Física General	Libro Volumen: 1.1 Editorial:	https://www.researchgate.net/publication/322869283_Fisica_General_V11
	CITA				
22	De acuerdo con Bragado (2018), la elección de un marco de referencia no siempre es particular, sin embargo, hay que proponer un sistema que genere mayor facilidad a la resolución del problema, por ejemplo, el uso de un punto que posteriormente sea más simple de estudiar, esto por la falta de dimensiones en el cuerpo que se pretende analizar, lo que permitirá llevar a cabo el planteamiento y la solución, los que serán obtenidos luego de haber hecho los cálculos de forma más rápida y precisa.				
	REFERENCIA				
	Bragado, I. (2018). Física general. Universidad Católica San Antonio de Murcia. https://acortarlink.cl/ng2ca				
	FECHA	AUTOR/AUTORES	TÍTULO	FUENTE	URL/DOI
	2014	Rivera-Juárez, J., Madrigal-Melchor, J., Cabrera-Muruato, E.	Evolución histórica del concepto fuerza	Artículo de revista Volumen: 8 Número: 4 Páginas: 1-7	http://www.lajpe.org/dec14/4601_Madrigal.pdf
	CITA				
23	Para Rivera-Juárez et al. (2014), la fuerza es considerada un concepto no matemático, la cual, según sus palabras “parece residir en el interior del objeto que se mueve” (p. 3)				
	REFERENCIA				
	Rivera-Juárez, J., Madrigal-Melchor, J., Cabrera-Muruato, E., y Mercado, C. (2014). Evolución Histórica del concepto de fuerza. <i>Revista Latin-American Journal of Physics Education</i> , 8(4), 1-7. [Archivo PDF]. http://www.lajpe.org/dec14/4601_Madrigal.pdf				
	FECHA	AUTOR/AUTORES	TÍTULO	FUENTE	URL/DOI
	2011	S. Díaz Solórzano L. González Díaz	La fuerza normal: ¿una fuerza conservativa?	Artículo de revista Volumen: 57 Número: 1 Páginas: 51-56	https://rmf.smf.mx/ojs/index.php/rmf-e/article/view/4655/6006
	CITA				
24	Para Díaz y González (2011), la fuerza normal es una fuerza de conexión que surge del contacto entre un objeto y una superficie, sin importar si la superficie es horizontal, curva o inclinada, la fuerza normal siempre será perpendicular a ella.				
	REFERENCIA				
	Díaz-Solorzano, S., y González-Díaz, L. (2011). La fuerza normal: ¿una fuerza conservativa? <i>Revista Mexicana de Física</i> , 57, 51–56. https://acortar.link/IECt0H				
	FECHA	AUTOR/AUTORES	TÍTULO	FUENTE	URL/DOI

25	2015	Yuri Posadas Velázquez	Aspectos históricos, filosóficos y físicos de la Primera Ley de Newton	Artículo de revista Volumen: 8 Número: 22 Páginas: 51-60	https://revistas.unam.mx/index.php/eutopia/article/view/50449
	CITA				
	Proviene del latín <i>ímpetus</i> , que significa empuje, impulso o movimiento repentino, dentro de Física, a menudo se utiliza el término de inercia como sinónimo de momento o cantidad de movimiento (Posadas, 2015).				
	REFERENCIA				
Posadas, Y. (2015). Aspectos históricos, filosóficos y físicos de la Primera Ley de Newton. <i>Revista Eutopía</i> , 8(22), 51-60. https://n9.cl/phcm7					
	FECHA	AUTOR/AUTORES	TÍTULO	FUENTE	URL/DOI
26	2011	Ferreira, J., y Rodríguez, R.	Efectividad de las actividades experimentales demostrativas como estrategia de enseñanza para la comprensión conceptual de la tercera ley de Newton en los estudiantes de fundamentos de Física del IPC	Artículo de revista Volumen: 35 Número: 73 Páginas: 61-84	https://n9.cl/04aki
	CITA				
	Ferreira y Rodriguez (2011), mencionan que la tercera ley de Newton cuenta con dos formas, una débil y una fuerte.				
	REFERENCIA				
Ferreira, J., y Rodríguez, R. (2011). Efectividad de las actividades experimentales demostrativas como estrategia de enseñanza para la comprensión conceptual de la tercera ley de Newton en los estudiantes de fundamentos de Física del IPC. <i>Revista de Investigación</i> , 35(73), 61-84. https://n9.cl/04aki					
	FECHA	AUTOR/AUTORES	TÍTULO	FUENTE	URL/DOI
27	2014	Fredy Alberto Plata Bustamante	Diseño e implementación de una propuesta para la enseñanza y aprendizaje de los conceptos de Torque y Equilibrio Rotacional mediante actividades experimentales: estudio de caso en el grado 7° del instituto Jorge Robledo del Municipio de Medellín.	Tesis de maestría Universidad Nacional de Colombia	https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/51858
	CITA				
	Según Plata (2014), el equilibrio rotacional sucede cuando la sumatoria de los torques presentes en el cuerpo es nula.				
	REFERENCIA				
Plata, F. (2014). <i>Diseño e implementación de una propuesta para la enseñanza y aprendizaje de los conceptos de Torque y Equilibrio Rotacional mediante actividades experimentales: estudio de caso en el grado 7° del instituto Jorge Robledo del Municipio de Medellín</i> [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio institucional - Universidad Nacional de Colombia. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/51858					
	FECHA	AUTOR/AUTORES	TÍTULO	FUENTE	URL/DOI
28	2016	Pedro M. Burgaleta Mezo	El aprendizaje del profesor	Artículo de revista Volumen: 21 Número: 27	https://doi.org/10.4995/ega.2016.4731

