

**APROXIMACIÓN AL CONCEPTO DE FUERZA CON ESTUDIANTES DE
GRADO DÉCIMO: UNA MIRADA DESDE LA PERCEPCIÓN.**

GUILLERMO ANDRES CONTO TRIANA

ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS: ENFOQUES DIDÁCTICOS

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
LICENCIATURA EN FÍSICA
BOGOTÁ, D.C. 2021**

**APROXIMACIÓN AL CONCEPTO DE FUERZA CON ESTUDIANTES DE
GRADO DÉCIMO: UNA MIRADA DESDE LA PERCEPCIÓN.**

GUILLERMO ANDRES CONTO TRIANA

**TRABAJO DE GRADO PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADO EN
FÍSICA**

ASESOR: PROF. JUAN ALEJANDRO PEREZ RANGEL

**LINEA DE PROFUNDIZACIÓN: LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA DESDE LA
PERSPECTIVA DE LOS ENFOQUES DIDÁCTICOS**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
LICENCIATURA EN FÍSICA
BOGOTÁ, D.C. 2021**

Para:

Diana Patricia Triana Mendoza, Guillermo Conto Alcázar y mis hermanos.

Agradecimientos

Primero a Dios que me bendijo con salud, fortaleza y sabiduría. Y por poner personas que contribuyeron en mi proceso de formación,

A mi madre, Diana Patricia Triana Mendoza que me brindo todo su apoyo incondicional y el esfuerzo que hizo para poder realizar mis estudios.

A la señora Olga Inés Fonseca, por ser la persona que me mantuvo bajo su ala en la ciudad de Bogotá durante mi formación académica

A mi compañera de vida por su entrega y por estar a mi lado en los momentos más difíciles.

A la Doctora Rusby Malagón por motivarme en sus clases a trabajar sobre la percepción y al profesor German Bautista por su apoyo en el proyecto de grado.

A la profesora Sandra por su acompañamiento en la construcción del planteamiento del problema

Al profesor Ronal Callejas por la construcción del concepto de fuerza.

A mi asesor Juan Alejandro Pérez por su compromiso, su entrega, por creer en mi trabajo y trabajar mano a mano en este proyecto.

A mis compañeros por su apoyo y entrega en cada momento de mi formación.

Contenido

Contenido	5
1. Introducción	7
CAPITULO I	9
2. Contextualización	9
3. Descripción del problema	9
4. Objetivos:	11
4.1. Objetivo General	11
4.2. Objetivos Específicos	12
5. Antecedentes y referentes investigativos	12
CAPITULO II.....	15
6. Marco Teórico.....	15
6.1. La Percepción y el cerebro.....	15
6.1.1. Fisiología de la percepción.....	16
6.1.2. La percepción como proceso cognitivo	19
7.1.2.1. Esquema informativo anticipatorio (EIA)	19
7.1.2.2. Información Intencionada	20
7.1.2.3. Interpretación.	20
7.2. La Fuerza	22
7.2.2. Evolución del concepto de fuerza	22
7.2.3. Revolución	27
CAPÍTULO III	33
8. Fundamentos de la propuesta.....	33
9. Diagrama aplicativo del proceso perceptual.	33
10. Fases de la propuesta didáctica	37

10.1. Fase I Esquema informativo anticipatorio E.I.A.....	37
10.2. Fase II Información Intencionada.....	38
10.3. Fase III Interpretación y Explicación.....	38
11. Conclusiones y reflexiones pedagógicas.....	39
12. Bibliografía.....	41
13. Anexos.....	43

Tabla de Imágenes

Imagen 1 Clasificación de la fuerza. Traído de: https://sites.google.com/site/21119819avilalimar/2--fuerza/clasificación-de-las-fuerzas ...	46
Imagen 2 Clasifiquemos las fuerzas. Recuperado de: https://docplayer.es/75415424-Clasifiquemos-las-fuerzas-secuencias-curriculares-correspondientes-propuesta-didactica-unidad-de-aprendizaje.html	46
Imagen 3 Movimiento parabólico. Recuperado de: https://fabianizquierdo.wordpress.com/2020/02/02/movimiento-parabolico/.....	46
Imagen 4 Plano inclinado. Recuperado de: https://www.lasclasesdegonzalo.com/fisicaplanoinclinado1	46
Imagen 5 Plano inclinado. Recuperado de: https://www.lasclasesdegonzalo.com/fisicaplanoinclinado1	47
Imagen 6 Aprende a conducir carro. Traído de https://tramitesparalicencias.com/aprende-a-conducir-carro-manual/	47
Imagen 7 Hombre caminando. Recuperado de https://es.123rf.com/photo_73507098_hombre-caminando-a-la-izquierda-ilustración-vectorial-boceto-dibujado-a-mano-aislado-en-fondo-blanco.html	47
Imagen 8 Fricción o Rozamiento. Recuperado de: http://karimcr.blogspot.com/2008/03/friccion-o-rozamiento.html	47
Imagen 9 Las Leyes de Newton	48
Imagen 10 Segunda Ley de Newton	48
Imagen 11 Tercera Ley de Newton	48
Imagen 12 Fuerza de Fricción	48
Esquema 1	34
Esquema 2	35
Esquema 3	36

Introducción

Durante la práctica pedagógica desarrollada en la Institución Educativa Distrital Miguel Antonio Caro (MAC), como parte del plan curricular de la asignatura de física de grado décimo, se trabajó el concepto de fuerza. Una de las dinámicas que más llamó la atención fue la manera como los estudiantes construían explicaciones con la idea de fuerza para situaciones sencillas como la caída de objetos, cajas haladas por cuerdas, objetos moviéndose en presencia de fricción, entre otros. En ocasiones se reconocían errores conceptuales o malas interpretaciones, como asumir que la fuerza es la causa del movimiento.

Lo más llamativo fue que dichas explicaciones se construían principalmente desde la experiencia propia y, de hecho, los estudiantes las ejemplificaban con experiencias reales de la cotidianidad, por ejemplo, en una de las clases en la que se tenía como objetivo exponer por qué se mueven los objetos, se buscaba que el estudiante relacionará su entorno con el concepto de fuerza; algunos de los argumentos para situaciones específicas eran "profe, esa silla esta quieta y solo se mueve si alguien le hace fuerza". En ese orden de ideas, había una aparente coherencia entre los hechos o situaciones físicas y las explicaciones de los estudiantes.

Al observar dichas dinámicas surgen algunos interrogantes como: ¿qué idea de fuerza han construido los estudiantes de grado décimo del Colegio Miguel Antonio Caro IED (MAC) durante su vida?, ¿qué relación tiene la fuerza con las situaciones con las que se enfrentan los estudiantes diariamente? o ¿cómo el maestro de física puede considerar los aprendizajes previos a la hora de abordar el concepto de fuerza?

Esta investigación pretende aproximarse a responder dichos interrogantes considerando tres elementos claves: las ideas previas; la información que se presenta en el aula de clase influenciada por la intención del docente y, finalmente, la manera como los estudiantes organizan e interpretan esa información.

La propuesta reúne esos tres elementos en lo que se denomina un *esquema perceptual en el aprendizaje del concepto de fuerza*. El enfoque es netamente cognitivo, es decir, aunque existe una definición de la percepción desde el punto de vista fisiológico y

asociado fundamentalmente a los sentidos, en el presente trabajo se usa otro enfoque, el propuesto por la escuela psicológica de la Gestalt, en la que la idea de percepción toma elementos como la memoria, la influencia del contexto (social, cultural y político) en la construcción de las ideas del sujeto y, por lo tanto, en la interpretación que el sujeto logra del mundo que lo rodea.

A lo largo del documento se pretenden exponer los elementos teóricos y epistemológicos que sustentan la idea de percepción con un enfoque cognitivo y las ventajas que dicho enfoque podría ofrecer a la idea de enseñar el concepto de fuerza a estudiantes de grado décimo de la institución MAC.

En el *Capítulo I* se describe en detalle la problemática; se hace una contextualización y se describen las dinámicas de interés, en términos de los procesos de enseñanza-aprendizaje. También se presentarán los objetivos propuestos y se argumenta el valor o aportes que se buscan con este trabajo. Al final del capítulo se hace una aproximación a antecedentes y referentes teóricos relevantes.

El *Capítulo II* presenta el marco teórico con dos ejes fundamentales: en primer lugar, la percepción desde el punto de vista fisiológico y cognitivo, haciendo énfasis en este último con ideas como esquema informativo anticipatorio (en primera aproximación equivalente a las ideas previas), información e interpretación; en segundo lugar, se presenta el concepto de fuerza desde una perspectiva histórica con ideas Aristotélicas como el movimiento natural y violento de los objetos que requiere halarlos y empujarlos o un enfoque diferente como el Galileano que explora el mundo más allá del uso los sentidos y, finalmente, la visión Newtoniana que usa la abstracción matemática para hablar de cambio movimiento.

En el *capítulo III* se presentan los fundamentos de la propuesta pedagógica que vincula el proceso perceptual con la enseñanza del concepto de Fuerza. Se presentan las actividades en tres fases que desarrollan el enfoque cognitivo de percepción: Fase I, con énfasis en las ideas previas en lo que se denomina un Esquema Informativo Anticipatorio (EIA); Fase II, con énfasis en el proceso de enseñanza del concepto de fuerza y Fase III, con énfasis en el concepto de interpretación y elaboración de explicaciones de los estudiantes. Finalmente, se presentan, a manera de conclusiones, las reflexiones pedagógicas alcanzadas y las proyecciones investigativas que sugiere el presente trabajo.

CAPITULO I

Contextualización

La institución (MAC) fue creada en 1990 en la ciudad de Bogotá y en la actualidad se encuentra situada en el barrio Quirigüa en la localidad de Engativá. Empezó con educación primaria y en 1993 con los niveles de educación básica y media. El colegio tiene un enfoque académico. En cuanto a educación media cuenta con dos cursos de grado décimo y uno de grado once.

La clase de física de grado décimo, es el primer escenario donde los estudiantes del MAC tienen la oportunidad de ver contenidos de física por primera vez. Se inicia con el desarrollo de las temáticas de la física clásica, con especial énfasis en la mecánica del movimiento y las leyes de Newton. Actualmente estos cursos cuentan con grupos de aproximadamente cuarenta estudiantes entre las edades de quince a diecisiete años.

Las prácticas pedagógicas 1, 2, 3 y 4 se desarrollaron durante los periodos 2019-1, 2019-2, 2020-1 y 2020-2. La modalidad de práctica pedagógica permitió la intervención en dos sesiones de clase semanales en la practica 4, que se desarrollaron en el marco de la virtualidad por la coyuntura de la pandemia.

En el ejercicio de observación de la práctica pedagógica, se identifica que el maestro titular de la asignatura frecuentemente presentaba el concepto de fuerza a partir de la ecuación para la segunda ley de Newton, haciendo énfasis en las ideas de proporcionalidad entre aceleración, masa y fuerza o en la definición de cada término, sin profundizar en el concepto mismo de fuerza.

Descripción del problema

Los estudiantes de grado décimo del colegio MAC tienen un primer acercamiento al concepto de fuerza durante el desarrollo del currículo propio de la asignatura de física. Las primeras observaciones durante la práctica pedagógica sugirieron que es necesario vincular estrategias que tengan en cuenta la experiencia y los aprendizajes previos de los estudiantes entorno a la idea de fuerza, construidos principalmente desde la cotidianidad; no es

suficiente abordar el concepto únicamente desde una definición o una ecuación como la expresada en la segunda Ley de Newton.

Por ejemplo, cuando los estudiantes trataban de describir la idea de fuerza, usaban argumentos asociados a acciones como jalar o empujar, vinculados de manera directa con su experiencia cotidiana; adicionalmente, se identificaron dificultades en torno a la comprensión del concepto de fuerzas a distancia ya que los estudiantes no reconocen cuál es el agente que ejerce fuerza.

Ese tipo de dinámicas sugieren que si se enseña el concepto de fuerza, pero no se identifica el proceso por el que pasa el estudiante a la hora de aproximarse a él, pueden persistir diversas interpretaciones en la que se usa la idea de fuerza para hablar de músculos, personas fuertes o sonidos fuertes, pero no se consolida la idea de Fuerza como causante del cambio de movimiento. Este tipo de ideas no se trabajan si se da un enfoque netamente matemático a la explicación.

Con un enfoque como el descrito antes, generalmente los estudiantes asocian, por un lado, la física como otra asignatura de matemáticas y, por otro lado, perciben como equivalente la idea de medir fuerza con calcular la fuerza a partir una ecuación. También se explora poco la intuición del estudiante para describir las situaciones estudiadas, es decir, se presenta la segunda ley de Newton (o al menos su ecuación) sin reconocer qué entiende el estudiante por "Fuerza".

Durante las intervenciones del maestro en formación, al estudiar en clase situaciones como caída de objetos, cajas haladas por cuerdas u objetos moviéndose en presencia de fricción; se le pedía a los estudiantes que elaboraran explicaciones de la idea de fuerza desde sus comprensiones, es decir, los estudiantes proponían explicaciones antes que el maestro en formación presentara la temática. Esa dinámica permitió identificar que los estudiantes construían explicaciones para situaciones diversas que incluían ideas como "la fuerza es la que causa el movimiento", "si el objeto se mueve es porque hay una fuerza que lo jala" o "la fricción impide que el objeto se mueva", todas ellas incluso ejemplificadas con situaciones cotidianas como "profe, esa silla esta quieta y solo se mueve si alguien le hace fuerza" nociones que permiten establecer un marco de referencia y no si la respuesta es correcta o incorrecta.

