

## EFFECTIVIDAD DE LAS ESTRATEGIAS PARA EL ANÁLISIS DE DIAGRAMAS Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

*Effectiveness of the strategies for the analysis of diagrams and problem solving*

Samantha Lucía Cruz López. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN-Managua (*Nicaragua*)

Ana Cristina Miller Sáenz. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN-Managua (*Nicaragua*)

Keydin Ivania Ponce Morales. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN-Managua (*Nicaragua*)

Cliffor Jerry Herrera Castrillo. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN-Managua (*Nicaragua*)

Contacto: cliffor.herrera@unan.edu.ni

*Fecha recepción: 08/05/2024 - Fecha aceptación: 19/06/2024*

### RESUMEN

La aplicación de estrategias permite a los estudiantes adquirir sus conocimientos de manera interactiva y motivadora, así como el desarrollo de habilidades y competencias. Por lo que mediante este artículo se pretende determinar la validez de estrategias de aprendizaje para el análisis e interpretación de diagramas de cuerpos libres en la resolución de problemas sobre la condición de equilibrio en ausencia de rotación; en las que se hizo uso de TIC y materiales manipulables. Para ello se desarrolló una investigación de tipo mixto con predominante cualitativo, por lo que también fue descriptiva y sociocrítica; la cual se realizó en el Instituto Luz Marina González, donde se aplicaron entrevistas estructuradas a 45 estudiantes de décimo grado y dos docentes de Física; además, encuestas y guías de observación, cuyos datos obtenidos se analizaron mediante triangulación de la información, gráficos y resúmenes. En el proceso de validación los estudiantes se mostraron motivados, participaron activamente y fueron constructores de su propio conocimiento; además, la mayoría alcanzó un nivel de aprendizaje entre avanzado y satisfactorio, por lo que se determinó que dichas estrategias son efectivas para facilitar el análisis de diagramas y resolución de problemas.

### PALABRAS CLAVE

Estrategias de aprendizaje, TIC, material manipulable, diagramas, resolución de problemas.

### ABSTRACT

The application of strategies allows students to acquire their knowledge interactively and motivating, as well as the development of skills and competences. So, this article aims to determine the validity of learning strategies for the analysis and interpretation of free body's diagrams in solving problems on the equilibrium condition in the absence of rotation, using TIC and manipulable materials. For this purpose, mixed-type research was developed with predominant qualitative, so it was also descriptive and socio-cryptic; which was conducted at the Luz Marina Gonzales Institute, where structured interviews were applied to 45 tenth graders and two physics teachers; in addition, surveys and observation guides, whose data obtained were analyzed by triangulation of information graphs and summaries. In the validation process student were motivated actively involved and builders of their own knowledge; in addition, most achieved a level of learning between advanced and satisfactory, so it was determined that these strategies are effective in facilitating diagram analysis and problem solving.

### KEYWORDS

Learning strategies, TIC, manipulable material, diagrams, problem solving.

## 1. INTRODUCCIÓN.

El desarrollo de habilidades para el análisis de diagramas y la resolución de problemas es fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje de diversas disciplinas científicas y técnicas. En este sentido, la aplicación de estrategias de aprendizaje interactivas y motivadoras cobra especial relevancia, pues permiten a los estudiantes adquirir conocimientos de manera más significativa y desarrollar competencias esenciales.

Este artículo se propone validar estrategias de aprendizaje para el análisis e interpretación de diagramas de cuerpos libres, en la resolución de problemas del contenido "Condición de equilibrio en ausencia de rotación", y de esta manera aportar a la calidad educativa, mediante la propuesta de estas para los docentes de Física con el fin de que puedan facilitar el aprendizaje de los estudiantes.

Implementar estrategias en el ámbito educativo se considera una práctica relevante, ya que a través de ellas se facilita significativamente la adquisición de conocimientos en los estudiantes. Estas estrategias les brindan pautas que les permiten vincular sus conocimientos previos con los nuevos contenidos abordados. Sin embargo, el empleo de este tipo de estrategias innovadoras es limitado, especialmente en el caso de la asignatura de Física, donde aún prevalece un enfoque tradicional, basado en exposiciones magistrales y la resolución de problemas sin aplicar técnicas que motiven a los estudiantes, situación que tiende a influir negativamente en la percepción que tienen los educandos sobre dicha materia. Por lo tanto, resulta fundamental promover un mayor uso de estrategias didácticas en la enseñanza de la Física, con el fin de facilitar el aprendizaje de los estudiantes, fomentar su motivación y generar una visión más positiva hacia esta disciplina científica (Cruz López et al., 2020).

En la enseñanza de la Física a nivel de secundaria, específicamente en el contenido sobre la "Condición de equilibrio en ausencia de rotación" en décimo grado, se ha identificado que los estudiantes presentan dificultades principalmente en la identificación de la

dirección y sentido de las fuerzas para la construcción de los diagramas de cuerpos libres. Este aspecto influye de manera significativa en el análisis e interpretación de dichos diagramas, lo cual repercute en la resolución correcta de los problemas relacionados. Estas dificultades han sido evidenciadas a través de experiencias en las prácticas profesionales y entrevistas aplicadas a docentes de la materia.

De acuerdo con las entrevistas realizadas a docentes de Física y estudiantes de décimo grado, se determinó que las dificultades presentadas por los estudiantes en el aprendizaje del contenido sobre "Condición de equilibrio en ausencia de rotación" se deben principalmente a dos factores:

Limitado uso de estrategias de aprendizaje innovadoras por parte de los docentes: Las clases tienden a desarrollarse de manera tradicional, a través de exposiciones, diagramas en la pizarra y resolución de problemas, sin la aplicación de estrategias más dinámicas y motivadoras para los estudiantes. Esto se debe, en parte, al tiempo requerido para la preparación de material didáctico.

Falta de atención, interés y autoestudio por parte de los estudiantes: Los educandos no han prestado la debida atención al desarrollo de este contenido, ni han realizado un trabajo de autoestudio suficiente. Además, presentan dificultades en la elaboración de los diagramas de cuerpos libres y falta de motivación hacia el proceso de aprendizaje (Acevedo Montenegro, et al., 2024; Mairena Gómez et al., 2024; Herrera Castrillo, 2020).

Estos aspectos obstaculizadores intervienen de manera negativa en la adquisición del conocimiento por parte de los estudiantes, lo cual se refleja en las deficiencias observadas en el análisis e interpretación de los diagramas y la resolución correcta de los problemas relacionados (Talavera et al., 2024; Cruz López et al., 2020).

De acuerdo con estudios realizados, Lanuza et al. (2018) plantean que "El uso de herramientas tecnológicas ofrece un aprendizaje más interactivo, motivador, donde se desarrollan habilidades y competencias que

dinamizan el proceso de aprendizaje" (p. 29). En consecuencia, la implementación de estrategias didácticas que integren tanto el uso de TIC como de material manipulable puede contribuir a que los estudiantes se sientan más motivados y se conviertan en los protagonistas activos de su propio proceso de aprendizaje, bajo una metodología activa y participativa, guiada por el docente.

Es importante señalar que, previo a esta investigación, existían pocos estudios a nivel nacional y local relacionados con la temática, por lo que su impacto fue relevante en el ámbito educativo e investigativo. En este estudio, se elaboraron y validaron estrategias de aprendizaje para facilitar el análisis e interpretación de diagramas de cuerpos libres, así como la resolución de problemas sobre el contenido "Condición de equilibrio en ausencia de rotación".

Cabe mencionar que, de acuerdo con las recientes adecuaciones curriculares en el país, el programa de Física sugiere el uso de tecnologías digitales para fortalecer el aprendizaje de los estudiantes y el desarrollo de habilidades y competencias. Por ello, se implementó el uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en dos de las estrategias, entre ellas las aplicaciones GeoGebra Geometría y Física 21, las cuales permitieron la elaboración de diagramas y la resolución de problemas de manera efectiva y fácil. Asimismo, se implementó el uso de material manipulable en las otras dos estrategias, lo cual permitió un proceso de aprendizaje más interactivo y motivador, donde los estudiantes fueron participantes activos y constructores de su propio conocimiento.