				Páginas: 74-87	
CITA					
Burgaleta (2016) indica que, para ser docente, no basta con saber dibujar, sino también aprender a dibujar para replicarlo en la enseñanza.					
REFERENCIA					
Burgaleta, P. (2016). El aprendizaje del profesor. Revista de expresión gráfica arquitectónica, 21(27), 74-87. https://doi.org/10.4995/ega.2016.4731					
FECHA	AUTOR/AUTORES	TÍTULO	FUENTE	URL/DOI	
2022	Richard Huerta Ramón	Diseño y tipografía para formar a docentes en educación artística. De la caligrafía al universo digital	Artículo de revista Volumen: 31 Número: 60 Páginas: 277-298	https://doi.org/10.18800/educacion.202201.013	
CITA					
29	Huerta (2022) menciona que la mayoría de personas, incluidos los futuros maestros, creen inconscientemente que no saben dibujar, es por ello que, evitan hacer dibujos en sus prácticas como docentes, a su vez, esto podría deberse a una percepción falsa sobre el dibujo, ya que no es considerado una parte fundamental para el análisis de problemas físicos.				
REFERENCIA					
Huerta, R. (2022). Diseño y tipografía para formar docentes en educación artística. De la caligrafía al universo digital. Revista Educación, 31(60), 277-298. https://doi.org/10.18800/educacion.202201.013					
FECHA	AUTOR/AUTORES	TÍTULO	FUENTE	URL/DOI	
2011	Orlando de Jesús Suaza Correa	Los diagramas de fuerza como elemento fundamental en la enseñanza-aprendizaje de las leyes de Newton bajo un enfoque constructivista. Estudio de caso en x grado de la institución educativa Alejandro Vélez Barrientos del Municipio de Envigado	Tesis de grado de magister	https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/9216	
CITA					
30	Suaza (2011), en su investigación de la importancia de los DCL, aplicó ejercicios a 84 estudiantes, llegando a la conclusión de que en promedio los estudiantes no lograron relacionar los valores de la aceleración y fuerza resultante, pertenecientes a la segunda ley de Newton, además, notó deficiencias en el despeje de ecuaciones. Siendo el mal manejo de ecuaciones evidente por la mala identificación de fuerzas.				
REFERENCIA					
Suaza, O. de J. (2011). <i>Los diagramas de fuerza como elemento fundamental en la enseñanza-aprendizaje de las leyes de Newton bajo un enfoque constructivista. Estudio de caso en x grado de la institución educativa Alejandro Vélez Barrientos del Municipio de Envigado.</i> [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/9216					
FECHA	AUTOR/AUTORES	TÍTULO	FUENTE	URL/DOI	
31	Consuelo Escudero Sonia González Eduardo Jaime	El análisis de conceptos básicos de física en la resolución de problemas como fuente generadora de nuevas perspectivas. Un estudio en dinámica	Artículo de revista Volumen: 17 Numero: 43	https://revistas.udea.edu.co/index.php/revistayp/article/view/6054	