Las descripciones encontradas eran coherentes desde el punto de vista de los estudiantes; en otras palabras, sus experiencia sustentaban los argumentos. Vale mencionar que el maestro en formación no validaba o refutaba las ideas de los estudiantes, en su lugar, promovía la participación e identificaba errores que constituían un panorama inicial para el ejercicio de enseñanza y, en particular, representaban elementos claves para la presente propuesta.

Las ideas presentadas hasta aquí sugieren que es necesario vincular estrategias que tengan en cuenta aprendizajes previos y experiencias cotidianas frecuentemente asociadas a la manera como los estudiantes interpretan o perciben el mundo y los fenómenos que los rodean.

Desde el punto de vista del maestro en formación surgen interrogantes como: ¿cómo podría el profesor saber que el estudiante está aprendiendo de manera significativa el concepto de fuerza propio de las descripciones del movimiento de la mecánica clásica?, ¿puede el maestro identificar nociones del concepto de fuerza en los estudiantes y contrastarlas con el concepto formal de la mecánica Newtoniana?.

Para dar respuesta es necesario identificar cómo el estudiante entiende el concepto de fuerza desde dos puntos de vista: el concepto formal, asociado a la teoría del movimiento que se imparte de manera intencionada por parte del docente y, por otro lado, el concepto informal asociado a su experiencia y su percepción personal.

En ese orden de ideas, y con el fin de aportar elementos de juicio para el profesor de física, el presente trabajo se enfoca en las ideas previas del estudiante y pretende abordar la siguiente pregunta problema: *¿Cómo construir una propuesta didáctica que aproxime a los estudiantes de grado décimo del MAC al concepto de fuerza teniendo en cuenta su percepción del concepto construida a partir de su interacción con el entorno?*

Objetivos:

Objetivo General

Construir una propuesta didáctica que permita que los estudiantes de grado décimo del Colegio Miguel Antonio Caro se aproximen al concepto de fuerza a partir de sus procesos perceptuales.

Objetivos Específicos

- Identificar los referentes conceptuales que los estudiantes de grado décimo traen consigo sobre el concepto de fuerza
- Caracterizar los elementos que permiten definir el proceso perceptual de los estudiantes desde un enfoque cognitivo.
- Diseñar un conjunto de actividades que vinculen el concepto de fuerza con los procesos perceptuales de los estudiantes de grado décimo

Antecedentes y referentes investigativos

En el colegio MAC, con respecto a la comprensión del concepto de fuerza, el docente titular de la asignatura de física argumenta que para desarrollar la temática de las leyes de Newton no existe una metodología institucionalizada que oriente sobre los instrumentos, recursos o maneras de abordar la temática; tampoco existe algún proyecto propio de la asignatura que se oriente en ese sentido, en su lugar, lo que se acostumbra es que el docente a cargo diseñe sus propias actividades.

En este caso específico, la metodología seleccionada por el docente es abordar la ecuación de la segunda ley de Newton, presentar los significados de los términos, masa, aceleración y fuerza, resaltar la proporcionalidad (directa e inversa) entre la aceleración, la fuerza y la masa y resolver algunos ejercicios de cálculo de dichas cantidades.

En el colegio MAC existe un antecedente de uso del proceso perceptual en clases de escritura, concretamente, Bravo (2014) trabajó en ámbito de la enseñanza de proceso de lectura y escritura utilizando el enfoque propuesto por Melgarejo (1994) en el que se caracteriza el proceso perceptual a partir de subprocesos cognitivos mediante los cuales el

sujeto organiza los aprendizajes que adquiere y los relaciona con aprendizajes previos para interpretar su entorno. Teniendo en cuenta lo anterior, la presente propuesta es la primera en el colegio con un enfoque de aprendizaje de la física a partir de procesos perceptuales.

En lo que sigue se presentan los resultados de un ejercicio de búsqueda de investigaciones previas. Los trabajos descritos aportan al presente trabajo en la medida que ilustran posibles caminos: teóricos, metodológicos y didácticos en torno a la enseñanza de la física e incluyen trabajos desarrollados en la Universidad Pedagógica Nacional (UPN), donde identifican abordajes de la idea de fuerza desde puntos de vista conceptual o históricos.

Referentes Locales (UPN)	
(Lombana, 2011)	Aproximaciones a nociones de la fuerza alrededor del estudio de la locomoción del brazo en el ataque en el voleibol
<p>Se encontró que realizar actividades extracurriculares con un equipo de voleibol y aprovechar estos espacios para aproximarlos al concepto de fuerza, resultó de gran interés para los estudiantes de la Institución Educativa Alejandro Vélez Barrientos del Municipio de Envigado y promovió la participación activa y la consolidación de ideas referidas al concepto. Por ejemplo, se hablaba de la fuerza asociada a la potencia a la hora de dar un saque en voleibol.</p> <p>Este trabajo se convierte en un referente, ya que en el se ponen en escena los conocimientos previos de los estudiantes alrededor del concepto de fuerza, y hace uso de ejemplos vivenciales que son implementadas en el desarrollo del trabajo.</p>	
(Sánchez, 2017)	La interacción entre cuerpos: Formalización del concepto de fuerza con estudiantes de grado décimo
<p>El trabajo propone analizar aquellos factores relacionados a la formalización del concepto de fuerza con estudiantes de grado décimo del IED Mariano Santamaría; los hallazgos más relevantes se relacionan con la forma en la que los estudiantes transitaban de explicaciones cotidianas del concepto como, por ejemplo, que la fuerza era una propiedad del sujeto y que dependía de qué tan grande era, a explicaciones asociadas al contexto del movimiento. Esta investigación aporta al presente estudio en lo metodológico, ya que parte del reconocimiento de los esquemas explicativos previos de los estudiantes sobre el concepto de fuerza, teniendo precaución de no imponer sino proponer alternativas didácticas que favorezcan su comprensión. Adicionalmente presenta un marco conceptual que hace visible una reflexión fenomenológica sobre el concepto.</p>	
(Nieto, 2018)	Laboratorio de percepción “ALTERCOD”
Aunque este trabajo no se da en el ámbito de la enseñanza de la física sino de la idea de la	

<p>percepción de la música, hace una construcción teórica con las posturas alrededor de la idea percepción desde varios autores. El más destacado es Melgarejo (1994), quien se convierte en un referente teórico a la hora de definir la percepción desde el punto de vista cognitivo.</p>	
(Cala, 2020)	Diseño de una estrategia didáctica para fomentar el aprendizaje autónomo en las clases de física
<p>Aborda el concepto de fuerza; aunque el enfoque es más hacia el trabajo autónomo de los estudiantes en el aula, desarrolla un amplio marco teórico en torno al concepto de fuerza que representa una guía para el presente trabajo. Adicionalmente muestra una ruta que sugiere cómo desarrollar una estrategia didáctica.</p>	
Referentes Nacionales	
(Castro, 2011)	Dificultades en la Interpretación del concepto de Fuerza en estudiantes de grado décimo. Una propuesta didáctica para abordar la problemática
<p>Tuvo por objetivo presentar una propuesta didáctica para la enseñanza de la fuerza a partir del cambio de movimiento; se configura en un antecedente porque presenta una construcción histórica del concepto de fuerza robusta y analítica, por un lado, se encuentra la investigación que se hizo con libros de física que son usados en la secundaria, haciendo una comparación en las temáticas y sobre todo el cómo se aborda el concepto de fuerza. Hacen una reflexión crítica sobre cómo se está enseñando el concepto de fuerza, lo que permite plantearse bases de mayor sustento a la hora de abordar dicho concepto.</p>	
(García, 2012)	Interpretación y aplicación de las leyes de movimiento de Newton: una propuesta didáctica para mejorar el nivel de desempeño y competencia en el aprendizaje de los estudiantes del grado décimo del Instituto Técnico Industrial Piloto.
<p>Este trabajo presenta un desarrollo conceptual alrededor de lo que es concebido como fuerza, tocando autores como Aristóteles, Galileo y Newton y el desarrollo de las tres leyes. El desarrollo teórico de este trabajo aportara en el apartado de fuerza, pero primordialmente en el desarrollo de la percepción que tenía Newton alrededor del concepto y cómo las tres leyes son un buen sustento a la hora de abordar dicho concepto.</p>	
(Vitaluña, 2012)	Sensación y percepción en la construcción del conocimiento
<p>El objetivo de esta investigación presenta una perspectiva filosófica sobre la percepción y la sensación. El aporte principal es que definen la percepción como un proceso que involucra una cadena de subprocesos y establecen relaciones entre cada proceso y la construcción de conocimiento. Su desarrollo desde el punto de vista filosófico, permite reconocer y diferenciar los conceptos de percepción y sensación (habitualmente considerados como equivalentes); en ese sentido aporta claridad conceptual.</p>	

CAPITULO II

Marco Teórico

Este capítulo busca abarcar los dos grandes conceptos que se abordan en el presente trabajo: *percepción y fuerza*. La idea de percepción se describe con un enfoque cognitivo. Se abordan interrogantes como ¿qué es percepción?, ¿por qué se habla de proceso perceptual? La idea de Fuerza se desarrolla desde una perspectiva histórica abordando interrogantes como ¿qué es fuerza? o ¿cómo se concebía el concepto fuerza en la antigüedad? la perspectiva histórica incluye reflexiones en torno a qué es movimiento y por qué se mueven las cosas.

1.1. La Percepción y el cerebro

Desde el punto de vista fisiológico, las personas obtienen estímulos del entorno por medio de los sentidos, a lo que se le denominan sensaciones. La percepción es, en esencia, la interpretación de esos datos y, por lo tanto, es la encargada de dotar de significado a las sensaciones. Este proceso es complejo si se tiene en cuenta que la manera cómo se percibe el mundo esta mediada por un estado consciente e inconsciente que se encarga de organizar los aprendizajes adquiridos previamente y en interacción con el entorno, los nuevos aprendizajes y, la relación o reorganización de aprendizajes (previos y nuevos) (Casanova, 2020).

La fisiología perceptual hace referencia a la parte física y tangible, por lo que el cerebro es un órgano fundamental para el estudio de la percepción debido a que es el encargado de recibir la información dada por los sentidos; está compuesto por aproximadamente ochenta y seis millones de neuronas que poseen conexiones y que permiten re-conexiones o, en otras palabras, remodelación de información; lo que se denomina capacidad plástica cerebral (Casanova, 2020).

Los nuevos conocimientos, surgen como conexiones que logran construir idas, aprender conceptos y, consecuentemente, el sujeto reformula el conocimiento y logra desarrollar y aplicarlo en el entorno. Esa capacidad le ha permitido al ser humano pensar en problemáticas que han logrado sacar a flote teorías e inventos; en síntesis, el cerebro humano esta en constante evolución (Revonsuo 2010).

Los sentidos funcionan como sensor que da cuenta del entorno y de lo que se reconoce de sí mismo, no obstante, esta información que llega a través de los sentidos pasa por un proceso cognitivo, es decir, se da una interpretación en el que el sujeto, de manera consciente o inconsciente, asocia lo que percibe con ideas o información previamente almacenada que pueden dar cuenta de eventos ocurridos en el transcurso de la vida del sujeto o de creencias arraigadas en él. Toda esa información constituye los mapas cognitivos con los que el sujeto finalmente describe o explica su entorno (Melgarejo, 1994).

En el proceso perceptual, es necesario diferenciar dos elementos: por un lado, los estímulos físicos y las sensaciones producto de la interacción con el entorno y, por otro lado, la selección, organización e interpretación de dichos estímulos, es decir, en el proceso perceptual se pueden distinguir elementos *fisiológicos* y *cognitivos*.

En el siguiente cuadro se sintetiza la descripción de la fisiología perceptual de cada uno de los sentidos propuesto por (Sánchez-Márquez, N. I. 2019).

Fisiología de la percepción

PROCESO DE PERCEPCIÓN	CARACTERÍSTICA	COMPONENTES	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
Percepción Visual	La luz pasa por diferentes componentes del ojo, pero en qué punto esa información luminosa se convierte en información neuronal, esto se debe a los fotorreceptores que tienen como función absorber uno para traducirlo en el otro y para así al final llegue esa información al cerebro	Los siguientes son los componentes que constituyen el ojo. - La esclerótica - Córnea - Pupila - Iris - Cristalino - Retina - Fóvea: - Humor vítreo - Humor acuoso - Nervio óptico: el mensajero - Punto ciego	- Identificación: lo primero es lograr identificar las letras o números que sean seleccionadas, diciendo que se observa - Detección: este busca que se dé cuenta de si la letra que se menciona está siendo seleccionada - Resolución: da cuenta de la separación presentadas - La agudeza de Vernier: la posición relativa de las letras o números expresados en la tabla.