### 1.1 Revisión de la Literatura

En este apartado se explica la parte científica de la investigación acerca del tema en estudio, el cual es muy importante para darle el sentido de esta.

#### *Estrategias de aprendizaje*

Para Barca et al., las estrategias de aprendizaje en los procesos de estudio brindan las pautas necesarias para enriquecer el conocimiento: "Forman parte intrínseca de las herramientas básicas que hacen uso los

estudiantes a la hora de proceder a la adquisición, comprensión, transferencia y aplicabilidad de los diferentes contenidos que integran los conocimientos" (2013, p. 195). Por lo que su implementación en el ámbito educativo se vuelve fundamental para facilitar el proceso tanto para docentes como estudiantes.

Para Ortuño Blandón (2023) las estrategias desempeñan un papel fundamental en la educación. Permiten a los docentes planificar actividades e impartir nuevos contenidos de manera más efectiva en diversas áreas. De esta forma, los estudiantes pueden adquirir nuevos conocimientos de manera más dinámica, incluyente y sencilla, lo que facilita la obtención de un aprendizaje significativo.

#### *Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)*

La integración de la tecnología en la educación, y particularmente en el campo de la Física, reviste una gran importancia. Diversos estudios han demostrado que el uso de herramientas tecnológicas ofrece un aprendizaje más interactivo y motivador para los estudiantes. Estas herramientas permiten el desarrollo de habilidades y competencias que dinamizan el proceso de enseñanza-aprendizaje. En el caso de la Física, la implementación de tecnologías como aplicaciones de software, simulaciones y recursos digitales, facilita la comprensión de conceptos, la visualización de fenómenos y la resolución de problemas de manera más efectiva. Además, fomentan la participación activa de los estudiantes, quienes se convierten en agentes protagonistas de su propio aprendizaje. Por lo tanto, la integración estratégica de la tecnología en la enseñanza de la Física representa una valiosa herramienta para potenciar el desarrollo de habilidades y competencias fundamentales en esta disciplina (Cornejo Casco et al., 2023; Herrera Castrillo y Córdoba Fuentes, 2023; Muñoz Vallecillo et al., 2023).

Dentro de las TIC que se implementan en las estrategias para la construcción de diagramas de cuerpos libres, está GeoGebra Geometría; para Corrales y López (2019), este software ofrece diversidad de herramientas útiles para

el desarrollo de contenidos de Física: “Con él se pueden construir imágenes o diagramas que ayuden a complementar la idea de un enunciado o la solución de un ejercicio, así como la representación gráfica de uno o varios conceptos, entre otras” (p. 4).

Asimismo; se implementa la aplicación Física 21. Solucionador de Problemas de Física; que según Project Solver (2020) esta App funciona como calculadora, muestra la solución del problema paso a paso; además, presenta fórmulas y gráficas para una mejor comprensión y aprendizaje; lo que aporta significativamente para desarrollar el contenido “Condición de equilibrio en ausencia de rotación”.

#### **Material Manipulable**

Al momento de abordar un contenido mediante el uso de material manipulable, se permite a los estudiantes una mayor interacción con el proceso de aprendizaje. Tal como lo señalan Fuentes Mora y Pacheco Aparicio (2017), "los materiales manipulativos no solo permiten aprender a los educandos, sino que también les ayudan a mejorar sus habilidades sociales, porque los antes mencionados interactúan más con sus compañeros" (p. 8).

Esta estrategia ha cobrado mayor relevancia en los últimos años, pues la implementación de material manipulable en el proceso de enseñanza-aprendizaje propicia pautas para que los estudiantes se involucren de manera más activa y participen en la construcción de su propio conocimiento. Al tener la oportunidad de interactuar físicamente con recursos didácticos, los estudiantes pueden desarrollar una comprensión más profunda de los conceptos y fenómenos, además de fomentar el trabajo colaborativo y las habilidades sociales (Cruz López y Herrera Castrillo, 2024).

La utilización de material manipulable en el aula representa, por lo tanto, una valiosa herramienta pedagógica que favorece la participación activa de los estudiantes, la construcción significativa de conocimientos y el desarrollo de habilidades fundamentales para el aprendizaje.

#### **Condición de equilibrio en ausencia de rotación**

Cuando se habla de equilibrio en ausencia de rotación, se refiere al equilibrio traslacional; por ello Pérez (2015, p. 160), afirma que este sucede cuando la suma de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo en los ejes  $x$  y  $y$  es igual a cero, que matemáticamente se expresa como:  $\sum F_x = 0 \leftrightarrow \sum F_y = 0$ .

Para aplicar dicha condición, se parte de la construcción de diagramas de cuerpos libres, Luna y Muñoz (2011) afirman que: “Son representaciones gráficas de los cuerpos, que reflejan todas las fuerzas efectivas que actúan sobre él; el cual se aísla reemplazando las superficies, fuerzas y otros elementos por los vectores fuerzas necesarias para que esté en equilibrio” (p. 175). Por ende, los diagramas permiten tener una visión clara de las fuerzas, para una mejor comprensión y resolución de problemas.

#### **Diagramas de Cuerpos Libres**

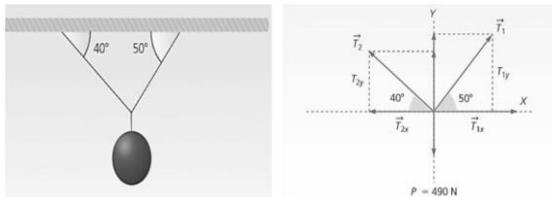
El término "diagrama" se refiere a un tipo de representación gráfica que permite establecer relaciones claras entre un conjunto de objetos. Tal como lo menciona Font et al. (2016), "Es un tipo de ícono con el que se representan relaciones claras entre un conjunto de objetos" (p. 159).

En el campo de la Física, los diagramas se emplean, por ejemplo, en la resolución de problemas de equilibrio. Estos diagramas, conocidos como diagramas de cuerpo libre, son representaciones gráficas de los cuerpos en las que se muestran todas las fuerzas efectivas que actúan sobre ellos. Tal como lo señalan Luna y Muñoz (2011), "Los diagramas son representaciones gráficas de los cuerpos en el que se encuentran representadas todas las fuerzas efectivas que actúan sobre él. Se escoge un objeto y se aísla reemplazando las cuerdas, superficies, fuerzas de rozamiento, reacciones y otros elementos por los vectores de fuerzas necesarios para que esté en equilibrio o en movimiento" (p. 175).

La construcción de estos diagramas sigue una serie de pasos. Primero, se realiza un dibujo o esquema que represente claramente el problema a resolver, como lo menciona Pérez

Montiel (2015). Luego, se construye el diagrama de cuerpo libre, sustituyendo por medio de fuerzas todo aquello que recibe el objeto y que le permite estar en equilibrio, indicando la magnitud, dirección y sentido de las fuerzas conocidas, y usando símbolos para las desconocidas.

Al tener construido el diagrama con la representación vectorial de las fuerzas, se facilita la interpretación del problema y, por ende, su debida solución.



**Figura 1.** Dibujo y Diagrama de un Cuerpo en Equilibrio. Nota: La imagen muestra ejemplo de bosquejo y diagrama de cuerpo libre. Fuente: (Pérez Montiel, 2015, p. 162).

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Metodología de investigación

La presente investigación se basó en un paradigma sociocrítico: “En los aspectos metodológicos y conceptuales, se asemeja al paradigma interpretativo, pero le incorporan la ideología de forma explícita y la autorreflexión crítica en los procesos del conocimiento” (Andara., 2013, p. 121). Es decir, se trató de comprender y describir la información obtenida, en base a una reflexión crítica según los objetivos planteados en el estudio.

El enfoque que guio la investigación fue el mixto: “Representa un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta para lograr un mayor entendimiento del fenómeno” (Hernández y Mendoza, 2008, como se citó en Baptista et al., 2010, p. 546). Por lo que se basó en dicho enfoque, pero con predominante cualitativo porque se enfocó más en la descripción y análisis de la información recopilada.