		del movimiento circular	Páginas: 61-78		
CITA					
Escudero et al. (2009), a partir de una investigación en la que ejecutaron un análisis de una evaluación de Física efectuada por un grupo de 60 estudiantes. Lograron obtener resultados en los que se hizo evidente la dificultad de los estudiantes para utilizar fórmulas físicas y llegar a una solución, así mismo, comprobaron que la mayoría de estudiantes no utilizan esquemas y DCL para solucionar los problemas. Dado lo anterior, dentro de Física, uno de los principales problemas que afectan a los estudiantes es el nulo conocimiento que tienen acerca de qué fórmulas o qué ley de Newton utilizar en el momento adecuado.					
REFERENCIA					
Escudero, C., González, S., y Jaime, E. (2009). El análisis de conceptos básicos de física en la resolución de problemas como fuente generadora de nuevas perspectivas. Un estudio en dinámica del movimiento circular. <i>Revista Educación y Pedagogía</i> , 17(43). https://revistas.udea.edu.co/index.php/revistaeyp/article/view/6054					
	FECHA	AUTOR/AUTORES	TÍTULO	FUENTE	URL/DOI
1	2018	Hugh Young Roger Freedman	Física universitaria con Física moderna 1	Libro Edición: 1ra, 2018 Editorial: Pearson	https://pdfcoffee.com/young-h-freedman-r-2018-sears-y-zemansky-fisica-universitaria-con-fisica-moderna-1-14va-edicion-pdf-free.html
CITA					
Young y Freedman (2018), proponen los siguientes pasos como estrategia para resolver problemas de Estática y Dinámica: identificar, plantear, ejecutar y evaluar					
REFERENCIA					
Young, H., y Freedman, R. (2018). <i>Física Universitaria con Física moderna</i> (Vol. 1). Pearson.					
	FECHA	AUTOR/AUTORES	TÍTULO	FUENTE	URL/DOI
2	2011	Paul E. Tippens	Física. Conceptos y aplicaciones	Libro Edición: 7ma Editorial: Mc Graw Hill Interamericana	https://jbfisica.files.wordpress.com/2017/01/fc3adsica_p-e-tippens_7ma.pdf
CITA					
Tippens (2011), fomenta el uso de la siguiente estrategia para resolver problemas de Dinámica: leer, indicar, construir, determinar, establecer y sustituir.					
REFERENCIA					
Tippens, P. (2011). <i>Física, conceptos y aplicaciones</i> (L. A. Valdez Vázquez (ed.)). McGrawHill Interamericana					
	FECHA	AUTOR/AUTORES	TÍTULO	FUENTE	URL/DOI
3	2018	Raymond Serway Chris Vuille	Fundamentos de Física	Libro Edición: 10 Editorial: Cengage Learning Editores	https://es.scribd.com/document/558964049/Fundamentos-de-Fisica-Serway-y-Vuille
CITA					
Serway y Vuille (2018), mencionan los siguientes pasos como estrategia para la resolución de problemas en Estática y Dinámica: Leer, trazar, etiquetar, trazar, aplicar la ley y resolver.					
REFERENCIA					