<p>Percepción auditiva</p>	<p>El oído percibe ondas sonoras entre los 20 Hz y 20000 Hz, esa frecuencia es la que se considera como sonido, este a su vez cumple con dos características fundamentales, frecuencia y amplitud.</p>	<p>- El oído se divide en tres partes: - Oído externo encargado de dividirlas ondas sonoras - Oído medio este compuesto por tres huesos, martillo, yunque y estribo, pasa la información uno a otro. - Oído interno el encargado del equilibrio.</p>	<p>- Identificación: lo primero es lograr identificar diferentes tonos. - Localización: identifica de dónde vienen los sonidos creando un mapa espacial. - Discriminación: este permite hablar de sonidos consonantes y los disonantes. - Adaptación: el sonido esta expuesto todo el tiempo, por lo que se percibe, pero no se discrimina.</p>
<p>Percepción del gusto</p>	<p>Se caracteriza por el contacto químico con diferentes alimentos que entran en contacto con diferentes lugares de la boca, esto debido a que los avances científicos han demostrado que las papilas gustativas están distribuidas en diferentes lugares de la boca.</p>	<p>Los siguientes son los diferentes componentes de la lengua. - Cara superior: lugar que alberga la mayor parte de papilas gustativas. - Cara inferior: por donde la secreción de glándulas salivales sale - Bordes linguales: es donde se filtran las bacterias. - Punta de la lengua: lo que une la lengua a la boca.</p>	<p>- Identificación: el umbral de reconocimiento permite caracterizar la cantidad de sustancias en diferentes alimentos, permitiendo determinar si están dulces o amargos diferentes alimentos. - Adaptación: son sabores que al ser identificados con frecuencia logra hacer perder la sensibilidad con dicho sabor, hasta el punto de ignorar ese sabor. - Potenciación: este se presenta cuando las personas comen dulce y</p>

			el siguiente sabor sabe insípido, es decir que afecta la sustancia posterior a la anterior.
Percepción olfativa	Es el encargado de detectar y procesar olores, estas partículas aromáticas entran en contacto con los cuerpos volátiles para estimular, así logra afectar el epitelio olfativo para lograr convertir eso en información para poder interpretar.	Los componentes que forman la estructura de la nariz son: - Epitelio olfativo. - El órgano de Jacobson - El nervio olfativo - Bulbo olfativo - El córtex preforme - Células olfativas - Moco nasal - Los cilios	- Identificación: el umbral de reconocimiento permite caracterizar la cantidad, hace referencia a que tanto huele y como huele. - Adaptación: son olores que al ser identificados con frecuencia logra hacer perder la sensibilidad - Enmascaramiento: es cuando el olor predomina sobre los otros olores.
Percepción del tacto	Este se caracteriza por proteger al cuerpo de no exponerse a temperaturas altas y bajas, reconoce la ubicación de donde se percibe cosquilleo, la presión y el contacto, identifica estados térmicos.	Este se compone por un sistema sensorial que esta distribuido por todo el cuerpo el cual se divide en dos: - Sensación semántica - Sensibilidad visceral	- Identificación: caracterizar la cantidad - Discriminación: logra identificar en diferentes lugares a la vez.

La percepción como proceso cognitivo

Es un proceso que al principio tenía un enfoque solo filosófico, Wertheimer (1912) logró caracterizar la percepción, con sub procesos básicos, a saber, las personas *recogen la información relevante*, después *la agrupa* para lograr *sintetizarla en mapas mentales*, en esencia, es la organización de la información. En esta corriente, la percepción no se puede considerar como estímulo y respuesta sino como una caracterización más compleja que incluye la organización de las experiencias privadas de las personas (Oviedo, 2004)

Desde el punto de vista cognitivo, “La percepción depende de la ordenación, clasificación y elaboración de sistemas de categorías con los que se comparan los estímulos que el sujeto recibe” (Melgarejo 1994). La ordenación, clasificación y elaboración de sistemas de categorías constituyen subprocesos cognitivos que estructuran la plantilla o el referente desde el cual el sujeto analizará sus experiencias posteriores. Dicha plantilla es lo que Neisser denomina un “esquema informativo anticipatorio” (Neisser 1976), que sería el sub proceso que se da primero en el proceso perceptual y es en el que cobran relevancia los conocimientos e ideas previas del sujeto.

En lo que sigue, se presentarán de manera más detallada los sub procesos identificados como claves para abordar la idea de percepción:

Esquema informativo anticipatorio (EIA)

Se denomina sub proceso de reconocimiento ya que es la manera como se asimilan los conocimientos previos y experiencias cotidianas, esas primeras ideas se caracterizan por ser los primeros encuentros con el entorno, influenciadas en la vida cotidiana (Rayos Prince 1994); las cuales se van acumulando con el pasar de los años convirtiéndose en aprendizaje como lo propone Sánchez (2015), estas interacciones con fenómenos van dando una visión temprana, la cual es considerada como la representación sensorial que da cuenta de la identidad de los objetos (Samaniego 2016).

El reconocimiento hace parte de la primera parte del proceso, dando cuenta de lo almacenado, llamado conocimientos previos y experiencias logradas por la interacción con fenómenos y objetos. La manera como se clasifican las experiencias involucra la construcción social en la medida que la explicación de un fenómeno o situación puede tener

origen en costumbres, creencias o tradiciones. Por ejemplo, la lluvia se puede explicar desde creencias religiosas o explicaciones científicas (que también son construidas en una sociedad científica), esos conocimientos previos se dividen en dos, *formales e informales*, donde el primero hace parte de las construcciones determinadas por un grupo en específico (como la comunidad científica o la escuela) y las informales hacen parte de esas construcciones culturales y sociales adquiridas con anterioridad.

Información Intencionada

Esta es la información seleccionada por el profesor y esta relacionada con los propósitos de enseñanza, el currículo e, incluso, intereses personales o profesionales del docente. El adjetivo "intencionado", esta fuertemente ligado con el adjetivo de "enseñanza formal", es decir, el propósito con el que se enseña hace parte de una estructura curricular o de unos intereses de formación que se definen en el marco de una institución encargada de instruir o enseñar. Como contraparte, una información "no intencionada" es aquella con la que interactúa el sujeto en su cotidianidad y que no necesariamente tiene como finalidad capacitar o fortalecer una habilidad.

En esta categoría de información intencionada se pueden incluir propósitos generales, como el desarrollo de competencias del siglo XXI en estudiantes de secundaria, o propósitos específicos como los contenidos en currículos de formación propios de campos de conocimiento bien diferenciados (artes, humanidades, ciencias, entre otros). Por ejemplo, en el contexto del presente trabajo, la información intencionada esta relacionada con la idea de fuerza en el marco de la mecánica Newtoniana.

Interpretación.

En este sub proceso se tienen dos insumos: las ideas identificadas en el sub proceso de reconocimiento (ideas y experiencias previas) y las nuevas experiencias o nueva información. La organización consiste en poner la nueva información en relación con los conocimientos previos. De esa manera, por ejemplo, se identifican experiencias consistentes con las previas o, por el contrario, ideas contradictorias, discrepantes o disonantes, esto permite reconocer las ideas previas que chocan con las nuevas.

Vale destacar que, dado que las experiencias previas pueden estar afianzadas por el contexto social (más personas las aceptan y no hay evidencia que lo contradiga), en el proceso de organización el sujeto acude o busca en su EIA, de manera prioritaria, a las experiencias coherentes, es decir, a las que están de acuerdo con la nueva información, en cambio, descarta o resta relevancia a la nueva información cuando implica conflicto con ideas fuertemente arraigadas.

Las personas que se han criado en diferentes culturas aprenden de niños, sin que jamás se den cuenta de ello, a excluir cierto tipo de información, al mismo tiempo que atienden cuidadosamente a información de otra clase. Una vez instituidas, esas normas de percepción parecen seguir perfectamente invariables toda la vida. (Hall, 1983:60-61)

Una vez organizada la información, se configura un marco explicativo fundamentado en la realidad formada por la experiencia, es decir, en este sub proceso se confrontan las ideas fuertemente arraigadas, que son las de mayor coherencia para el sujeto y que además están respaldadas social y culturalmente (no necesariamente validadas científicamente); la nueva información que puede ser coherente o disonante con las ideas previas e influyen en la construcción de explicaciones.

El objetivo es lograr identificar si hay un desarrollo conceptual formal, lo que implicaría un efecto positivo de la información intencionada llevada por el maestro en el aprendizaje del estudiante. De persistir los errores conceptuales basados en ideas previas, daría indicios para replantear la manera como el docente plantea o escoge la información intencionada y cómo la lleva a clase. En cualquiera de los dos casos, los resultados permiten reorientar la metodología del maestro.

Consideraciones

La percepción es un proceso que se divide en dos, por un lado está el componente fisiológico que es el relacionado con los sentidos y, por otro lado, está el componente cognitivo que es el eje central para esta investigación y se divide en: subproceso de reconocimiento, definido por el esquema informativo anticipatorio (EIA); subproceso de información intencionada, e decir, la nueva información que, en el contexto del presente

trabajo, esta relacionada con el concepto de fuerza y, finalmente, el sub proceso de interpretación que, mediante la observación detallada de las explicaciones de los estudiantes, eventualmente permite identificar ideas coherentes o disonantes entre el EIA y la información intencionada.

La Fuerza

En este apartado se realizará una revisión de las posturas que han hecho algunos de los más destacados autores a lo largo de la historia sobre el concepto de fuerza; con el propósito de permitir al autor de la investigación un acercamiento y formalización de este concepto físico. Al mismo tiempo, se busca identificar el papel de los procesos perceptuales en el desarrollo en dichas posturas.

Evolución del concepto de fuerza

Analizar la evolución que ha tenido el concepto de fuerza implica hacer una revisión desde los pensadores prefilosóficos; quienes se caracterizaban porque tendían a interpretar lo que les proporcionaban los sentidos, estos permitían movilizar su imaginación, pese a ser personas sensoriales y tener referentes imaginarios, fueron de los primeros en hablar de la fuerza, refiriéndose a esta como algo mágico, esto permitía pensar en que los hechiceros poseían una fuerza de origen mágica que era capaz de generar cambios en la realidad. La fuerza era sinónimo de poder, por lo que generalmente era atribuida a los dioses, pero también se hablaba de las fuerzas proporcionadas por la naturaleza, en estos casos se atribuía a la fuerza como un generador de cambio.

Uno de los primeros pensadores en hablar de la fuerza es Platón; este la reconocía como algo divino, similar a las miradas prefilosóficas, él exponía que había un alma viviente en todas las cosas, es decir, que existía un Dios o creador racional que tenía un propósito; hablaba del origen de todo de una manera causal, concebido como un flujo de fuerzas, con lo que logró establecer una relación con todo, lo que permite a Platón hablar de la fuerza en términos de dynamis, lo cual hace referencia al verbo dynastai, lo que significa “ser capaz de”; de esta manera Platón logra definir a la fuerza como una capacidad para afectar y ser afectado, pero esto permite reconocer que la fuerza en este punto no era

más que un alma que estaba en todas las cosas, pero que tenía una característica causal, lo que permitirá ver la fuerza en los objetos como una causa, mas no lo que era en sí.(Mason, 2001)

Otro de los pensadores de la Grecia antigua que abordó y aportó en el desarrollo del concepto de fuerza fue Aristóteles, quien logró hacer una construcción diferente de concepto a la propuesta por su maestro Platón, planteando a la fuerza como la causa de movimientos y no a Dios como la causa del movimiento, donde propone que es necesario que haya una causa eficiente para mantener el movimiento, dando a conocer que “para que un cuerpo permanezca en movimiento habría que hacerle fuerza y cuando se dejara de hacer fuerza, el cuerpo se pararía” en este punto se puede evidenciar la construcción que ha permitido a Aristóteles acomodarla con base a sus necesidades, las cuales están ligadas a qué causa que las cosas se muevan, sin embargo es necesario en primera instancia hablar del movimiento y después hablar de lo que produce el movimiento. (Mason, 2001)

Aristóteles plantea dos tipos de movimientos, los naturales y los violentos, donde el primero hace referencia a la capacidad que tienen los cuerpos para buscar su lugar natural, es decir, que una piedra buscará el suelo por que los elementos que tienen son los que lo componen, así mismo una pluma se demora en caer por que su estado natural es estar en el aire, debido a que tiene componentes de aire y de tierra es que su movimiento está dirigido a la superficie, por lo que se demorara en caer en comparación a una piedra ya que sus elementos fundamentales darán cuenta de la causa eficiente y final de dichos objetos, en el caso de los movimientos violentos, se es necesario hablar de un motor, este es considerado como algo necesario para mantener el movimiento, ese motor se encuentra dentro y fuera de todos los objetos, ocasionando un movimiento violento en consecuencia no deja que las cosas tengan su curso natural.

Sin embargo esta postura propuesta por Aristóteles se enfrentaba al problema en los casos donde no se percibía el motor, como en los movimientos planetarios, ya que en el motor no se podía evidenciar, esa explicación se la atribuida a la divinidad, otro ejemplo; era pensarse el aire como algo que permitía que los cuerpos se movieran, ya que en el lance de una flecha el aire empuja el objeto, sin embargo, esta solución es muy vaga y no muy bien argumentada, más adelante se podrá evidenciar como algunos autores incidirán esta postura por el problema de la fuerza a distancia, pero para este tipo de movimientos se

deben tener en cuenta dos aspectos el medio que hace referencia a la resistencia y el objeto que hace referencia al motor, se puede observar como Aristóteles involucró más a los sentidos a la hora de evidenciar las fuerzas que hacían que los objetos cayeran, pues es aquí donde la percepción de Aristóteles es nutrida por sus observaciones del entorno,

Años más tarde, el siciliano Arquímedes, intenta concretar una definición más robusta de lo que era la fuerza, sin embargo, esta definición era atribuida únicamente a cuerpos en reposo, ya que él propuso que un cuerpo buscará y se mantendrá en reposo siempre y cuando no haya nada que actúe sobre este, él hablaba de empuje ya que ese empuje se podía evidenciar por los sentidos, pero él se dedicó a estudiar el movimiento de objetos introducidos en un líquido.