Además, la investigación fue aplicada; Rojas Soriano (2013, pp. 60-61) plantea que estos

estudios poseen una amplia proyección social; además, permiten la organización y sistematización de los hechos, los cuales se analizan para llegar a una validez científica. Por lo que después de validar se registraron los datos obtenidos para su debido análisis.

Según su alcance, la investigación fue descriptiva: “En ella se registran o miden los conceptos con el fin de especificar las propiedades importantes de las personas, grupos o cualquiera sea el objeto sometido al análisis” (Blandón Dávila y Valdivia González, 2014, p. 59). Por ende, se analizaron y describieron las dificultades que presentan los estudiantes, así como la efectividad de las estrategias de acuerdo con los datos obtenidos de los instrumentos.

Según el tiempo de realización la investigación se consideró transversal, porque los instrumentos y estrategias se aplicaron en un periodo comprendido de tres semanas; dicho estudio fue realizado en el Instituto Luz Marina González del municipio de Jalapa, Nueva Segovia.

Con base en la población de la investigación se refiere al objeto de estudio: “Es un conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones” (Baptista et al., 2010, p. 174). En este caso, su tamaño fue de 61 estudiantes de décimo grado divididos en dos secciones A y B, así como dos docentes de Física; retomando la misma cantidad como muestra para aplicar los instrumentos y estrategias; cabe señalar que esta fue variada en cada actividad porque la asistencia era irregular en el instituto.

Los métodos teóricos empleados en la investigación fueron el inductivo y deductivo para la interpretación de la problemática planteada en el estudio; asimismo, se utilizó el método empírico para la recolección de datos mediante la aplicación de tres tipos de instrumentos, como: entrevistas estructuradas, guías de observación y encuestas, los cuales se analizaron mediante gráficos, resumen y triangulación.

### 2.2. Etapas de la investigación

Cohén y Manion (2002) manifiestan que los métodos se pueden definir como los

diferentes modos o procedimientos utilizados en la investigación para obtener los datos que se analizarán como base para la inferencia, la interpretación, la explicación y la predicción de la realidad (p.142).

Durante el desarrollo de la investigación, se utilizaron diversos métodos, entre los que se encuentran:

Las principales etapas de una investigación científica son:

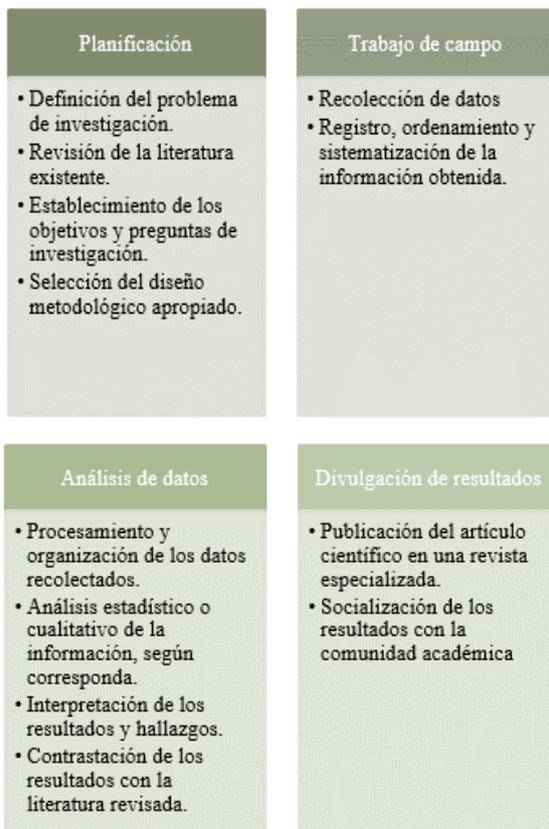


Figura 2. Proceso de investigación.

Nota: Elaboración Propia.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección se presentan las dificultades en los estudiantes, las estrategias elaboradas y los resultados de la aplicación de cada una, junto con el nivel de aprendizaje alcanzado en los educandos.

#### 3.1 Dificultades en los estudiantes

En la tabla 1 se presenta la opinión de los docentes y estudiantes expresadas en la entrevista, así como lo observado durante el periodo de aplicación, sobre las dificultades existentes en los educandos.

Tabla 1. Triangulación de las Dificultades de los Estudiantes.

Nota: En la tabla se refleja la triangulación de las dificultades que presentan los estudiantes en la construcción de diagramas.

Dificultades de los estudiantes en la construcción de diagramas		
Docentes	Estudiantes	Observadores
<p>Los estudiantes presentan dificultad en el análisis del problema, la ubicación del cuerpo en equilibrio y las fuerzas que actúan.</p> <p>Además, no portan material para la construcción de los diagramas.</p>	<p>Veintidós de los estudiantes expresaron que se les dificultaba elaborarlos correctamente, ya sea en el trazo de las rectas como en las medidas de estas.</p> <p>A dos, identificar la superficie en que se desarrollaba el cuerpo en equilibrio.</p> <p>A cuatro el saber cómo emplearlos para resolver los problemas y para expresar ejemplos.</p> <p>A uno no se le dificultó nada, cuatro no recuerdan haber recibido el contenido y 12 no expresaron sus dificultades</p>	<p>Los estudiantes presentan dificultad en el trazo correcto de los ejes y vectores, en identificar el sentido en el que actúan las fuerzas y el saber cómo se emplean para plantear la condición de equilibrio.</p> <p>Además, no portan regla por lo que los diagramas no les quedan bien elaborados.</p>

Según los datos de la tabla 1, se coincide que los estudiantes presentan dificultad en la elaboración correcta de los diagramas, poseen poco dominio del sentido en el que actúan las fuerzas; además, no portan material necesario para su construcción quedando mal graficados los ejes y vectores; donde todo lo anterior influye al momento de resolver problemas basados en la condición de equilibrio.

Con respecto a la resolución de problemas, se contrasta la opinión de los docentes y estudiantes; además, lo observado en el periodo de validación, las cuales se reflejan en la tabla 2.

**Tabla 2.** Triangulación de Dificultades en los Estudiantes.

*Nota:* La tabla refleja la triangulación de la información obtenida en relación con las dificultades de los estudiantes en la resolución de problemas.

Dificultades de los estudiantes en la resolución de problemas		
Docentes	Estudiantes	Observadores
Los estudiantes presentan dificultad en la interpretación del bosquejo, la elaboración de diagramas y el dominio de las ecuaciones.	<p>Cinco de los estudiantes expresaron que confundían mucho en el contenido.</p> <p>Tres no entendieron la explicación del docente.</p> <p>A 23 se les complicaba el procedimiento tanto en la elaboración de gráficos, el saber qué fórmula utilizar y como emplearla.</p> <p>A dos el identificar el tipo de equilibrio.</p> <p>Dos no presentaron dificultad.</p> <p>Cinco no recordaron haber recibido el contenido y la misma cantidad no respondió.</p>	<p>Los estudiantes presentan dificultad en plantear correctamente la sumatoria de las fuerzas en ambos componentes, ya sea en la asignación de los signos como en el dominio de las ecuaciones.</p> <p>Además, en el partir del diagrama para plantear la condición de equilibrio y en realizar una interpretación adecuada a la solución del problema.</p>

De acuerdo con los datos de la tabla 2, se coincide que los estudiantes presentan

dificultad en la interpretación del bosquejo y diagrama, en cómo emplearlos en la resolución; además, poseen poco dominio de las ecuaciones lo que influye al momento de resolver los problemas, ya que, si está mal planteada la sumatoria de las fuerzas, la solución no sería válida.