Serway, R., y Vuille, C. (2018). <i>Fundamentos de Física</i> . Cengage Learning Editores					
FECHA	AUTOR/AUTORES	TÍTULO	FUENTE	URL/DOI	
2015	Víctor Gómez Llombart Valentín Gavidia Catalán	Describir y dibujar en ciencias. La importancia del dibujo en las representaciones mentales del alumnado	Artículo de revista Volumen: 12 Número: 3 Páginas: 441-455	https://doi.org/10498/17601	
CITA					
4	Según Gómez y Gavidia (2015), a través del dibujo es posible observar representaciones mentales, de tal forma que los estudiantes sean capaces de interpretar mediante esta estrategia una visión más acertada de aquello que quieren comprender.				
REFERENCIA					
Gómez, V., y Gavidia, V. (2015). Describir y dibujar en ciencias. La importancia del dibujo en las representaciones mentales del alumnado. <i>Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias</i> , 12(3), 441–445. https://doi.org/10498/17601					
FECHA	AUTOR/AUTORES	TÍTULO	FUENTE	URL/DOI	
2013	J. Gil F. Solano L.M. Tobaja P. Monfort	Propuesta de una herramienta didáctica basada en la V de Gowin para la resolución de problemas de física	Artículo de revista Volumen: 35 Número: 2 Páginas: 1-12	https://doi.org/10.1590/S1806-11172013000200017	
CITA					
5	Gil et al. (2013) mencionan que el uso de la V de Gowin como estrategia didáctica para la resolución de problemas de Dinámica es más efectiva y útil que otros métodos utilizados en la enseñanza dirigida hacia un aprendizaje significativo, siendo generalmente métodos tradicionales que resultan ser menos sistemáticos, dificultan la reflexión de los estudiantes y mantienen una metodología habitual.				
REFERENCIA					
Gil, J., Solano, F., Tobaja, L., y Monfort, P. (2013). Propuesta de una herramienta didáctica basada en la V de Gowin para la resolución de problemas de física. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , 35(2), 1–12. https://doi.org/10.1590/S1806-11172013000200017					
FECHA	AUTOR/AUTORES	TÍTULO	FUENTE	URL/DOI	
2018	Ministerio de Educación del Ecuador	Física 2 BGU	Libro Página: 78 Editorial: Don Bosco	https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/04/curriculo/2DO-BGU-FISICA.pdf	
CITA					
6	Según MinEduc (2018), en Dinámica, cuando se trabaja con la tensión, es importante identificar y tomar en cuenta la magnitud de la misma, ya que esta puede variar dependiendo de las condiciones que plantee el sistema.				
REFERENCIA					
Ministerio de Educación del Ecuador. (2018). Física 2 BGU. Editorial Don Bosco. https://lc.cx/Z5u9CO					
FECHA	AUTOR/AUTORES	TÍTULO	FUENTE	URL/DOI	

7	2015	Alonso Estrada Cuzcano Karen Lizeth Alfaro Mendives	El método de casos como alternativa pedagógica para la enseñanza de la bibliotecología y las ciencias de la información	Artículo de revista Volumen: 29 Numero: 65 Páginas: 195-212	https://acortar.link/QxEWOI
	CITA				
	Estrada y Alfaro (2015) mencionan al método de casos como estrategia didáctica funcional para llevar a cabo la resolución de problemas de Dinámica, puesto que según sus palabras este método “es una técnica educacional que pone a consideración del estudiante situaciones y problemas verdaderos que conducen a la presentación de alternativas de solución o a finalmente resolverlos” (p. 198).				
	REFERENCIA				
Estrada, A. y Alfaro, K. (2015). El método de casos como alternativa pedagógica para la enseñanza de la bibliotecología y las ciencias de la información. <i>Investigación bibliotecológica</i> , 29(65), 195-212. https://acortar.link/QxEWOI					
	FECHA	AUTOR/AUTORES	TÍTULO	FUENTE	URL/DOI
8	2011	Yenny Pérez Raquel Ramírez	Estrategias de enseñanza de la resolución de problemas matemáticos. Fundamentos teóricos y metodológicos	Artículo de revista Volumen: 35 Numero: 73 Páginas: 195-212	https://www.redalyc.org/pdf/3761/376140388008.pdf
	CITA				
	Para Pérez y Ramírez (2011), el uso de algoritmos o procedimientos que se llevan a cabo a través de pasos, garantiza que los estudiantes alcancen a cumplir los objetivos planteados o en el caso de la Dinámica, la solución de un problema.				
	REFERENCIA				
Pérez, Y. y Ramírez, R. (2011). Estrategias de enseñanza de la resolución de problemas matemáticos. Fundamentos teóricos y metodológicos. <i>Revista de Investigación</i> , 35(73), 169-193. [Archivo PDF]. https://www.redalyc.org/pdf/3761/376140388008.pdf					

Anexo 5

Oficio de designación de director de Trabajo de Integración Curricular



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

Memorando Nro.: UNL-FEAC-CPCEMF-2024-0203
Loja, 03 de octubre de 2024

PARA: Lic. Jonathan Alberto Machuca Yaguana, Mg. Sc
DOCENTE DE LA CARRERA DE PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES: MATEMÁTICAS Y LA FÍSICA DE LA FACULTAD DE LA EDUCACIÓN, EL ARTE Y LA COMUNICACIÓN.

ASUNTO Designación.

Es grato dirigirme a usted y desearte éxitos en sus funciones, en beneficio de la Carrera y de la Institución.