En contraposición a la mirada Aristotélica llega Hiparco de Nicea en el Siglo II a.C, este hablaba de la fuerza impresa, como algo que se agota progresivamente, se puede evidenciar cuando un proyector impulsa un proyectil y este busca el reposo, en otras palabras es como si se pudiera dar una carga a ese proyectil, que se va desgastando, esa misma idea fue planteada por Filopón, quien buscaba poder cuantificar la fuerza, estas dos posturas que fueron en contra de la mirada aristotélica más adelante serían retomadas por Galileo. Gracias a que se podía observar el efecto que se produce al aplicar una fuerza, querían ampliar esa manera de percibirla de una manera numérica, que diera cuenta la cantidad aplicada o el desgaste.

Guillermo de Ockham en los siglos XII y XIII, continuó con la mirada de Filopon no estaba de acuerdo con esa postura en la que Dios era el primer motor, tal como lo afirmaba Aristóteles, él decía que no necesariamente el espacio debe estar lleno de materia para generar movimiento, en el vacío también es posible generar movimiento, es el caso de los imanes, es un claro ejemplo de lo que es una acción a distancia, no necesariamente debe haber contacto, esta postura fue tomada de Juan Filopon, quien pensaba que una flecha se podía mover gracias al ímpetu, también sostenía que al principio Dios dio ímpetu en los cuerpos celestes, pero este ímpetu no necesitaba de un motor, ya que este se conservaba, pero el ímpetu que se maneja en la Tierra se agota, es por eso que la flecha en un punto no continúa moviéndose, eso sucede porque carece de ímpetu. En este punto se habla de la fuerza a distancia, fuerza que es percibida por el fenómeno que se muestra, pero no porque se vea la fuerza en sí, por lo que se puede evidenciar la causa pero no el que genera el

efecto, por lo que se puede inferir que hay fuerza porque se percibe el movimiento. (Mason, 2001)

La teoría del ímpetu tuvo más impacto en París ya que Juan Buridán en 1327, continuó con la postura de Filopón y Ockham, diciendo que el aire en el caso de una flecha no servía como propulsor, es decir, que el aire trataba de ocupar la trayectoria de la flecha, un ejemplo de esto es cuando se tienen dos aviones de papel, uno de estos tiene su parte trasera rota, el impulso del aire no hará que uno se mueva más rápido ya que el ímpetu es la fuerza que sustenta el movimiento. (Mason, 2001)

Durante el renacimiento, en el siglo XIV, el prusiano Nicolas Copérnico logró dar explicación de cómo se continúan moviendo los cuerpos, es decir, qué ocasiona el movimiento de los cuerpos celestes, intentando solucionar el problema que tenía Aristóteles con los movimientos a distancia, donde usaba a la gravedad como la explicación del cambio de posición, esto no fue tenido en cuenta debido a que se pensaba que los movimientos solo estaban determinados por la interacción por contacto, la gravedad se convirtió en el referente causante pero los sentidos no daban cuenta, solo se podía evidenciar el fenómeno ocasionado, por el cambio de posición de los cuerpo.

Por lo anterior, teniendo en cuenta también la posturas que se tenían sobre el motor y del ímpetu, para mover las cosas o por lo menos los cuerpos celestes, Copérnico no adoptó la explicación de Aristóteles, él usaba esa explicación para hablar del movimiento, la uso con el fin de defender la teoría heliocéntrica, de esta manera la gravedad se concibe como una fuerza que mantiene el movimiento, pero que está en todos los cuerpos, pero esta gravedad es propia de estos, más no es atribuida por los dioses, así mismo la gravedad le da la forma de una esfera. (Mason, Historia de las ciencias. 2. La Revolución científica de los siglos XVI y XVII, 2001)

En continuación a la mirada Copernicana e intentando explicar su teoría por medio del estudio magnético llega William Gilbert de Colchester, médico de la corte de la reina Isabel, quien estudió el magnetismo con base a la publicación que hizo Robert Norman en el año 1581, tenía por nombre “La nueva atracción”, en el cual se habla de la fuerza del imán como una fuerza orientadora y no una fuerza motriz, ya que de esta manera Norman pudo observar la orientación que tenía una aguja sobre el agua de norte-sur, esto abrió puertas a establecer un lazo experimental, así pues Gilbert amplió la obra de Norman en su

texto Del Imán, publicada en 1600, en el que se mostraban diversos experimentos que posibilitan a una ampliación perceptual, a través del concepto de fuerza.

Gilbert establece una teoría alrededor de cómo se movían las cosas. Propuso que la gravedad era gracias a la propiedad magnética de la tierra, dando cuenta que todo lo que se movía era gracias a que todo tenía dentro de sí un imán que permitía el movimiento, asociando con una fuerza magnética, considerando al imán como el alma de los cuerpos. El aporte que se puede resaltar alrededor de la fuerza, está involucrado con el estudio de fenómenos magnéticos y eléctricos como el fenómeno de atracción debido a cargas por fricción. La percepción de Gilbert, retoma la postura de Platón en la que consideraba que el alma tenía una propiedad magnética. (Mason, Historia de las ciencias. 2. La Revolución científica de los siglos XVI y XVII, 2001).

El método científico fue ampliamente desarrollado por Francis Bacon 1561-1626 desde un enfoque experimental, por lo que tenía características cualitativas e inductivas, por otro lado, vio la importancia del estudio de las matemáticas y de las ciencias, esto se podría considerar como un gran avance para poder llegar a percibir de una manera más completa el concepto de fuerza, no solo los sentidos se encargan de reconocer el concepto de fuerza, sino que se buscará la manera de ampliar los sentidos de una manera experimental, llegando al final a una interpretación matemática.

Nacido en Pisa llega Galileo 1564-1642, estudió y dio clase en la universidad de Padua y Pisa, En el siglo XVI se seguía manteniendo la discusión alrededor de lo que era el ímpetu, pero los estudiantes de ingeniería de Galileo, estudiaban el ímpetu para lograr establecer leyes que se fundamentaban con experimentos cuantitativos, daban medidas para relacionar los diferentes resultados, después de estar un tiempo en Pisa y Padua, se fue para Florencia. Donde escribió sus dos grandes obras.

Las obras de Galileo están compuestas por tres personajes, en las que dos eran Sagrado y Salvia, y el representante de la posición aristotélica, Simplicio, logrando hacer quedar mal a las teorías aristotélicas, estas obras fueron apoyadas por los problemas planteados por los ingenieros, de esa manera los siguientes autores a mencionar también plantearon soluciones alrededor de esas problemáticas.

Benedetti 1530-1590 dando aportes a lo que era el ímpetu, proponía que una piedra que es tirada por un agujero que atraviesa la tierra no quedaría en el centro, ya que el

ímpetu adquirido no le permitiría quedar en el centro, por otro lado también pensaba que la velocidad de un cuerpo es más rápido si tiene más densidad, es decir que el objeto más pesado cae primero, eso fue planteado en el libro De la mecánica publicado en (1585)

Por otro lado, se encuentra Simón Steven, 1548-1620 fue el hombre que logró demostrar experimentalmente que la teoría de Aristóteles que los cuerpos caen al mismo tiempo estaba equivocado, fue él y no Galileo como muchas veces se le atribuye, él hizo el experimento a treinta pies del suelo, cogiendo una bola de metal y otra con tres veces el peso de la anterior, después de esto las dejó caer y el sonido que se reconoció al caer era instantáneo, es decir, que cayeron al mismo tiempo.

Galileo vio la importancia de las matemáticas y por eso al ver las problemáticas de los ingenieros en el cual las máquinas grandes desarrolladas con la misma proporción, algunas se derrumban y las otras no, dando magnitudes matemáticas a la cantidad de materia de los objetos, esto logró establecer a la misma conclusión que llegó Leonardo da Vinci 1452-1519, una estructura más grande necesita pilares más grandes, lo interesante que se logra evidenciar es la influencia de lo experimental en los aportes de Galileo, un ejemplo interesante que se plantea es un elefante para cargar su peso necesita las patas gruesas, más un insecto no necesita unas patas del tamaño de un elefante, por su peso. Se podría decir que lo que amplió la perspectiva de Galileo fue su desarrollo experimental. (Mason, Historia de las ciencias. 2. La Revolución científica de los siglos XVI y XVII, 2001)

Revolución

Nacido en Inglaterra en 1642 Isaac Newton, su padre murió tiempo antes de que naciera, su madre lo abandonó cuando tenía tres años dejándolo con sus dos abuelos, de quienes no hablaba mucho, su madre volvió cuando tenía once años de edad, volviendo con una nueva familia, de la cual su padrastro no era de su agrado, su interés por cómo funcionaban las cosas, cuando creció fue a estudiar a la Universidad de Cambridge, donde se destacaba por ser un estudiante pésimo y quien nunca se caracterizó por tener amigos, por otro lado no estaba acompañado de una familia que lo apoyara.

Sin embargo esa soledad fue la que le permitió desarrollar nuevas teorías y estudiar temas de su interés, entre los cuales se encontraban la óptica cuya rama de la física fue creada por él, alquimia donde buscaba convertir cualquier material en oro y en plata, incluso buscaba poder encontrar por medio de la alquimia la fuente de la juventud, las matemáticas fueron ampliamente estudiadas por Newton, donde pudo crear el cálculo diferencial y el integral, y desde la religión donde buscaba secretos ocultos proporcionados por Dios.

Para abordar el concepto de fuerza se retomarán las tres leyes que expone en "Philosophiae Naturalis Principia Mathematica" publicada en 1687, la primera ley de Newton se relaciona con lo que es inercia, donde se hace referencia a que un cuerpo en movimiento, permanecerá en movimiento a menos de que una fuerza externa se aplique sobre el objeto. Esto también se puede evidenciar al aplicar una fuerza constante, la velocidad aumentara, así como es en el caso de la caída de los cuerpos donde se puede evidenciar, que al tirar un objeto hacia arriba este disminuye su velocidad o aumenta si está en caída.

Hay que recordar que en el transcurso de este apartado se han hablado de diferentes concepciones de fuerza, sin embargo, en este apartado es necesario centrarse en las que Newton enfocó su atención, estas son dos;

- ❖ Fuerza por contacto, la cual hace referencia al empujar o halar objetos, por ejemplo; cuando se patea un balón, cuando se mueve una cama, al cerrar la puerta, por otro lado, se puede encontrar en los objetos que cambian de forma, cuando se deforma la plastilina, cuando se arruga una hoja de papel, así pues estos ejemplos son perceptibles por los sentidos, mostrando los agentes que ocasionan el movimiento, permitiendo reconocer la fuerza involucrada.
- ❖ Por último, la fuerza a distancia, una de las más complicadas para explicar por qué no se puede percibir de una manera clara quien la hace, es ahí donde se necesitará ampliar los sentidos para evidenciar el movimiento de los objetos, algunos ejemplos de la fuerza a distancia son; los imanes al tenerlos a determinada distancia se atraen, los planetas al ser atraídos por el sol.

Estas fuerzas ya fueron antes mencionadas por otros autores, sin embargo, las percepciones de los anteriores autores no dieron una mirada más completa en relación a la

de Aristóteles, la revolución se podrá evidenciar en el momento que Newton se piensa la manera de explicar todo con sus tres leyes del movimiento, ampliando sus sentidos de una manera más compleja a la realidad de la época y sobre todo por la aceptación que tuvo, le permitió concluir sus trabajos, logrando cambiar la manera de cómo se percibió la ciencia, ampliando sus sentidos en lo experimental y matemático.

La segunda ley de Newton se evidencia en la manera de cómo Newton tenía la intención de cuantificar la fuerza, la primera consideración es la relación directa entre la fuerza y la aceleración, pues si se quiere aumentar la aceleración se debe aumentar la fuerza, por otro lado la masa es inversamente proporcional, ya que no es lo mismo empujar una pesa en comparación a una pesa con el doble de masa, por lo que si hay más masa la aceleración será afectada y tendrá menos aceleración la masa con el doble de peso, estas ideas logran ser recogidas en la segunda ley de Newton, permitiéndose hacer representaciones simbólicas.

Según Jean Le. Rond D'Alembert (1717-1783) en el artículo L'Encyclopédie, logra afirmar que Newton es el primero que introduce las representaciones vectoriales, creando su propio método de representación, ampliando la manera de percibir en comparación a la que tenía Galileo en su época. En los Principia, Newton busca descomponer el movimiento en fragmentos para poder cuantificarlo, para hacer una relación entre los procesos físicos con modelos matemáticos que den cuenta de la fuerza involucrada en un sistema natural, su postura y sobre todo la importancia que le daba a la medida estaba reflejada cuando buscaba representar de una manera geométrica los fenómenos físicos. El uso de la geometría le permitió a Newton llegar hacer representaciones vectoriales que dieran cuenta de la dirección y el sentido de la fuerza, esto con el fin de poder llegar a caracterizar a la fuerza como una magnitud vectorial.