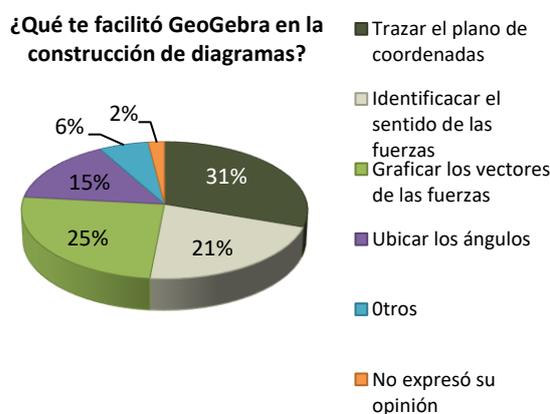
### 3.2 Estrategias de aprendizaje

En relación con las dificultades encontradas en los estudiantes en el contenido “Condición de equilibrio en ausencia de rotación”; se elaboraron cuatro estrategias de aprendizaje, en las que se implementó el uso de TIC y material manipulable.

#### Aplicación de Estrategia “Construyendo con Geo”

En esta estrategia se implementó la aplicación GeoGebra Geometría para la construcción de diagramas, en la que se integraron 20 estudiantes de décimo A y 25 del B; de los cuales un 90% de los equipos utilizaron correctamente la App siguiendo las instrucciones de la guía de trabajo que se les asignó; asimismo, se mostraron motivados.

La figura 3, refleja la opinión de los estudiantes en la encuesta realizada sobre qué les facilitó GeoGebra Geometría en el proceso de construcción de diagramas. Cabe señalar que, los estudiantes seleccionaron más de una de las opciones presentadas, donde tres educandos seleccionaron cinco, ocho eligieron cuatro, seis encerraron tres, cuatro dos y 19 una sola opción.



**Figura 3.** Análisis de la Construcción de Diagramas con GeoGebra.

*Nota: La figura muestra la opinión de los estudiantes encuestados acerca de lo que les facilitó la aplicación GeoGebra Geometría.*

Según los datos de la Figura 3, lo que más facilitó la aplicación fue el trazo del plano de coordenadas con 31 %, identificar el sentido de las fuerzas y graficar los vectores con 21% y 25%, debido a que en la guía de trabajo se les explicaba claramente cómo realizarlo y el porqué del sentido de cada fuerza.

El 6% que afirma que les facilitó otros aspectos, expresaron que: les ayudó a cómo resolver el problema, a aprender un poco más sobre vectores y fuerzas, a ubicar la normal y fuerza de fricción. Por otro lado, dos estudiantes expresaron su negativa por la cantidad de pasos en la guía.

En cuanto al aprendizaje alcanzado en los estudiantes, 43 lograron un nivel avanzado, porque cumplieron con cada uno de los aspectos establecidos en el instrumento, construyeron el diagrama de cuerpo libre correctamente, comprendieron como emplearlo para plantear la sumatoria e interpretaron adecuadamente la solución del problema.

En cambio, dos obtuvieron un nivel elemental porque no querían participar y se integraron hasta el final de la actividad, participando solo en la resolución.

Por lo que el uso de la aplicación GeoGebra, se considera efectivo para la construcción de diagramas, pero se sugiere reducir la cantidad de pasos para obtener mejores resultados.

#### ***Aplicación de Estrategia “Ingreso y resolución con Física 21”***

En esta estrategia se implementó la aplicación Física 21, solucionador de problemas; en la cual se integraron 27 estudiantes del A y 21 del B, los que se observaron motivados durante el periodo; donde 16 equipos formados comprendieron cómo identificar el bosquejo que más se asemejaba a los problemas asignados debido a que al inicio se les explicó cada uno de los que tiene la aplicación.

Donde 35 educandos alcanzaron un nivel de aprendizaje avanzado, porque elaboraron correctamente el diagrama a partir del bosquejo; además, se evidenció que

comprendieron la solución que facilitaba la aplicación; mientras que 13 obtuvieron un aprendizaje satisfactorio, los cuales solo presentaron dificultad en modificar el valor de la gravedad o en expresar la interpretación del problema.

Por consiguiente, la implementación de Física 21 se considera efectiva para facilitar la resolución de problemas referente a la condición de equilibrio, así como el pensamiento crítico al seleccionar el bosquejo más pertinente y construir el diagrama a partir de él.

Por lo que los dichos resultados sustentan la afirmación de Lanuza et al. (2018) quien expresó que la implementación de TIC permite a los estudiantes ser creadores de su propio conocimiento de una manera interactiva y motivadora.

#### ***Aplicación de Estrategia “Móvilplan”***

En ella se implementó el uso de material manipulable para la construcción de diagramas, en la que se integraron 24 estudiantes de décimo A y 28 del B, los cuales hicieron uso adecuado del Móvilplan, ingresando los datos, elaborando el bosquejo y construyendo el diagrama, donde correspondía; un 10% presentó dificultad en el uso del marcador para realizar la actividad, ya que por la ubicación de la regla y manos se les borraba lo que iban haciendo, pero se les dio atención individual y lograron superarlo.

Referente a la opinión de los estudiantes acerca de lo que les facilitó el Móvilplan, se refleja en la figura 4. Cabe señalar que los estudiantes seleccionaron más de una opción, de los cuales uno las seleccionó todas, cuatro eligió cuatro, la misma cantidad prefirió tres y 37 una opción.

Según los datos de la Figura 4, se determinó que lo que más facilitó a los estudiantes fue la elaboración del bosquejo y del diagrama con un 31 % y 26 %; además, en comprender el sentido de las fuerzas; ya que la explicación del primer ejemplo les sirvió de base para la ejercitación de manera individual y el 4 % al que les facilitó otros aspectos expresaron que: lograron comprender un poco más la resolución de problemas.

¿Qué te facilitó en el proceso de resolución de problemas?

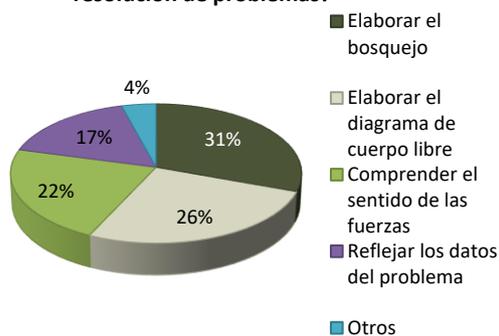


Figura 4. Análisis del Móvilplan en el Proceso de Resolución de Problemas.

Nota: La figura muestra los datos obtenidos de la encuesta acerca de lo que les facilitó el Móvilplan a los estudiantes en la resolución de problema.

Donde 27 estudiantes que obtuvieron un aprendizaje avanzado porque lograron elaborar correctamente el bosquejo y el diagrama, resolvieron adecuadamente el problema realizando su debida interpretación.

Veintidós que alcanzaron un nivel satisfactorio, solo presentaron dificultad en nombrar algunos vectores o no expresaron su interpretación; sin embargo, tres se consideraron con un puntaje elemental, porque además de lo expresado anteriormente no elaboraron bien el bosquejo.

Por lo que utilizar material manipulable para la construcción de diagramas, influye positivamente en la resolución de problemas y por ende en el aprendizaje de los estudiantes, porque participan activamente y les sirve de motivación en dicho proceso.

#### Aplicación de Estrategia "Creando el bosquejo"

En ella se implementó el uso de material manipulable para creación de bosquejos a partir de situaciones problemáticas, en la que se integraron 24 estudiantes de décimo A y 26 del B, los cuales se observaron motivados durante el proceso; también, trabajaron en equipo, distribuyéndose las actividades y construyendo el bosquejo en conjunto.

En cuanto a la opinión de los estudiantes acerca de la manera en que contribuyó la actividad en la resolución de problemas, se reflejan en la figura 5.

De igual manera, en esta pregunta los estudiantes seleccionaron más de una opción, de los cuales seis seleccionaron cuatro, dos eligieron tres, tres prefirieron dos y 37 una sola.

¿De qué manera contribuyó en el proceso de resolución de problemas de equilibrio?