El presente tiene la finalidad de poner a su conocimiento que, de conformidad al Informe favorable, en el orden de analizar la estructura, coherencia y pertinencia del Proyecto de Investigación del Trabajo de Integración Curricular o de Titulación de Licenciatura titulado: **Planteamiento e Interpretación de Diagramas de Cuerpo Libre en la Resolución de Problemas de Dinámica en el nivel de bachillerato**, de la aspirante Escobar Mera Stefi Usseth, alumna de la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física, modalidad de estudios presencial, cúmplame designarlo como **DIRECTOR** del trabajo de investigación antes indicado, debiendo cumplir con lo que establece el Reglamento de Régimen Académico de la Universidad Nacional de Loja, es su Art. 139, que dice: **"El Director de Tesis tiene la obligación de asesorar y monitorear con pertinencia y rigurosidad científica la ejecución de la tesis, así como revisar oportunamente los informes de avance de la investigación, devolviéndolos al aspirante con las observaciones, sugerencias, y recomendaciones necesarias para asegurar la calidad de la misma"**.

A partir de la fecha, la aspirante trabajará en las tareas investigativas para el desarrollo de la misma, bajo su asesoría y responsabilidad.

Particular que hago de su conocimiento para los fines consiguiente, no sin antes expresarle los sentimientos de consideración y estima personal.
Atentamente,

PhD. Ángel Klever Orellana Maita
**DIRECTOR DE LA CARRERA DE PEDAGOGÍA
DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES: MATEMÁTICAS Y LA FÍSICA**



AKOM/rtp
c.c. aptitud Legal.
Archivo.

Anexo 6

Certificado de traducción del resumen



Loja, 22 de enero de 2025

Lic. Jonathan Alberto Machuca Yaguana. Mg.Sc

CAMBRIDGE ENGLISH CERTIFICATE IN ESOL INTERNATIONAL

CERTIFICO:

Que el resumen del Trabajo de Integración Curricular cuyo título es: **Planteamiento e interpretación de Diagramas de Cuerpo Libre en la Resolución de Problemas de Dinámica en el nivel de bachillerato**, de la aspirante **Stefi Lisseth Escobar Mera**, con cédula de identidad Nro. **1105752651** ha sido traducido al inglés y cumple con las características propias del idioma extranjero.

Resumen:

Los Diagramas de Cuerpo Libre (DCL) son representaciones vectoriales que favorecen la resolución de problemas en Física. La investigación se centró en analizar cómo fortalecer el proceso de planteamiento e interpretación de los DCL para la resolución de problemas de Dinámica en el nivel de bachillerato. Para esto, se realizó un estudio de tipo exploratorio-descriptivo con enfoque mixto fundamentado en una revisión bibliográfica y de campo para levantar datos empíricos. Los resultados muestran que los DCL son esenciales para aplicar las leyes de Newton, identificar y descomponer fuerzas, comprender problemas y simplificar situaciones complejas. Las principales dificultades en su uso radican en la representación gráfica de dos tipos de elementos: los físicos tangibles, como vigas y objetos móviles, e intangibles, como planos inclinados, nodos y fuerzas externas. Consecuentemente, es crucial seguir desarrollando habilidades para su correcta elaboración e interpretación ya que son fundamentales en la enseñanza de la Física.

Palabras clave: Diagramas de Cuerpo Libre, resolución de problemas, leyes de Newton, enseñanza de la Física.



unl

Universidad
Nacional
de Loja

Abstract:

Free Body Diagrams (BFD) are vectorial representations that favor problem solving in Physics. The research focused on analyzing how to strengthen the process of approaching and interpreting the BFD for the resolution of Dynamics problems at the high school level. For this purpose, an exploratory-descriptive study was carried out with a mixed approach based on a bibliographic and field review to collect empirical data. The results show that the BFD are essential for applying Newton's laws, identifying and decomposing forces, understanding problems and simplifying complex situations. The main difficulties in their use are related to the graphical representation of two types of elements: tangible physical elements, such as beams and moving objects, and intangible elements, such as inclined planes, nodes and external forces. Consequently, it is crucial to continue developing skills for their correct elaboration and interpretation, since they are fundamental in the teaching of Physics.

Keywords: Free Body Diagrams, problem solving, Newton's laws, physics teaching.

Lo certifico en honor a la verdad.



JONATHAN ALBERTO
MACHUCA YAGUANA

Lic. Jonathan Alberto Machuca Yaguana. Mg.Sc

CAMBRIDGE ENGLISH CERTIFICATE IN ESOL INTERNATIONAL

Educamos para Transformar