Un vector está compuesto por:

- Origen: donde surge la proyección.
- Dirección: es la recta donde se sitúa el vector.
- Sentido: hacia donde apunta el vector.
- Módulo: es la medida de dicho vector.

Las representaciones vectoriales se pueden situar en un diagrama de cuerpo libre para identificar un punto del objeto, logrando percibir la fuerza en un determinado espacio y calcular su magnitud.

La segunda ley de Newton permitió calcular la fuerza, lo siguiente será involucrar la tercera ley de Newton y cómo esta contribuye a percibir el concepto de fuerza, la interacción entre objetos era esencial para comprender cómo funcionaba la fuerza para Newton, al pensar en esta interacción construyó la tercera ley denominada principio de acción y reacción, en la cual si hay una interacción estará presente una acción y una reacción con dirección opuesta y de la misma magnitud, pese que uno observa que al chocar dos piedras una con una masa mayor, su dirección final predomina por la de mayor masa, más no quiere decir que la fuerza que se aplica sea diferente, la masa de la piedra grande es igual pero en diferente dirección a la que tiene la piedra pequeña.

Consideraciones del concepto de fuerza

Las aproximaciones o comprensiones de los fenómenos y los conceptos físicos están mediados por diversos factores. Para el presente trabajo se plantean dos factores de interés al rededor del concepto de fuerza: la experiencia cotidiana en contraste con las leyes y teorías de la física.

La experiencia construye concepciones o representaciones del mundo influenciadas por contextos culturales, imaginarios o creencias personales, mientras que las leyes y teorías han sido desarrolladas por una comunidad científica y recoge los consensos y disensos logrados a travez de dinámicas como la experimentación, los desarrollos matemáticos e incluso posturas filosóficas que plantean corrientes como el positivismo, en la que se supone que la naturaleza del mundo esta dada y que es la razón la que permite descubrir dicha naturaleza.

Para aproximarse a la comprensión del concepto de fuerza se pretenden poner en escena esos dos factores (experiencia y teorías de la física). Para cada uno de ellos se plantearon como referentes teóricos dos elementos: la percepción como proceso cognitivo que permite recolectar información cualitativa sobre las comprensiones de los estudiantes en torno al concepto de fuerza, es decir, el modelo cognitivo de percepción permite explorar el factor de la experiencia de los estudiantes.

Por otra parte, la revisión del desarrollo histórico del concepto de fuerza, permite recoger información relacionada con la manera como la comunidad científica ha contribuido en la construcción del concepto. Este enfoque pretende fundamentalmente dos cosas: en primer lugar, reconocer las primeras ideas científicas de fuerza así como concepciones primarias que incluso en la actualidad persisten en las descripciones que los estudiantes hacen del concepto y, en segundo lugar, identificar un estado actual (desde el punto de vista de la mecánica Newtoniana) del significado del concepto de fuerza.

La construcción histórica del concepto de fuerza, permitió identificar diferentes concepciones o ideas como:

La fuerza es el alma que esta en los objetos o es una propiedad puesta por los Dioses a los objetos

La fuerza solo puede ser reconocida por los sentidos

La fuerza es una cantidad que puede ser medible, calculada y representada

estas concepciones pretendían explicar la realidad y, aunque son históricas, persisten en descripciones de los estudiantes en el aula de clase con expresiones como:

El objeto se mueve porque tiene una fuerza de movimiento

La fuerza siempre va con el objeto que se mueve, de lo contrario no se movería

Ahora bien, la concepción de fuerza que el autor del presente trabajo quiere poner en escena, intenta destacar el concepto de fuerza sin abordarla de manera individual y apartada, en su lugar, se pretende construir el concepto de fuerza en su relación con el movimiento, o más exactamente con el cambio de movimiento.

La idea más general que se presentará describe la fuerza como interacción (a distancia o por contacto¹) entre dos cuerpos. Esta idea puede usarse al describir situaciones en las que un objeto puede cambiar el movimiento de otro. Por ejemplo, un objeto en colisión con otro (fuerza de contacto) cambia la dirección y/o velocidad del movimiento del otro o la idea que la fuerza de atracción de la tierra cambia la velocidad de los objetos al

¹Vale aclarar que la idea de contacto se puede profundizar para hacer explícito el hecho de que existe una interacción electrostática que también es a distancia. No obstante, en primera aproximación, es posible hacer descripciones o abordar situaciones diversas sin hacer dicha aclaración antes.

caer (fuerza a distancia). En cualquiera de los dos casos, aunque la idea de fuerza como interacción es general, permite vincularla con la idea de cambio de movimiento.

Con el ánimo de alcanzar una idea cada vez más detallada de la fuerza, es necesario profundizar en la relación Fuerza-Movimiento; en este sentido existen concepciones fuertemente arraigadas como:

La fuerza genera movimiento, entonces solo hay movimiento si hay fuerza.

este tipo de concepciones construyen una idea falsa del concepto de fuerza y, de manera concreta, desconoce la primera ley de Newton, lo que a la larga implica un obstáculo o error conceptual que dificulta la comprensión de la mecánica clásica.

A propósito de las leyes de Newton, una de las aproximaciones que causan dificultades, como las expresadas antes, es presentar la fuerza fundamentalmente desde la tercera ley de Newton, es decir, describiendo el concepto de fuerza desde la relación causa efecto, por ejemplo:

Para una masa determinada, más fuerza implica más aceleración

A mayor masa, más fuerza es necesaria para lograr cierta aceleración

Estas ideas son válidas para describir la segunda ley de Newton pero no dejan claro qué sucede con el movimiento si la fuerza neta es cero o, de manera más profunda (en términos conceptuales), qué sucede si no hay fuerzas presentes (cuya respuesta esta enunciada en la primera Ley de Newton).

En síntesis, la concepción de fuerza que se pretende desarrollar en el presente trabajo es *la fuerza como causante del cambio de movimiento y no como generadora de movimiento.*

CAPÍTULO III

Fundamentos de la propuesta.

Entendiendo la percepción como un proceso cognitivo, es natural pensar que tenga relevancia en los procesos de aprendizaje. Para identificar los componentes de la propuesta de enseñanza del concepto de fuerza desde un enfoque perceptual, a continuación se describe un esquema explicativo que ilustra cada uno de los sub procesos descritos en el capítulo II.

Diagrama explicativo del proceso perceptual.

El proceso perceptual se divide en los tres sub procesos, a saber:

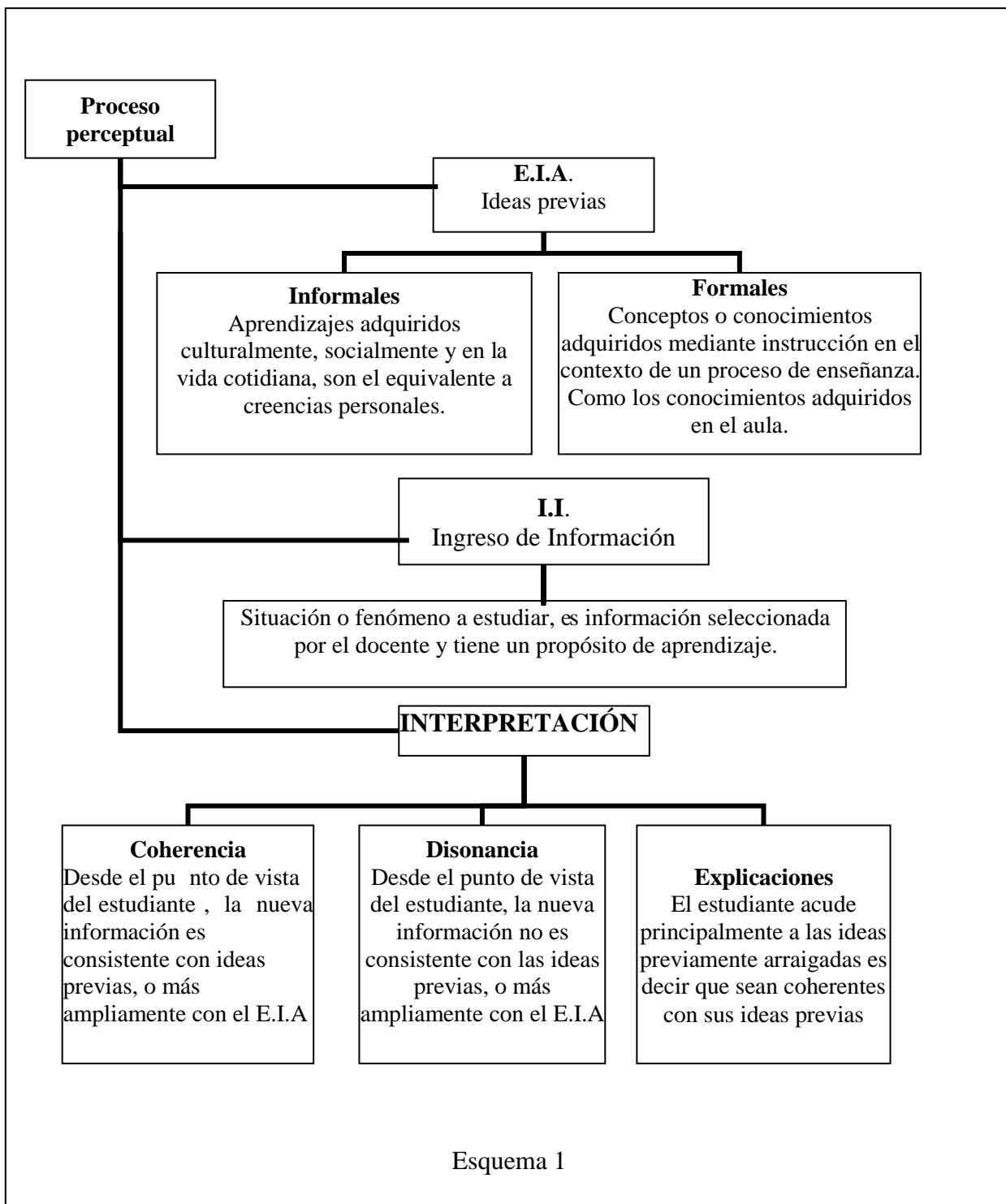
Esquema informativo anticipatorio (E.I.A)

Ingreso de Información Intencionada (I.I)

Interpretación

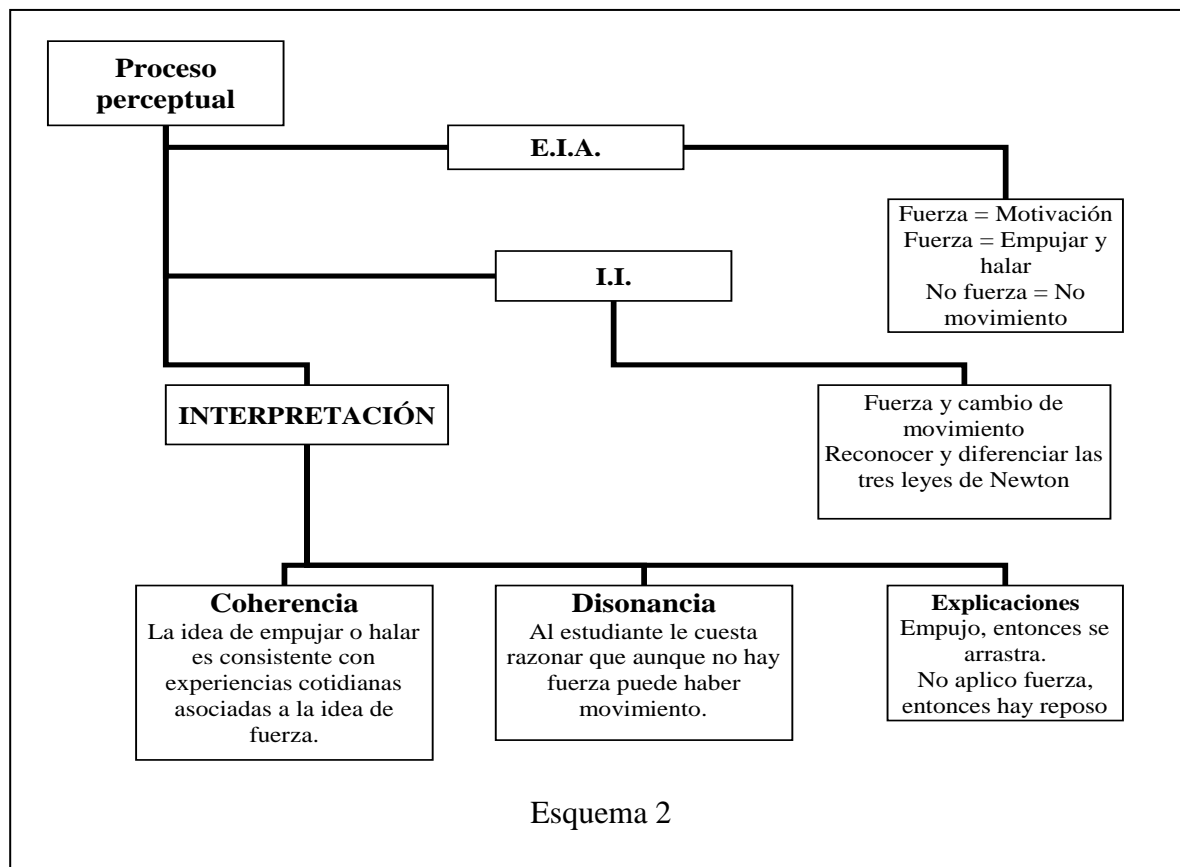
En el esquema a continuación se muestran las definiciones o características esenciales de los sub procesos de manera general.