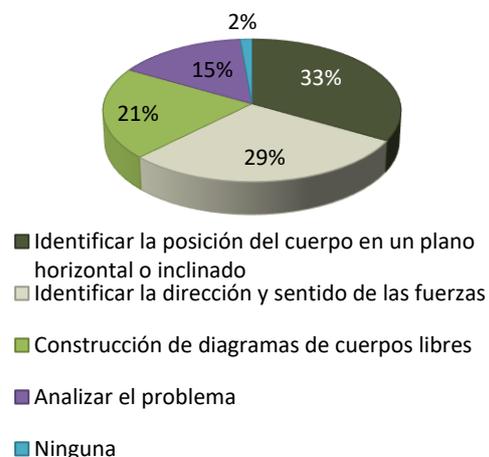


Figura 5. Análisis de la Estrategia para la Resolución de Problemas.

Nota: La figura muestra los datos obtenidos de la encuesta acerca de lo que contribuyó la estrategia 4, en el proceso de resolución de problemas.

Según los datos de la figura, en lo que más contribuyó la estrategia fue en identificar la posición del cuerpo con un 33%, ya que al inicio se explicó con ejemplos el uso del material según la superficie de equilibrio. También, se evidenció que el uso de flechas para representar las fuerzas y el permitir que ellos la ubicaran, les facilitó la identificación de la dirección de estas, lo cual reflejó un 29% de las opiniones.

Además; refleja que al 21% le permitió construir el diagrama de cuerpo libre en relación con el bosquejo, lo que se pudo observar en el desarrollo de la actividad, ya que nueve de los 13 equipos formados lo construyeron correctamente, dos tuvieron dificultad en la representación de las componentes del peso y

la misma cantidad no lo elaboraron por el factor tiempo.

Por otra parte, solo el 15% afirmó que se le facilitó el análisis del problema; sin embargo, 12 de los equipos aplicaron correctamente la condición de equilibrio para su resolución y solo uno tuvo dificultad en la multiplicación de los valores, dándole un resultado que no era; de igual manera todos expresaron su debida interpretación.

En relación con el aprendizaje de los estudiantes, todos alcanzaron un nivel avanzado porque los equipos lograron construir adecuadamente el diagrama a partir del bosquejo construido, lo que les permitió emplearlo correctamente para plantear la sumatoria de las fuerzas en ambos componentes para la resolución de problemas.

Por consiguiente, se logró comprobar que las estrategias de aprendizaje son efectivas para facilitar el análisis e interpretación de diagramas y, por ende, la resolución de problemas sobre la condición de equilibrio en ausencia de rotación, ya que los estudiantes alcanzaron un nivel entre avanzado y satisfactorio de aprendizaje según los instrumentos de evaluación.

Por lo que la propuesta, está basada en cuatro estrategias de aprendizaje y una guía de autoaprendizaje la cual no fue aplicada; de manera los docentes de Física puedan emplearlas en el aula de clases de acuerdo con su contexto.

### 3.3 Propuesta de estrategia de aprendizaje

La propuesta metodológica presentada se basa en cuatro estrategias de aprendizaje diseñadas para facilitar el análisis e interpretación de diagramas de cuerpo libre y la resolución de problemas sobre la condición de equilibrio en ausencia de rotación. Cada estrategia tiene una estructura similar, que incluye aspectos como el tiempo estimado, el contenido abordado, los ejes transversales, los indicadores de logro, la planificación didáctica y los instrumentos de evaluación.

La primera estrategia, "Construyendo con Geo", integra el uso de la aplicación GeoGebra Geometría para la construcción de

diagramas, a través de siete fases que van desde la instalación de la aplicación hasta la aplicación de una guía de trabajo. La segunda estrategia, "Ingreso y resuelvo con Física 21", utiliza la aplicación Física 21 para la resolución de problemas, con cinco fases que incluyen la instalación de la aplicación y el trabajo en equipos. La tercera estrategia, "Móvil-plan", emplea material manipulable para la elaboración de diagramas de cuerpo libre, con cinco fases que abarcan desde la identificación de conocimientos previos hasta la resolución de problemas.

La cuarta estrategia, "Creando el bosquejo", también hace uso de material manipulable y consta de tres fases: la organización de los estudiantes en grupos, la explicación de la estrategia y la resolución de problemas a partir de la creación del bosquejo correspondiente. En resumen, la propuesta metodológica plantea cuatro estrategias de aprendizaje diversas, integrando el uso de aplicaciones digitales y materiales manipulables, con el objetivo de fortalecer las habilidades de los estudiantes en la construcción, interpretación y resolución de problemas sobre diagramas de cuerpo libre.

#### Estrategia 1: Construyendo con Geo

Los materiales requeridos para el desarrollo de esta estrategia de aprendizaje incluyen:

- Celulares o tablets de las aulas digitales para utilizar la aplicación GeoGebra Geometría.
- Un proyector, que permitirá a los estudiantes visualizar los pasos a seguir durante la actividad.
- Una computadora para mostrar la guía de trabajo a través del proyector.

En cuanto a la planeación didáctica, se solicita el uso de la plataforma social WhatsApp, donde se creará un grupo con el nombre de la asignatura y sección, integrado por todos los estudiantes. Además, se debe asegurar que la aplicación GeoGebra Geometría esté previamente instalada en los dispositivos móviles.

Para aquellos estudiantes que no cuenten con acceso a internet durante la aplicación de la estrategia, se sugiere utilizar aplicaciones como Xender o Bluetooth para que puedan compartir los diagramas construidos.

Fase 1: Instalación de GeoGebra Geometría previamente a la actividad.

- a) Ingresa a Play Store desde el celular o Tablet



Figura 6. Búsqueda de Play Store

- b) En el buscador de Play Store ingresa “GeoGebra Geometría” y darle Enter e instalar



Figura 7. Instalar GeoGebra Geometría

Fase 2: Identificación de los conocimientos previos.

Mediante una lluvia de ideas identificar los conocimientos de los estudiantes sobre:

- Fuerzas que actúan sobre un cuerpo
- Condición de equilibrio en ausencia de rotación
- Diagrama de cuerpo libre

Fase 3: Ponencia por parte del docente sobre aspectos teóricos del contenido partiendo de los conocimientos previos de los estudiantes.

Fase 4: Se instala y enciende el proyector, se conecta a la computadora, donde se irá mostrando la guía de trabajo para el desarrollo de la actividad. (En el caso de que falte la energía eléctrica, hacer uso de una de las guías de trabajo impresas).

Fase 5: Se organizan a los estudiantes en parejas o tríos y se le entrega a cada uno la guía de trabajo impresa y una Tablet o el celular con la aplicación ya instalada, el docente deberá tener una para guiar el proceso.

Fase 6: Explicar en qué consiste la actividad.

Se presentará un problema referente al contenido, donde el docente guiará el proceso y junto con los estudiantes analizarán el mismo, extraerán los datos y usando la App GeoGebra Geometría construirán el diagrama de cuerpo libre siguiendo los pasos que se indican en la guía.

Al finalizar la actividad uno de cada pareja o trio enviará al grupo de WhatsApp de la clase el diagrama finalizado con sus respectivos nombres y apellidos como archivo. Si los estudiantes no andan internet en el momento de la aplicación hacer uso de Xender o Bluetooth como alternativa para compartir dicho archivo.

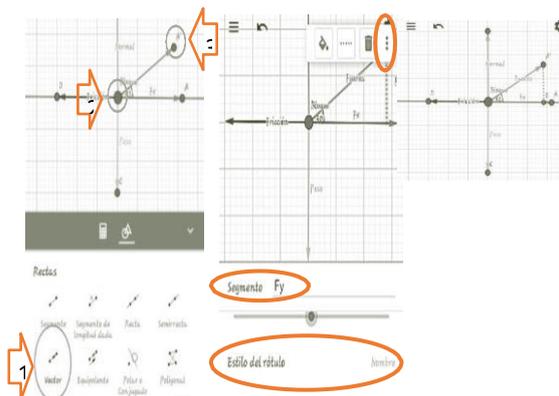


Figura 8. Aplicación de la guía de trabajo en el aula.

