



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

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.

Alexander Pérez García

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias, Departamento de Física

Bogotá D.C. Colombia

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.

Alexander Pérez García

**Trabajo de grado como requisito parcial para optar al título de:
Magister en enseñanza de las ciencias exactas y naturales**

Director:

Carlos Augusto Hernández Rodríguez

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias, Departamento de Física

Bogotá D.C. Colombia

2012

Dedico especialmente este trabajo y logro.

A mi hermosa esposa Milena y a mi adorado hijo Ian Santiago, por acompañar y hacer feliz cada instante de mi vida.

A Mamá, Papá y mis hermanos, en especial a Manuel Alberto, por sacrificar su bienestar para propiciar el de mi familia.

A José Álvaro Obando Niño quien desde un principio creyó en mí.

Agradecimientos

Expreso mis más sinceros e infinitos agradecimientos a mi director el maestro Carlos Augusto Hernández Rodríguez, por su permanente acompañamiento, sus aportes y sugerencias fueron definitivos para mi formación personal, profesional y para la elaboración de este trabajo.

Resumen

El siguiente trabajo presenta un conjunto de secuencias didácticas para la enseñanza de las leyes del movimiento de Newton, que tienen el propósito de mejorar el nivel de desempeño y la interpretación de dichas leyes por parte de los estudiantes del grado décimo. Se realizó una aproximación histórica y disciplinar a estas leyes con el objeto de reunir diferentes elementos didácticos para su enseñanza a través de distintas secuencias. Dichas secuencias combinan actividades como la lectura de los desarrollos históricos, la realización de experimentos sencillos y el uso de videos y simulaciones interactivas, como complemento de diferentes situaciones problémicas que se proponen para trabajar en el aula a través de la estrategia de aprendizaje activo.

Las secuencias didácticas se implementaron con estudiantes del grado décimo del Instituto Técnico Industrial Piloto de la localidad de Tunjuelito. Durante su aplicación se evidenció una mejora en el manejo y diferenciación de los conceptos discutidos y un especial interés y participación durante el desarrollo de las secuencias.

Palabras clave: Enseñanza de la física, secuencia didáctica, leyes de Newton, dinámica, estática, fuerza, inercia.

Abstract

This work presents a set of didactic sequences for teaching Newton's laws of motion, with the aim of improving the performance and interpretation of the mentioned laws by the tenth grade students. A historical approach and discipline of these laws was realized in order to gather different didactic elements or aids for teaching through different sequences. These sequences combine activities like reading historical developments, conducting simple experiments, the use of videos and interactive simulations like complement of different situations to realize in the classroom through active learning strategy.

The didactic sequences were implemented with tenth graders of the Industrial Technical Institute Pilot of Tunjuelito's locality in Bogotá, during application was evidenced an improvement in handling and differentiation of the concepts discussed and a special interest and participation during the development of the sequences.

Keywords: physics education, teaching sequence, Newton's laws, dynamics, statics, force, inertia.

Contenido

	Pág
Resumen	IX
Introducción.....	1
1. IDENTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1 OBJETIVO GENERAL	3
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
2. RESEÑA HISTÓRICA: ASPECTOS QUE ANTECEDEN LA FORMULACIÓN DE LAS TRES LEYES.....	6
2.1 LAS CONCEPCIONES ARISTOTÉLICAS DEL MOVIMIENTO	6
2.2 GALILEO Y LA CONCEPCIÓN DE UNA NUEVA CIENCIA	9
2.3 ISAAC NEWTON: LOS PRINCIPIOS MATEMÁTICOS	16
3. ASPECTOS DISCIPLINARES	18
3.1 AXIOMAS O LEYES DEL MOVIMIENTO	18
3.1.1 Ley I.....	18
3.1.2 Ley II.....	19
3.1.3 Ley III.....	22
3.2 SISTEMA DE REFERENCIA INERCIAL.....	23
3.3 FUERZA Y MASA	24
3.4 PESO	25
3.5 FUERZAS DE CONTACTO	26
3.6 FUERZA DE FRICCIÓN	26
4. DIDÁCTICA.....	33
4.1 RESEÑA DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES EN MECÁNICA	34