Esquema Perceptual.

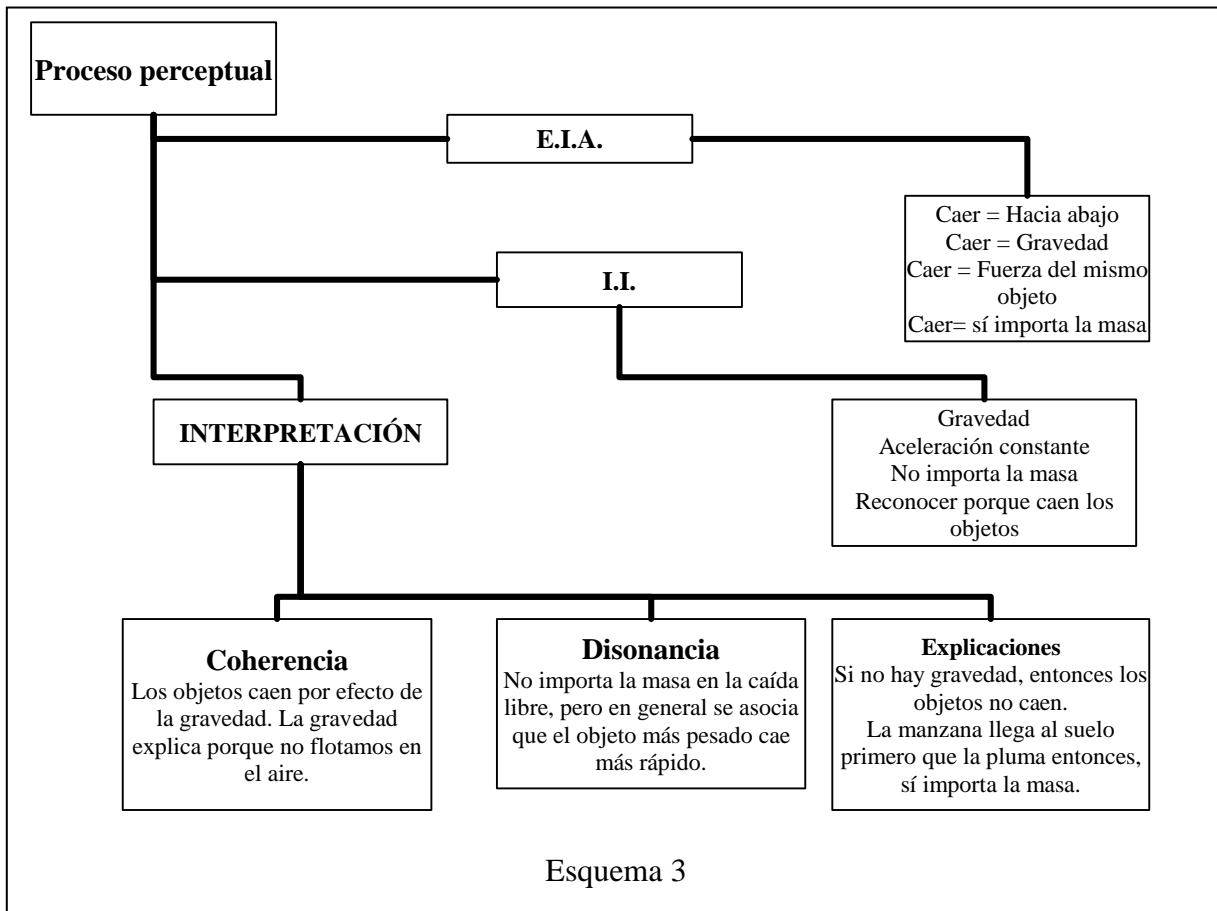


Los ejemplos 1 y 2 pretenden ilustrar lo que sería el esquema aplicado al estudio de la relación Fuerza-Movimiento. El ejemplo 1 es general mientras que el ejemplo 2 aborda la situación específica de un objeto en caída.

Ejemplo # 1



Ejemplo # 2



Vale enfatizar que la construcción de la propuesta didáctica toma los sub procesos mostrados en el primer esquema como elementos estructurales del enfoque perceptual.

Por ejemplo, hace uso de ideas o concepciones identificadas en la práctica pedagógica (que constituyen evidencia del E.I. A); toma ideas de interés para llevar al aula entorno al concepto de fuerza, como la relación fuerza-movimiento (que representan la I.I) y, construye cuestionarios de preguntas cerradas, que exploran las concepciones de los estudiantes y permiten clasificarlas en ideas formales o informales. Finalmente, se proponen criterios de análisis de los cuestionarios que, eventualmente, permitirán caracterizar el proceso de interpretación (sub proceso final del esquema perceptual) de los estudiantes en torno al concepto de fuerza.

En lo que sigue se describe en mayor detalle la estructura de la propuesta didáctica con fases asociadas a cada sub proceso.

Fases de la propuesta didáctica

En este apartado se busca exponer el cómo debe ser el diseño de la secuencia didáctica fundamentada en el esquema propuesto sobre el proceso perceptual. Se argumentará ¿con qué fin se construye dicha secuencia? y ¿cómo se diseñó cada actividad?

Fase I Esquema informativo anticipatorio E.I.A.

En esta fase se muestra una primera propuesta en la cual se hace énfasis en la elaboración de las preguntas que permitan dar cuenta de las nociones que trae el estudiante sobre el concepto de fuerza (dichas propuestas son de carácter multidisciplinar, esto debido a que el concepto de fuerza es usado en diferentes escenarios), esas interpretaciones son traídas de la relación del estudiante con el entorno en su vida cotidiana. Esta primera parte hace referencia a la E.I.A.

Son ocho preguntas cerradas y de opción múltiple e incluyen referentes formales (nociones propias del campo de la física) o informales (son de carácter multidisciplinar y no hace parte de una definición propia de la física, lo cual no quiere decir que estén incorrectas solo que no es el punto de partida), entre los formales se pueden reconocer ideas relacionadas al concepto de fuerza que se abordara en clase, por otro lado los informales hacen parte de ideas fuertemente arraigadas desde la experiencia (esa persona tiene mucha fuerza, esa persona es muy fuerte emocionalmente, sin fuerza no hay movimiento, entre otros) pero que no necesariamente son consistentes con el concepto formal de fuerza.

Se debe tener en cuenta que no se entregará al estudiante las correcciones de esta primera actividad, ya que la misma prueba será material para determinar el E.I.A en la fase III, esta secuencia es el panorama inicial que le muestra al profesor que la implementa lo que el estudiante sabe del concepto de fuerza, nociones formales e informales

El sentido de cada pregunta se expondrá en la secuencia final que tendrá el profesor y busca argumentar por qué el estudiante escoge una de las respuestas, lo que eventualmente permitirá dar cuenta del proceso perceptual.

Se pueden usar preguntas, narrativas y propuestas de parte de los estudiantes, ya que si lo que se quiere es reconocer los conocimientos previos, es necesario fomentar interrogantes que no son fácilmente perceptibles y sobre todo más práctico.

Fase II Información Intencionada

Se diseña la propuesta didáctica, que permita al estudiante a la (aproximación) construcción del concepto de fuerza, esta parte es lo que se conoce como los conocimientos formales o, en otras palabras, la información intencionada, ya que se muestra lo que se quiere enseñar. En este caso se presentará un escrito que hable del concepto de fuerza, cómo se mide y cómo se calcula. Sin embargo, la autonomía y experiencia de cada docente le permitirá escoger con mayor acierto, recursos que pueden tener mayor impacto como por ejemplo; historias del concepto, juegos, exposiciones, socializaciones, textos informativos, videos, películas, entre otras.

Fase III Interpretación y Explicación

Se desarrolla un análisis en el cual se relacionan las fases I y II (E.I.A. del estudiante con la I.I) con el fin de reconocer si hay una construcción del concepto de fuerza, ya que haciendo eso se pueden ver los conocimientos informales y los formales, para determinar cuáles predominan en la construcción del concepto.

Para este caso es necesario volver a implementar la fase I ya que se debe reconocer la construcción perceptual que hizo el estudiante, después de esto se analizara con la fase III mostrando indicios de a que se llegó.

Esta es una propuesta en la que se implementan preguntas de la Fase I que, para esta fase pretenden indagar el efecto que pudo tener la fase II de información intencionada desarrollada por el profesor.

Adicionalmente, mediante las respuestas y explicaciones se podrá tener indicios de un nuevo E.I.A, es decir, indicios de los nuevos aprendizajes. Alternativamente, en caso de que no se reconozcan los conocimientos adquiridos, será posible establecer factores (como lo son interpretaciones informales o la una mala información intencionada que no permitieron que el estudiante se aproximara o comprendiera el concepto de fuerza.

Conclusiones y reflexiones pedagógicas

En el marco de la práctica pedagógica en la Institución Educativa Distrital Miguel Antonio Caro de la ciudad de Bogotá, se desarrolló una propuesta de investigación que

recogía tres elementos: el contenido curricular propio de las clases de física de grado décimo, específicamente el concepto de fuerza; la idea de percepción desde un enfoque cognitivo que considera relevantes las ideas previas y los esquemas conceptuales que los estudiantes llevan al aula. y, finalmente, el proceso de enseñanza en el que el docente lleva una intención y la desarrolla en relación con el currículo y el contexto.

La observación en el aula durante la práctica pedagógica, permitió identificar dinámicas de interés en torno a la enseñanza del concepto de fuerza, lo que motivo la presente investigación. Por ejemplo, la manera como los estudiantes construían explicaciones con la idea de fuerza para situaciones sencillas como la caída de objetos, cajas haladas por cuerdas, objetos moviéndose en presencia de fricción, entre otros.

Al reconocer en la práctica ideas históricamente controvertidas como que la fuerza es una propiedad de los cuerpos, similar a la idea primaria (desde el punto de vista histórico) de que los cuerpos poseían un alma o eran dotados de una cualidad que les permitía moverse, se motivo el desarrollo de un marco teórico con enfoque histórico que permitiera identificar más ideas primarias así como las ideas contemporáneas aceptadas por la comunidad científica en el marco de la mecánica clásica.

A su vez, al evidenciar que, desde el punto de vista de los estudiantes, la coherencia de las explicaciones se sustentaba en el hecho de que identificaban situaciones cotidianas que parecían respaldarlas, se considero válido proponer una estrategia que vinculara las ideas previas, fundamentadas principalmente desde la experiencia. Por lo anterior se escogió un enfoque cognitivo-perceptual en el que hay elementos claves como: el esquema informativo anticipatorio (E.I.A), la información intencionada (I.I) y los procesos de interpretación en términos de la coherencia o la disonancia con el E. I. A.

Finalmente, sobre el concepto de fuerza, los más llamó la atención durante la práctica fue que persistían errores conceptuales como, por ejemplo, considerar que la fuerza es causante o generadora de movimiento. Este hallazgo motivo que la presente propuesta propusiera como elemento clave para una eventual propuesta de enseñanza la relación fuerza-movimiento, en lugar de trabajar el concepto de fuerza de manera aislada o de manera parcial solo desde la segunda ley de Newton (lo que habitualmente hacía el docente titular).

La propuesta didáctica se fundamenta en los elementos hasta aquí descritos, es decir, se trató de identificar dinámicas de aula de los estudiantes de grado décimo del colegio MAC y se construyeron instrumentos, como cuestionarios de preguntas cerradas que pretenden, eventualmente, caracterizar la manera como el estudiante logra una construcción del concepto de fuerza y, a su vez, pretende que el profesor reconozca el proceso perceptual por el que pasó el estudiante para llegar a dicho concepto.

Las tres fases y sus respectivos instrumentos pretenden que los docentes que quieran implementarla, puedan identificar si predominan ideas arraigadas en los estudiantes (informales o no científicas), en las descripciones de las situaciones estudiadas, o si la instrucción mediante información intencionada, propuesta por el docente, logra incorporar nuevas ideas (formales o científicas) en el EIA del estudiante.

Adicionalmente, se el enfoque fuerza-percepción pretende identificar la coherencia de las comprensiones del estudiante, al analizar los resultados del esquema interpretativo. Esto se hace identificando el conjunto de respuestas seleccionadas como esquema coherente (desde el punto de vista del estudiante) y las respuestas seleccionadas como esquema no coherente, o más exactamente, menos coherente (desde el punto de vista del estudiante). Esto podría establecer si las ideas formales (las que el docente tuvo intención de enseñar) entran a hacer parte del EIA del estudiante o si, por el contrario, son excluidas.

Los instrumentos son versátiles y adaptables a la experiencia y necesidades de los contextos propios de los docentes de física y el enfoque perceptual cognitivo puede usarse más ampliamente en la enseñanza de la física, por ejemplo, para orientar procesos de enseñanza de del electromagnetismo, la termodinámica o ampliar el alcance en temáticas de la mecánica con conceptos de la dinámica rotacional, el concepto de cantidad de movimiento o la idea de energía mecánica, entre otros.