**Estrategia 2: Ingreso y resuelvo con Física 21**

Para facilitar la resolución de problemas relacionados con este contenido, es fundamental que los estudiantes sepan interpretar qué tipo de diagrama representa el problema, y además, analizar cuidadosamente los datos proporcionados. La implementación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en el proceso de resolución de problemas, contribuye significativamente a la comprensión de la temática en estudio y a la adquisición del aprendizaje por parte de los estudiantes.

Fase 1: Instalación previa de la App Física 21 en cada uno de los dispositivos.

Fase 2: Ponencia por parte del docente sobre aspectos teóricos relacionados al contenido.

Fase 3: Organización de los estudiantes.

La organización de los estudiantes se realizará en parejas o tríos, dependiendo de la cantidad de estudiantes en el grupo. Se dispondrán de tal forma que el estudiante que tenga el dispositivo (tablet o celular) quede en medio de sus compañeros, facilitando así la visualización e integración del trabajo en equipo. Adicionalmente, si es posible, se entregará de manera impresa un documento por equipo correspondiente a la fase 4, con el objetivo de facilitar el desarrollo de la actividad.

Fase 4: Explicar a los estudiantes en qué consiste la App y la actividad a desarrollar

La aplicación Física 21 es una herramienta que permite resolver acertadamente problemas relacionados con diferentes temáticas, entre ellas, las condiciones de equilibrio. En esta aplicación, los estudiantes pueden ingresar los datos correspondientes a un problema, incluyendo una o más incógnitas. La aplicación funciona como una calculadora, mostrando las fórmulas a utilizar, las gráficas y la solución con el respectivo proceso de resolución. Esto facilita que los estudiantes puedan resolver los problemas de una manera más rápida y efectiva, contribuyendo a su aprendizaje.

Fase 5: Aplicación de la App para la resolución de problemas.

1. Primeramente se lee y analiza el problema a resolver.
2. Se busca en la pantalla del móvil o Tablet con la que se trabaje el icono de la App.
3. Dentro de esta se mostrará una serie de temas, de los cuales se seleccionará "ESTÁTICA".
4. Al seleccionar Estática, se presentan cinco tipos de bosquejos y según el problema se identifica cual es el que mejor lo representa, de acuerdo con la dirección de la fuerza que se aplica.



Figura 9. Aplicación de Física 2 en el aula de clase.

¿Cómo seleccionar el bosquejo de acuerdo con el problema?

- Si expresa que el cuerpo se tira en un plano horizontal, selecciona el bosquejo 1.
- Si expresa que el cuerpo se empuja o desliza en un plano horizontal, se selecciona el bosquejo 2.
- Si expresa que el cuerpo se tira en un plano inclinado, selecciona el bosquejo 3.
- Si expresa que el cuerpo se empuja en un plano inclinado, selecciona el bosquejo 4.
- Si expresa que el cuerpo está en reposo en un plano inclinado, selecciona el bosquejo 5.

#### Ejemplo 1:

Un prisma rectangular de madera cuyo peso tiene una magnitud de 20 N comienza a tirarse sobre una superficie horizontal de cemento, aplicando una fuerza de 11N en un ángulo de  $20^\circ$ . Calcular el coeficiente de fricción estático que se produce entre la madera y el cemento.

- a) Se extraen los datos que proporciona el problema.

Datos del problema:

$$P = 20N$$

$$F = 11N \quad \alpha = 20^\circ$$

- b) Se analiza la situación que plantea el problema para seleccionar uno de los bosquejos, que lo represente.

Como el problema indica que el prisma rectangular se tira sobre un plano horizontal, entonces se identifica en la App, cuál de los diagramas corresponde a dicho problema y se selecciona; en este caso sería el primero.

- c) Al seleccionar el primer bosquejo, aparece también representadas como vectores las fuerzas que actúan y cada una de las fórmulas respectivas; en el escudo que aparece en la barra amarilla, seleccione la variable que se pretende encontrar, en este caso es el coeficiente de fricción estático que se representa por  $\mu sl$ .

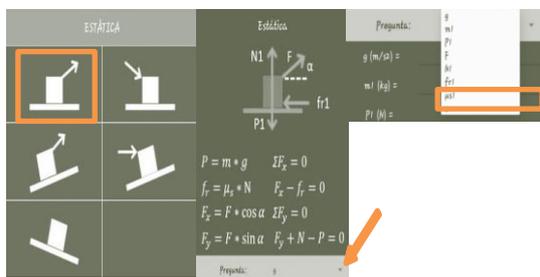


Figura 10. Análisis del problema incisos a), b) y c)

- d) Después de haber seleccionado el coeficiente, ingresa los datos que se proporcionan en el problema, en los espacios determinados para cada fuerza, masa, gravedad presentados en la parte inferior. Tener presente el modificar el valor de la gravedad en 9,8.
- e) La solución de estos datos se dará al momento de hacer clic en la parte superior que se muestra en la pantalla, en el escudo de color verde
- f) En la parte inferior, se muestra la solución detallada del problema, con sus respectivas fórmulas y procedimientos, que en este caso es el coeficiente de fricción es de 0,64.
- g) De acuerdo con el bosquejo que proporciona la aplicación se construye el diagrama de cuerpo libre

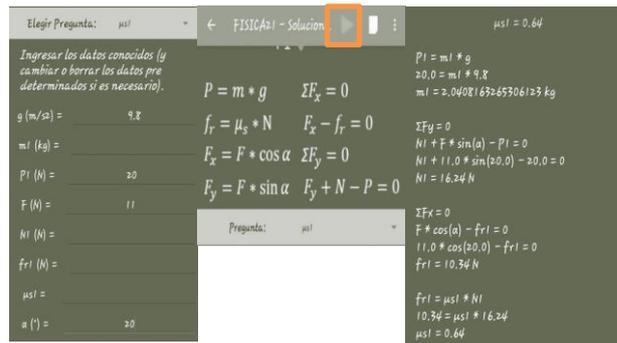


Figura 11. Análisis del problema incisos d), e), f) y g)

- h) Dada la solución, se comprueba manualmente en su cuaderno explicando el por qué se utilizan tales fórmulas en la solución.
- i) De acuerdo con la solución del problema proporcionada por la App y su respectiva comprobación, expresar su interpretación en relación con el bosquejo y el diagrama de cuerpo libre.

### Estrategia 3: Móvilplan

La implementación de materiales manipulables en el proceso de aprendizaje fomenta una mayor interacción de los estudiantes, quienes se vuelven más activos y participativos en la adquisición del conocimiento. Mediante esta estrategia, se propone utilizar material manipulable para la elaboración de un "Móvilplan", el cual podrá ser aplicado en diferentes momentos según se requiera, como la construcción de diagramas de cuerpos libres. Dado que el "Móvilplan" estará forrado con papel adhesivo transparente, tendrá la capacidad de ser borrado y reutilizado. La actividad partirá de la asignación de un problema relacionado con la vida cotidiana, lo que permitirá a los estudiantes aplicar los conceptos de manera práctica.

A continuación, se presentan los materiales y el procedimiento para la elaboración del "Móvilplan":

Materiales:

- 2 rollos de papel adhesivo transparente para forrar el Móvilplan y poder usar marcador acrílico.
- 1 lámina de pleibo de 1,5m de largo y 1m de alto como base.

- 2 láminas de papel bond para forrar la lámina de pleibo.
- 50 hojas de colores tamaño carta para la elaboración de los Móvilplan a escala para los estudiantes.
- Tijera para cortar los materiales.
- Pega para pegar el papel bond en la lámina de pleibo.
- Regla para medir y trazar los cuadros.
- 50 marcadores acrílicos punta fina para el uso del Móvilplan.
- Borrador de pizarra.

Procedimiento:

- a) Elaboración del plano para el docente:
  1. Forrar la lámina de pleibo con papel bond.
  2. Trazar un cuadro de 70cm x 40cm en el extremo superior izquierdo y nombrarlo "Bosquejo", forrarlo con hojas de color amarillo.
  3. Trazar otro cuadro de 30cm x 40cm en los 30cm restantes, asignado para el "Diagrama".
  4. Forrar la pizarra con papel adhesivo transparente.
  
- b) Elaboración de los planos para los estudiantes:
  1. En hojas tamaño carta, trazar un cuadro de 11cm x 13cm en el extremo superior izquierdo, nombrado "Bosquejo".
  2. Trazar otro cuadro de 10cm x 13cm en los 10cm restantes, nombrado "Datos".
  3. El espacio restante será para el "Diagrama".
  4. Forrar cada hoja con papel adhesivo transparente.



Figura 12. Ejemplo del Móvilplan

Ejemplo de Aplicación:

Un bloque cuyo peso tiene una magnitud de 50 N se desliza sobre una tabla existiendo un coeficiente de fricción dinámica de 0,3. Calcular la magnitud de la fuerza que se debe aplicar al bloque para que se mueva con una velocidad constante si la tabla forma un ángulo de  $30^\circ$  respecto al plano horizontal. (Tomado del libro Física general, Pérez, 2015, p.173)

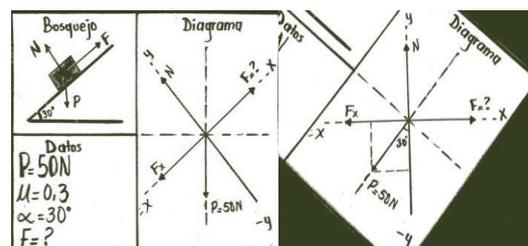


Figura 13. Aplicación de Móvilplan

#### Estrategia 4: Creando el Bosquejo

La implementación de material manipulable, como maderas y cartones, en el proceso de aprendizaje fomenta una mayor interacción y participación activa de los estudiantes. Esta estrategia permite la creación de representaciones tridimensionales de cuerpos en equilibrio, donde se pueden visualizar las fuerzas actuantes sobre ellos como vectores. Esta herramienta puede ser utilizada en diferentes escenarios, ya sea en un plano horizontal o inclinado, facilitando la comprensión de los conceptos de mecánica y estática a través de la manipulación y aplicación práctica de los principios involucrados.

A continuación, se detallan los materiales necesarios para la elaboración del material manipulable:

- Tabla de 15 pulgadas de largo por 4 pulgadas de ancho, que servirá como base.
- Tabla delgada de 20 pulgadas de largo por 2 pulgadas de ancho, que será la superficie para el cuerpo en equilibrio.
- Tabla de 20 pulgadas de largo por 1 pulgada de ancho, que servirá para marcar los ángulos del plano y como soporte para la superficie.
- Cartón para elaborar las flechas que representarán las fuerzas y los cuerpos (cajas).
- Hojas de colores para forrar las flechas y las cajas.
- Pega para adherir las hojas de colores a las flechas y cajas.
- Tijera.
- Bisagra pequeña para sujetar la regla de la superficie del plano a la base.
- Tornillos pequeños para asegurar la bisagra.
- Transportador para medir los ángulos del plano.
- Clavos y martillo para fijar la tabla de soporte a la base.

#### Procedimiento para elaborar el plano

Tener presente que se elaborarán de acuerdo con la cantidad de estudiantes y a los grupos que se formarán para trabajar que puede ser de tres a cuatro integrantes.

1. Clavar la tabla de soporte en la que irán los ángulos, en uno del extremo de la tabla de base, dejando una pulgada de distancia de la parte lateral.
2. Haciendo uso de la bisagra, fijar la tabla que servirá de superficie en el otro extremo de la tabla de base, razado a la parte lateral.
3. Para fijar la medida de los ángulos en tabla destinada, hacer uso del transportador para medir los ángulos de  $10^\circ$  de diferencia; para ello levantar la tabla de superficie y ubicar el

transportador en la esquina de la abertura para medir el ángulo de  $10^\circ$ , y marcar una seña de la tabla fija. Y seguir aumentando el ángulo de separación entre la base y de la regla movable.

4. Expresar numéricamente la medida de los ángulos trazados en la tabla.

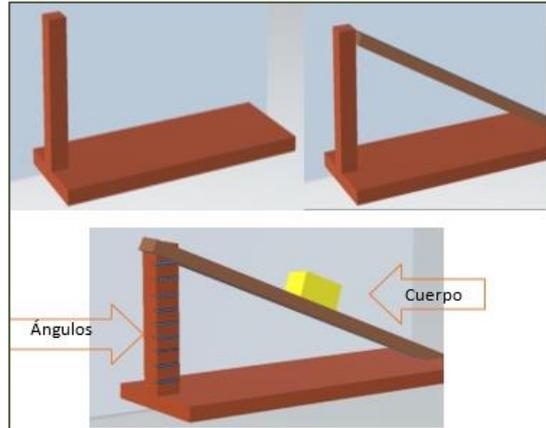
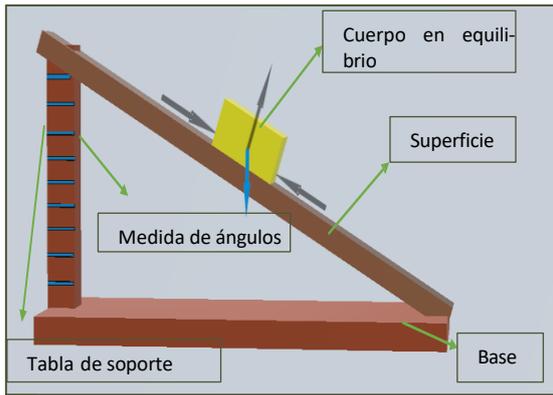


Figura 14. Pasos 1, 2, 3 y 4

5. Para mantener firme la tabla que servirá de superficie, se sujeta un prensador de ropa a la tabla de soporte, en la medida del ángulo que se desee utilizar.
6. Para representar los cuerpos, se puede crear un prisma rectangular de cartón, con una base cuadrada de 2 pulgadas de lado y una cara rectangular de 2 pulgadas por 4 pulgadas, forrados con diferentes colores. Alternativamente, se puede utilizar un bloque de madera de las mismas dimensiones.
7. Para elaborar los vectores que representarán las fuerzas, se recortarán cuatro flechas de 7 pulgadas de largo y 1 pulgada de ancho (una por cada fuerza a representar en el plano).
8. Las flechas serán forradas con hojas de colores diferentes, para diferenciarlas entre sí.
9. Las flechas serán etiquetadas con la simbología correspondiente a cada fuerza: Fuerza normal (N), Fuerza externa (F), Fuerza de fricción (Fr), Peso (W o P).



**Figura 15.** Ejemplo del plano, con el cuerpo y vectores de las fuerzas

#### 4. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos evidencian que los estudiantes presentaron dificultades en la identificación de la dirección de las fuerzas actuantes, la elaboración correcta de los diagramas de cuerpo libre y el planteamiento de las sumatorias de fuerzas. Además, se evidenció un bajo dominio de las ecuaciones necesarias para la resolución de problemas de equilibrio, lo que dificultaba el proceso de resolución.

Estos hallazgos concuerdan con lo expuesto por la teoría, que señala la importancia de la construcción adecuada de los diagramas de cuerpo libre como paso fundamental para el análisis y resolución de problemas de equilibrio. Asimismo, el dominio de las ecuaciones que permiten calcular las magnitudes de las fuerzas es crucial para llegar a la solución correcta.

Para abordar estas dificultades, se diseñaron e implementaron cuatro estrategias de aprendizaje que integraron el uso de TIC y materiales manipulables. Estas estrategias se enfocaron en la construcción de diagramas y la resolución de problemas, tomando en cuenta las necesidades específicas de los estudiantes y los requerimientos de la unidad pedagógica. Además, se elaboró una guía de autoaprendizaje para que los estudiantes pudieran desarrollar el contenido de manera no presencial.

Los resultados obtenidos con la implementación de estas estrategias fueron positivos, ya que se evidenció que los estudiantes lograban construir de manera más eficiente los diagramas de cuerpo libre y, por consiguiente, avanzaban de manera más efectiva en la resolución de problemas sobre la condición de equilibrio en ausencia de rotación. Además, se observó una mayor motivación y participación activa de los estudiantes, así como el desarrollo de habilidades tecnológicas, con la mayoría alcanzando niveles de aprendizaje satisfactorio o avanzado.