Bibliografía

- Benítez, M. y. (2007). Errores conceptuales sobre fuerza y su impacto en la enseñanza. *Revista Cubana de Física* , 41-45.
- Bravo. (2004). Las destrezas perceptuales y los retos en el aprendizaje de la lectura y la escritura. una guía para la exploración y comprensión de dificultades específicas. *Electrónica Actualidades Investigativas en Educación*.
- Cala, L. P. (2020). *Diseño De Una Estrategia Didáctica Para Fomentar El*. Bogotá, D.C. .
- Casanova, A. A. (2020). *Psicología de la Percepción Visual. [En línea]*. Barcelona: Unitat de Docencia.
- Castro, Y. G. (2011). *Dificultades en la Interpretación del concepto de Fuerza en estudiantes de grado décimo. Una propuesta didáctica para abordar la problemática*. Bogotá D.C. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Mora y Herrera (2008). Una revisión sobre ideas previas del concepto de fuerza . *Lat. Am. J. Phys*, Vol.3.
- García, A. P. (2012). *Interpretación y aplicación de las leyes de movimiento de Newton: una propuesta didáctica para mejorar el nivel de desempeño y competencia en el aprendizaje de los estudiantes del grado décimo del Instituto Técnico Industrial Piloto*. Bogotá D.C. Colombia.
- Hernández, R. F. (2003). *Metodología de la investigación (3ª ed.)*. México : Mc Graw-Hill.
- Lombana. (2011). *Aproximaciones a nociones de la fuerza alrededor del estudio de la locomoción del brazo en el ataque en el voleibol*. Bogotá D.C.: Universidad Pedagógica Nacional Facultad de Ciencia y Tecnología Licenciatura en Física .
- Malagón, A. O. (2013). *Construcción de fenomenologías y procesos de formalización: un sentido para la enseñanza de las ciencias*. Bogotá D.C: Scielo .
- Mason, S. F. (2001). *Historia de las ciencias. 1. (La ciencia antigua, la ciencia en Oriente y en la Europa medieval)*. España: Alianza .
- Mason, S. F. (2001). *Historia de las ciencias. 2. La Revolución científica de los siglos XVI y XVII*. Madrid: Alianza Editorial S.A.
- Melgarejo., L. (1994). Sobre el concepto de percepción Revista Alteridades. *Alteridades* , 47-53.
- Nieto, M. B. (2018). *Laboratorio de percepción "ALTERCOD"*. Bogotá D.C: Universidad Pedagógica Nacional Facultad de Bellas Artes Licenciatura en Música.


- Sánchez, D. L. (2017). *La interacción entre cuerpos: Formalización del concepto de fuerza con estudiantes de grado décimo*. Bogotá D.C.: Universidad Pedagógica Nacional Facultad de Ciencia y Tecnología Licenciatura en Física.
- Vargas Melgarejo, L. M. (1994). *Sobre el concepto de percepción*. Distrito Federal, México: Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa.
- Vitaluña C., G. A. (2012). *Sensación y percepción en la construcción del conocimiento*. Cuenca (Ecuador): Sophie, Colección de Filosofía de la Educación.
- Anaya-Durand, G. I.-S.-B.-M.-B. (2013). Un día sin fricción . *Licencia Creative Commons* , (52-55).
- Espinosa, L. F. (2017). *El desarrollo perceptual en niños de 2 a 3 años de edad, una experiencia musical* . Bogotá: Fundación Universitaria Los Libertadores, Licenciatura en pedagogía Infantil .
- Jorge Alberto Osorio Naranjo, B. E. (2018). *Identificación del canal perceptual y diseño de contenidos para una prueba intelectual dirigida a estudiantes universitarios*. Bogotá: Fundación Universitaria Los Libertadores, Facultad de Ciencias Humanas y Sociales .
- Ramírez, L. J. (2014). *Propuesta en la que se integran actividades de percepción visual y auditiva que favorecen los procesos de Lecto-Escritura*. Medellín: Licenciatura en español-inglés a distancia .
- Figueredo, D. S. (2020). *Construcción de un DEOMS para la enseñanza del concepto de onda mecánica a través de los fenómenos sísmicos y vibratorios* . Bogotá, Colombia : Universidad Pedagógica Nacional Facultad de Ciencia y Tecnología Departamento de Física Licenciatura en Física.
- Sánchez-Márquez, N. I. (2019). *Sensación y Percepción: Una revisión conceptual*. Barrancabermeja : Apropriación social del conocimiento Generación de contenidos impresos.
- Moreno, A. M. (2016). *Diseño de una estrategia didáctica para el aprendizaje significativo de los principios de las Ciencias Naturales Física en el grado 10, mediante el diseño y construcción de un vehículo de tracción humana VTH*. Bogotá: Universidad Cooperativa de Colombia.
- Vargas, D. N. (2020). *Orientación para el desarrollo de procesos sensitivos y perceptivos, a través de las artes plásticas, en una estudiante con discapacidad visual (DV)*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas Facultad Ciencias y Educación.

Villarraga, X. P. (2016). *Enseñanza de conceptos de física en quinto grado a partir de la construcción y análisis de juguetes*. Bogotá, Colombia : Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Oviedo, G. L. (2004). La definición del concepto de percepción en psicología con base en la teoría Gestalt . *Scielo (revista d eestudios sociales)* , 89-96.

Anexos

Fase I

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL	
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
DEPARTAMENTO DE FÍSICA	

El presente instrumento se presenta como una lista de cotejo con categorías de análisis para hacer una lectura del E.I.A. (el mismo instrumento se aplicará al inicio de la fase III).

El instrumento es motivado por dinámicas observadas durante la practica pedagógica con estudiantes de grado décimo del IED Miguel Antonio Caro. Para poblaciones o cursos diferentes podrá ser adaptada o modificada, aprovechando la experiencia del docente de aula.

- 1. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones crees que es más acertada para describir la idea de fuerza?**
 - a) Es una cualidad que tiene cualquier objeto
 - b) Es la causa de que los objetos se deformen o cambien su movimiento
 - c) Es una ecuación que describe el movimiento

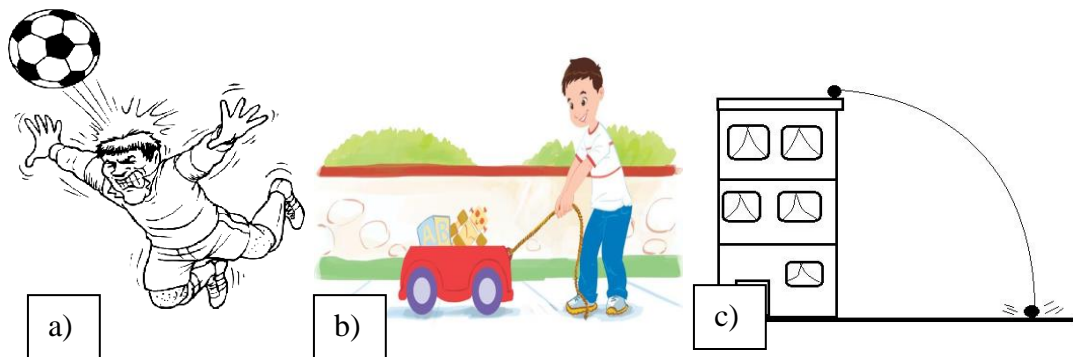
- 2. ¿Con cuáles de las siguientes expresiones se describe mejor el significado de fuerza?**
 - a) Gracias a la fuerza los objetos se pueden mover.
 - b) Hulk es el vengador más fuerte.
 - c) Con suficiente fuerza se puede detener un autobús.

- 3. Si quisiéramos medir la fuerza ¿cómo podríamos hacerlo?**
 - a) Levantando algunos objetos; entre más objetos puedo levantar más fuerza tengo.
 - b) Con la ecuación de la fuerza ($F=ma$) y multiplicando la masa por aceleración
 - c) Con un dinamómetro que tenga una escala de fuerza

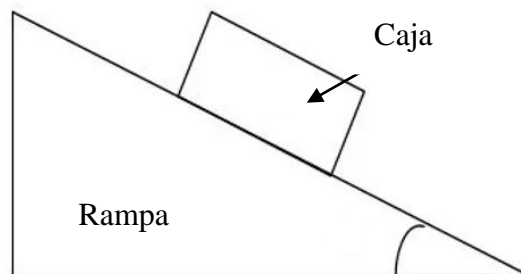
4. ¿Cómo se calcula la fuerza?

- a) Con las pesas de un gimnasio ya que estas tienen expresada la cantidad de masa que tienen
- b) Con la ecuación de la fuerza ($F= ma$)
- c) Con un dinamómetro en Newton

5. ¿Cuál de las siguientes situaciones representa mejor la idea de fuerza a distancia?



6. ¿Por qué la caja no se mueve? (escoge la afirmación que consideres correcta)



- a) Porque la fricción lo impide
- b) Porque no hay fuerza sobre la caja
- c) Porque las fuerzas que actúan sobre la caja se equilibran entre sí
- d) Si no hay medidas no se puede decir que sucede

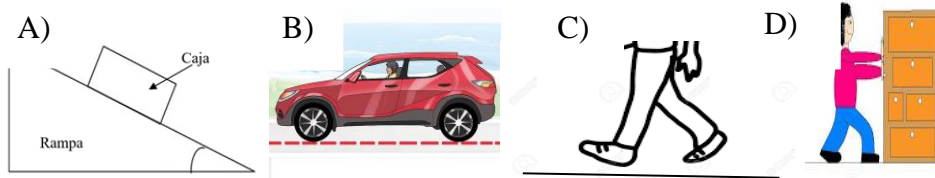
Imagen 1 Clasificación de la fuerza. Traído de: <https://sites.google.com/site/21119819avilalimar/2--fuerza/clasificación-de-las-fuerzas>

Imagen 2 Clasifiquemos las fuerzas. Recuperado de: <https://docplayer.es/75415424-Clasifiquemos-las-fuerzas-secuencias-curriculares-correspondientes-propuesta-didactica-unidad-de-aprendizaje.html>

Imagen 3 Movimiento parabólico. Recuperado de: <https://fabianizquierdo.wordpress.com/2020/02/02/movimiento-parabolico/>

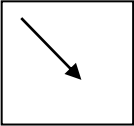
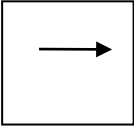
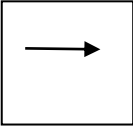
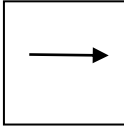
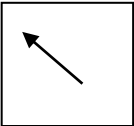
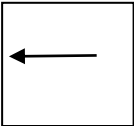
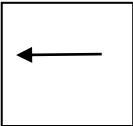
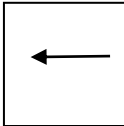
Imagen 4 Plano inclinado. Recuperado de: <https://www.lasclasesdegonzalo.com/fisicaplanoinclinado1>

7. Observar las siguientes cuatro imágenes y establece en qué dirección va la fricción en cada caso.



Descripción: situaciones en las que existe fuerza de fricción. A) La caja que esta en reposo sobre la rampa B) un carro avanza hacia a la izquierda, C) una persona que camina hacia la izquierda, D) mueble que se desliza hacia la derecha.

Escoger la respuesta que se adecue a la dirección de la fricción.

- a) A.  B.  C.  D. 
- b) A.  B.  C.  D. 

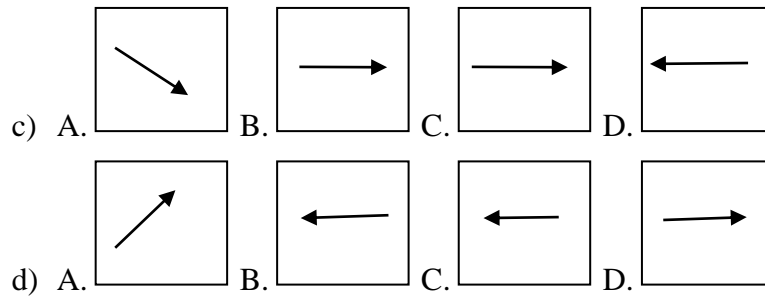


Imagen 5 Plano inclinado. Recuperado de: <https://www.lasclasesdegonzalo.com/fisicaplanoinclinado1>

Imagen 6 Aprende a conducir carro. Traído de <https://tramitesparalicencias.com/aprende-a-conducir-carro-manual/>


Imagen 7 Hombre caminando. Recuperado de https://es.123rf.com/photo_73507098_hombre-caminando-a-la-izquierda-ilustración-vectorial-boceto-dibujado-a-mano-aislado-en-fondo-blanco.html

Imagen 8 Fricción o Rozamiento. Recuperado de: <http://karimcr.blogspot.com/2008/03/friccion-o-rozamiento.html>

8. Usando tus comprensiones sobre el concepto de fuerza, describe en tus palabras cada una de las siguientes situaciones.

Un estudiante camina sobre una superficie rugosa como el asfalto. En cada paso, se pueden identificar las fuerzas que actúan sobre el pie del estudiante ¿cuáles son esas fuerzas y quién o qué las ejerce?. Ahora, si el estudiante decide saltar hacia arriba; mientras el estudiante esta en el aire, ¿qué fuerzas actúan sobre él y quién o qué las ejerce?.

Fase II

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL	
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
DEPARTAMENTO DE FÍSICA	

Esta actividad busca implementar la información intencionada, la temática que se quiere enseñar, en esta parte se debe tener en cuenta la manera como se expone la información, ya que no se busca atacar los conocimientos previos, sino que el estudiante por sí mismo reconozca sus carencias o dificultades y potencie sus habilidades con el tema correspondiente, si bien este escrito trata de sustentar ideas previamente presentadas en la secuencia de reconocimiento de E.I.A. está en disposición del profesor cambiar algunos referentes que se adecúen a la intención del profesor que implementa esta sección.

Con el fin de aproximar a los estudiantes al concepto de fuerza, se explicará conceptualmente y con base a las leyes de Newton, mostrando la manera como se representa la fuerza, la fuerza de fricción, medición de la fuerza y calculo de la fuerza, pese a que no se engloban todos los tipos de fuerza, se busca que el estudiante logre reconocer lo que es la fuerza.

La fuerza

La fuerza es la acción capaz de deformar un objeto o cambiar su movimiento, un ejemplo de esto es cuando se quiere mover una caja se debe empujarlo de tal manera que este siga la dirección en la que se esta aplicando dicha fuerza, por otro lado, la deformación se puede encontrar en los casos en los que se esta trabajando con plastilina, ya que, al

aplicarse una fuerza, esta se deforma.



Para abordar el concepto de fuerza se retomarán las tres leyes que expone en "Philosophiae Naturalis Principia Mathematica" publicada en 1687, la primera ley de Newton se relaciona con lo que es la inercia, donde se hace referencia a que un cuerpo en movimiento, permanecerá en movimiento a menos de que una fuerza externa se aplique sobre el objeto. Es importante reconocer que la idea de movimiento aparece antes que la idea de fuerza, lo que implica que no hay una relación causal entre fuerza y movimiento, es decir, la fuerza no genera movimiento.

La idea más sencilla que relaciona la idea de fuerza con movimiento es la segunda ley de Newton, que establece que la fuerza es capaz de cambiar el movimiento de un objeto. Esto se puede evidenciar al aplicar una fuerza constante a un objeto inicialmente en reposo, la velocidad aumenta al aplicar una fuerza constante.

Un ejemplo es un objeto que se deja caer desde cierta altura. La fuerza que actúa sobre el objeto (si despreciamos la resistencia del aire) es el peso y a medida que el objeto va cayendo, va aumentando su velocidad. Por otro lado si el objeto es lanzado hacia arriba, el

mismo peso se encarga de disminuir la velocidad del objeto hasta que llega a una altura máxima.

Con la segunda ley de Newton permite cuantificar la fuerza, la primera consideración es la relación directa entre la fuerza y la aceleración, pues, si se quiere aumentar la aceleración se debe aumentar la fuerza, por otro lado la masa es inversamente proporcional.

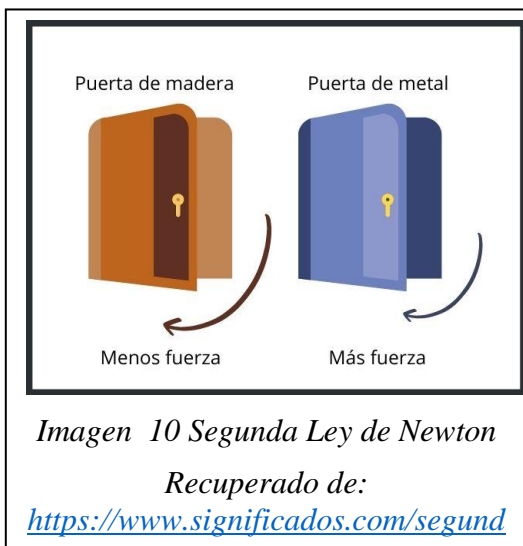
Según Jean Le. Rond D'Alembert (1717-1783) en el artículo L'Encyclopédie, logra afirmar que Newton es el primero que logra introducir las representaciones vectoriales, creando su propio método de representación, ampliando la percepción que tenía en comparación a la que tenía Galileo en su época. En los Principia, Newton busca descomponer el movimiento en fragmentos para poder cuantificar el movimiento, para hacer una relación entre los procesos físicos con modelos matemáticos que den cuenta de la fuerza involucrada en un sistema natural, su postura y sobre todo la importancia que le daba a la medida estaba reflejada cuando buscaba representar de una manera geométrica los fenómenos físicos. El uso de la geometría le permitió a Newton llegar hacer representaciones vectoriales

que dieran cuenta de la dirección y el sentido de la fuerza, esto con el fin de poder llegar a caracterizar a la fuerza como una magnitud vectorial.

Un vector está compuesto por:

- Origen: donde surge la proyección.
- Dirección: es la recta donde se sitúa el vector.
- Sentido: hacia donde apunta el vector.
- Módulo: es la medida de dicho vector.

Las representaciones vectoriales se pueden situar en un diagrama de cuerpo libre para identificar un punto puntual del objeto, logrando percibir la fuerza en un determinado espacio y calcular su magnitud.



La segunda ley de Newton permitió calcular la fuerza, lo siguiente será involucrar la tercera ley de Newton y cómo esta contribuye a percibir el concepto de fuerza. Estudiar la interacción entre objetos ayuda a comprender cómo funcionaba la fuerza para Newton, al pensar en esta interacción construyó la tercera ley denominada principio de acción y reacción, en la cual si hay una interacción estará presente una acción y una reacción con dirección opuesta y de la misma magnitud.

Pese que uno observa que al chocar dos piedras una con una masa mayor, su dirección final predomina por la de mayor masa, no quiere decir que la fuerza que se aplica sea diferente, la fuerza de la piedra grande es igual, pero en diferente dirección a la que tiene la piedra pequeña.



Ejemplos de las tres leyes de Newton para fortalecer el concepto de fuerza:

- Si una señora va en patines sobre una pista de hielo seguirá en ese estado a menos que una persona externa la empuja en otra dirección.
- Cuando las personas van en el Transmilenio y este frena bruscamente las personas van hacia adelante por inercia.
- Si la señora de la pista de hielo empuja una pared con determinada fuerza, la señora se ira hacia atrás empujada por la pared.

Para Newton existían dos tipos de fuerza;

- ❖ Fuerza por contacto, la cual hace referencia al empujar o halar objetos, por ejemplo; cuando se patear un balón, cuando se mueve una cama, al cerrar la puerta, por otro lado, se puede encontrar en los objetos que cambian de forma, cuando se deforma la plastilina, cuando se arruga una hoja de papel, así pues, estos ejemplos son perceptibles por los sentidos, mostrando los agentes que

ocasionan el movimiento, permitiendo reconocer la fuerza involucrada.

- ❖ Fuerza a distancia, una de las más complicadas para explicar por qué no se puede percibir de una manera clara quien hace la fuerza, es ahí donde se necesitará ampliar los sentidos para evidenciar la fuerza involucrada en el movimiento de los objetos, algunos ejemplos de la fuerza a distancia son; los imanes al tenerlos a determinada distancia se atraen, los planetas al ser atraídos por el sol.

La fuerza de fricción

En ocasiones se habla de la fuerza de fricción como si fuera un problema. Por ejemplo, los nadadores tratan de disminuir la fricción con el agua para ser más veloces, en los motores de los carros se usa aceite para disminuir la fricción entre los pistones y los cilindros del motor. No obstante, es necesario considerar más situaciones que permitan entender qué papel juega la fricción en

cada

caso.



Por ejemplo, se podrá dar cuenta de la dirección y la fuerza de fricción representándola con vectores, cuando caminamos, cuando un objeto se desliza sobre el piso, cuando la pelota rueda sobre el piso, entre otras situaciones sencillas ¿hacia dónde va la fricción en cada caso? Imagine el caso de que no hubiera fricción no se podría caminar debido a que se deslizaría, pero esto no le permitiría desplazarse, sería como caminar en una pista de hielo, sin los zapatos adecuados te deslizarías Anaya-Durand (2013), ¿qué pasaría con las otras situaciones que requieren de fricción?

La medición de la fuerza

La medición es una comparación, por ejemplo, cuando se usa la palma de la mano para medir la longitud de la mesa


sobre la que se está escribiendo, esto permite dar cuenta que la mesa tiene una cantidad de palmos, también se podría comparar la mesa con un metro para medir la mesa en unidades de metro.



En el caso de la fuerza, no se suele usar las manos o un metro, se usa un instrumento llamado dinamómetro que, por ejemplo, permite comparar objetos en función de cuánto se estira un resorte al suspender el objeto de él. El estiramiento del resorte está asociado con una escala de medida graduada en el dinamómetro, análogo a la escala de centímetros de un metro.

La fuerza se puede medir en Newtons y los dinamómetros se suelen graduar con dicha escala.

Fase III

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL	
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
DEPARTAMENTO DE FÍSICA	

Este apartado ofrece un marco interpretativo de cada una de las respuestas y pretende aportar en el proceso de evaluación. Con este instrumento será posible establecer qué ideas el estudiante considera coherentes o disonantes, respecto a su EIA. También se tendrán indicios sobre si, en el estudiante, predominan las nociones informales o las formales en torno al concepto de fuerza. En otras palabras, el instrumento ofrece categorías de análisis para hacer una lectura del proceso perceptual del estudiante.

Aunque el instrumento es motivado por la experiencia del autor, puede ser enriquecido por otros maestros, que conozcan dinámicas de interés adicionales, en el marco del concepto de la enseñanza de la fuerza.

Para cada opción de respuesta se agrega la etiqueta "formal" o "informal", para hacer referencia a las respuestas correctas como ideas formales.

MARCO INTERPRETATIVO DEL E.I.A.

- 1. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones crees que es más acertada para describir la idea de fuerza?**
 - a) No la considera como una interacción, sino como una propiedad (idea informal)
 - b) Es conceptualmente aceptada tiene sustento teórico en el marco de la mecánica clásica (idea formal)
 - c) Piensa que la fuerza es directamente una cuestión matemática y no reconoce una construcción conceptual o fenomenológica al respecto (idea informal).
- 2. ¿Con cuáles de las siguientes expresiones se describe mejor el significado de fuerza?**

- a) Reconoce a la fuerza como un generador de movimiento (idea informal)
- b) Reconoce la fuerza como algo fisiológico (idea informal)
- c) Reconoce la fuerza como una idea relacionada con el movimiento y la inercia. (idea formal)

3. Si se quisiéramos medir la fuerza ¿cómo podríamos hacerlo?

- a) Piensa en la fuerza como algo fisiológico (idea informal)
- b) Asimila que la ecuación es la que le permite medir, confunde medir con calcular. (idea informal)
- c) Reconoce el dinamómetro como un instrumento de medida de la fuerza, puede asociar la idea de fuerza con deformación, lo que vincula la fenomenología de la fuerza en el análisis. (idea formal)

4. ¿Cómo se calcula la fuerza?

- a) Es un indicio de confundir la idea de masa con la idea de peso. Adicionalmente, persiste la asociación de fuerza con propiedad fisiológica de personas. (idea informal)
- b) Tiene buen sustento y sabe que esta ecuación es para calcular, de responder lo mismo en la anterior pregunta, es un indicio de que no sabe la diferencia entre medir y calcular (idea formal)
- c) Reconoce el dinamómetro como un instrumento de medida de la fuerza, puede asociar la idea de fuerza con deformación, lo que vincula la fenomenología de la fuerza en el análisis. No obstante, persiste la confusión entre medir y calcular fuerza. (idea informal)

5. ¿Cómo actúan las fuerzas a distancia? (Escoger la imagen que mejor la describa)

- a) El estudiante cree que persiste la aplicación de la fuerza sobre el balón, aunque no haya contacto. Esta idea podría indicar que el estudiante cree que la fuerza persiste aún después del contacto. (idea informal)

- b) El estudiante interpreta que la fuerza sobre el carrito la hace el niño, pero ellos no están en contacto, lo que es aparentemente coherente. Sin embargo, la fuerza es de contacto, pero dada por tensión de la cuerda (idea informal)
- c) El estudiante reconoce el peso como una fuerza a distancia. Además, reconoce que el peso es una fuerza ejercida por la tierra y no por el mismo objeto sobre sí mismo (idea formal)

6. ¿Por qué la caja no se mueve? (escoge la afirmación que consideres correcta)

- a) Piensa que la fricción siempre se opone al movimiento, establece una relación "antagónica" entre fuerza y movimiento. (idea informal)
- b) Asocia la fuerza con causa de movimiento, al no haber movimiento, concluye que no hay fuerza (idea informal)
- c) Da indicios de que reconoce la idea sumatoria de fuerzas, fuerza neta y equilibrio (idea formal)
- d) No usa su intuición y requiere información explícita, específicamente numérica para analizar el problema. (idea informal)

7. Observar las siguientes cuatro imágenes y reconocer en qué dirección va la fricción.

- a) y c) A veces propone la fricción a favor del movimiento y a veces en contra, sin embargo, no escoge las direcciones correctas. (idea informal)
- b) Logra definir bien la dirección de la fricción, es indicio de que reconocer las superficies en deslizamiento relativo (idea formal)
- d) A veces propone la fricción a favor del movimiento y a veces en contra, sin embargo, no escoge las direcciones correctas. El hecho de que se escoja la fricción perpendicular a la superficie, puede ser indicio de que se seleccionó la respuesta al azar, por eso el estudiante no reconoce el error conceptual que implica su respuesta. (idea informal)

8. En este apartado se podrá hacer un análisis de las narrativas de los estudiantes, y la relación entre las ideas informales o formales, en torno al concepto de fuerza.