En síntesis, se propone la implementación de estas estrategias de aprendizaje y la guía de autoaprendizaje como herramientas para que los docentes de Física puedan abordar las dificultades identificadas en los estudiantes de décimo grado, en el proceso de construcción de diagramas de cuerpo libre y resolución de problemas de equilibrio.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo Montenegro, R. S., Blandón Vindell, C. J., Picado Castillo, C. D., Triminio-Zavala, C. M., y Herrera-Castrillo, C. J. (2024). Resolución de problemas con integrales para el estudio del principio de Arquímedes en física vectorial. *Revista Wani*, 40(80), 1-16. <https://doi.org/10.5377/wani.v40i80.17643>
- Andara, O., Maiza, M., Puente, M., y Schuster, A. (Junio de 2013). La Metodología Cualitativa, Herramienta para Investigar los Fenómenos que Ocurren en el Aula. La Investigación Educativa. *Revista Electrónica Iberoamericana de Educación en Ciencias y Tecnología*, 4(2), 109-139. <https://doi.org/http://www.exactas.unca.edu.ar/riecyt/VOL%204%20NUM%202/TEXT0%207.pdf>

- Baptista Lucio, M. d., Fernández Collado, C., y Hernández Sampieri, R. (2010). *Metodología de la Investigación* (Quinta ed.). Mexico: McGraw-Hill.
- Barca Enríquez, E., Barca Lozano, A., Peralbo Uzquiano, M., Porto Rioboo, A. M., y Santorum Paz, R. (2013). Estrategias de aprendizaje, autoconcepto y rendimiento académico en la adolescencia. *Revista Galeno-Portuguesa de Psicología e Educación*, 21, 211. Obtenido de <http://hdl.handle.net/2183/12614>
- Blandón Dávila, M., y Valdivia González, V. (2014). *Documento base-Metodología de la investigación*. Estelí, Nicaragua.
- Cohén, L., y Manion, L. (2002). *Métodos de Investigación educativa*. Madrid: La Muralla.
- Cornejo Casco, B. J., García López, H. D., y Herrera Castrillo, C. J. (2023). Simulador phet para demostrar ecuación de continuidad con enfoque diferencial e integral incluyendo vectores. *Revista Chilena de Educación Científica*, 24(1), 14-35. Obtenido de <http://revistas.umce.cl/index.php/RChEC/article/view/2665>
- Corrales Quezada, E., y López Gamboa, M. (8 de Junio de 2019). *Uso de Geogebra para la construcción de diagramas de cuerpo libre y editor de imágenes en la enseñanza de la Física*. Congreso, Universidad Nacional de Costa Rica, Heredia. Obtenido de Eventos Académicos, I Congreso Internacional de Ciencias EXactas y Naturales: <http://www.eventos.academicos.una.ac.cr/index.php/cicen/ICICEN/paper/view/167>
- Cruz López, S. L., y Herrera Castrillo, C. J. (2024). Desafíos en la enseñanza del Cálculo en contextos universitarios en un enfoque por competencias. *Plumilla Educativa*, 33(1), 1-27. <https://doi.org/10.30554/p.e.1.5099.2024>
- Cruz López, S. L., Miller Sáenz, A. C., y Ponce Morales, K. I. (2020). Estrategias de aprendizaje para el análisis e interpretación de diagramas de cuerpos libres en la resolución de problemas del contenido “Condición de equilibrio en ausencia de rotación”. [Tesis de Grado]. UNAN-Managua, CUR-Estelí. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/16822/1/20334.pdf>
- Font Moll, V., Moreno Martínez, N., y Ramírez Maciel, J. C. (Enero de 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. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052016000100015>
- Fuentes Mora, R., y Pacheco Aparicio, J. (2017). Efectividad de los materiales manipulativos y de los libros de texto en el rendimiento y en la motivación del alumnado. [Tesis de Grado]. Universitat Jaume I. Obtenido de <https://repositori.uji.es/xmlui/handle/10234/168953>
- Giraldo García, J. I. (2014). *Propuesta de enseñanza de equilibrio de cuerpo rígido por la acción de fuerzas coplanares con el uso de la geometría plana en el curso de Estática, de la Institución Universitaria Pascual Bravo*. Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Medellín. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Colombia: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/52151>
- Gutiérrez, P. A., y Pineda, B. E. (2019). *Estrategia metodológica para la enseñanza de Estabilidad de Equilibrio de los cuerpos en el Décimo Grado del turno vespertino, Colegio Público Miguel Larreynaga del municipio de Matagalpa, en el segundo semestre*. Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Facultad Regional Multidisciplinaria, Estelí.
- Herrera Castrillo, C. J. (2020). Aprendizaje en las asignaturas “Electricidad” y “Termodinámica y Física Estadística” en tiempos de pandemia. *Revista Multi-Ensayos*, 7(13), 14-25. <https://doi.org/10.5377/multiensayos.v7i13.10748>
- Herrera Castrillo, C. J., y Córdoba Fuentes, D. J. (2023). Competencias Científicas y Tecnológicas en el Trabajo Práctico Experimental de Electricidad. *Revista Multi-Ensayos*, 9(17), 3-18. <https://doi.org/https://doi.org/10.5377/multiensayos.v9i17.15737>

- Lanuza, F. I., Rizo, M., y Saavedra, L. E. (2018). Uso y aplicación de las TICs en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Revista Científica de FAREM-Estelí*, 25, 16-30.
- Luna, J. R., y Muñoz, V. (2011). *Física Básica*.
- Mairena Gómez, J. R., Martínez Cárdenas, P. A., y Palma Moran, L. F. (2024). Recursos tecnológicos y su aplicación a la temática movimiento de giroscopios y trompos. *Revista Internacional De Pedagogía E Innovación Educativa*, 4(1), 109-134. <https://doi.org/10.51660/ripie.v4i1.148>
- Martínez Pérez, R., y Rodríguez Esponda, E. (2017). Manual de Metodología de la Investigación Científica. *Revistas Española de Documentación Científica- CSIC*, 1-74. Obtenido de [http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/cielam/manual\\_de\\_metodologia\\_deinvestigaciones.\\_1.pdf](http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/cielam/manual_de_metodologia_deinvestigaciones._1.pdf)
- Muñoz Vallecillo, L. O., Martínez González, Y. Y., Medina Martínez, W. I., y Herrera Castrillo, C. J. (2023). Uso de simuladores y asistente matemático en la demostración del principio de Pascal al aplicarse integrales y vectores. *Revista Científica Tecnológica*, 2(6), 48-60. Obtenido de <https://revistas.unan.edu.ni/index.php/ReVTec/article/view/3651>
- Ortuño Blandón, A. I., Ferrufino Amador, E. A., Pérez Ruíz, G. E., y Herrera Castrillo, C. J. (2023). Estrategias metodológicas para la comprensión y análisis del contenido “semiconductores- Diodos”. *Revista Educativa HEKADEMOS*(35), 12-24. Obtenido de <https://hekademos.com/index.php/hekademos/article/view/79>
- Pérez Montiel, H. (2015). *Física general* (Quinta ed.). México: Grupo Editorial Patria.
- Project Solver. (11 de Abril de 2010). *Física 21. Solucionador de Problemas de Física*. Obtenido de [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.miaplicacion.projectsolveryhl=es\\_GT](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.miaplicacion.projectsolveryhl=es_GT)
- Rojas Soriano, R. (2013). *Guía para realizar investigaciones sociales*. México: Plaza y Valdés.
- Talavera, J. I., Salmerón Herrera, J. J., Cruz Cruz, J. d., y Herrera Castrillo, C. J. (2023). Prototipo de trabajo práctico experimental en la demostración del principio de Pascal. *Revista Wani*, 39(79), 27-44. <https://doi.org/10.5377/wani.v39i79.16805>