4.2 SECUENCIA DIDÁCTICA.....	36
5. DESARROLLO DE LA PROPUESTA	38
5.1 CARACTERIZACIÓN DE LA INSTITUCIÓN.....	38
5.2 DESARROLLO DE LAS SECUENCIAS DIDÁCTICAS	39
5.2.1 Secuencia didáctica No 1: ¿Qué es Fuerza?	42
5.2.2 Secuencia didáctica No 2: Utilizando el dinamómetro	45
5.2.3 Secuencia didáctica No 3: Jugando con una báscula.....	48
5.2.4 Secuencia didáctica No 4: Jugando con la inercia.....	51
5.2.6 Secuencia didáctica No 6: Inercia galileana	56
5.2.7 Secuencia didáctica No 7: Retroalimentación de conceptos	59
5.2.8 Secuencia didáctica No 8: Relación masa, fuerza y aceleración.....	60
5.2.9 Secuencia didáctica No 9: Fuerzas, dibujando voy interpretando	62
5.2.10 Secuencia didáctica No 10: El deslizador	63
5.2.11 Secuencia didáctica No 11: Simulaciones interactivas	68
5.2.12 Secuencia didáctica No 12: El plano Inclinado.....	68
5.2.13 Secuencia didáctica No 13: Newton, vida y obra.....	72
5.3 EL BLOG COMO HERRAMIENTA PEDAGÓGICA.....	73
6. RESULTADOS CUALITATIVOS	75
7. Conclusiones y recomendaciones	82
Conclusiones	82
Recomendaciones	84
A. Anexo: Guía del estudiante secuencia No: 1.....	83
B. Anexo: Guía del estudiante secuencia No: 2.....	85
C. Anexo: Guía del estudiante secuencia No: 3.....	88
D. Anexo: Guía del estudiante secuencia No: 4.....	90
E. Anexo: Guía del estudiante secuencia No: 5.....	93
F. Anexo: Guía del estudiante secuencia No: 6.....	97
G. Anexo: Guía del estudiante secuencia No: 8.....	102

H.	Anexo: Guía del estudiante secuencia No: 9.....	105
I.	Anexo: Guía del estudiante secuencia No: 10.....	110
J.	Anexo: Guía del estudiante secuencia No: 12.....	111
K.	Anexo: Guía del estudiante secuencia No: 13.....	114
	Bibliografía.....	116

Introducción

Las leyes de Newton permiten establecer cuantitativamente las relaciones entre las fuerzas que actúan sobre un cuerpo y los cambios en el movimiento debidos a dichas interacciones. Su eficacia se evidencia en la comprensión y explicación de la mayor parte de las situaciones cotidianas relacionadas con el movimiento de los cuerpos en nuestro entorno físico. Caminar, levantar un objeto, detener un balón, construir un edificio, son solo unas de las múltiples actividades que se pueden describir y explicar con dichos principios. Su validez no solo se limita a los objetos de nuestro planeta; su aplicabilidad puede extenderse en la comprensión de muchos fenómenos de nuestro sistema solar y el universo.

En concordancia con las diferentes aplicaciones y su alto nivel de importancia, la interpretación y aplicación de las leyes de Newton son sin duda contenidos principales en la enseñanza de la física en el grado décimo. Sin embargo, los procesos de aprendizaje e interpretación de dichas leyes por parte de los estudiantes generalmente están caracterizados por diversas dificultades relacionadas con su comprensión y aplicación en la solución de situaciones problemáticas. Dificultades como el aprendizaje memorístico, la falta de interpretación de conceptos y el uso incomprensivo de fórmulas, entre otras, dependen de diferentes factores, como por ejemplo la didáctica y la metodología empleada para la enseñanza de estos principios newtonianos por parte del docente.

En consecuencia se hace necesario realizar un proceso reflexivo, tanto en lo disciplinar como en la didáctica para la enseñanza de las leyes de Newton, con el objeto de realizar el diseño de un conjunto de secuencias didácticas que permitan

lograr una mejor comprensión e interpretación de dichas leyes por parte del estudiante.

A continuación se presentan aspectos disciplinares asociados con la formulación del principio de la inercia y de las leyes del movimiento de Newton. Posteriormente se presentan las diferentes secuencias didácticas, las cuales vinculan diferentes situaciones problémicas, experimentos, demostraciones sencillas, el uso de videos y simulaciones interactivas. Además de las secuencias, se diseñó un blog especializado como herramienta complementaria para la discusión y acompañamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje. Con estas herramientas se pretende contribuir a la enseñanza de las leyes, elevar el nivel de participación e interés en el aula y mejorar la interpretación, competencia y desempeño de los estudiantes de grado décimo del Instituto Técnico Industrial Piloto.

1. IDENTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se han evidenciado en el ejercicio de la práctica docente, durante el seguimiento y observación de los desempeños de los estudiantes de grado décimo del Instituto Técnico Industrial Piloto, dificultades para lograr la interpretación y aplicación de las leyes de Newton. Entre algunas de estas dificultades se tienen:

- Dificultad para reconocer las fuerzas que actúan sobre un cuerpo y su interpretación mediante la representación vectorial en los diagramas de cuerpo libre.
- Aprendizaje memorístico y limitación para relacionar comprensivamente las leyes con diferentes aplicaciones y situaciones cotidianas.
- Desarrollo de procesos meramente numéricos y reemplazo de valores en fórmulas, sin llegar a comprender y relacionar los conceptos fundamentales que se desprenden de las leyes newtonianas.
- Confusión en el uso y explicación de conceptos como aceleración, masa, fuerza, peso e inercia, dinámica, estática, entre otros.
- Bajo nivel en el proceso de producción escrita en la descripción y solución de problemas de dinámica y estática.
- Baja participación en las discusiones en el aula, referentes a la utilidad de dichas leyes.

Estas dificultades en el aprendizaje de las leyes del movimiento y su desempeño en las evaluaciones pueden estar asociadas a factores de distinta naturaleza, como pueden ser: la didáctica, los preconceptos y su persistencia en el estudiante, la intensidad horaria y el nivel socioeconómico.

Mediante el diseño de un conjunto de secuencias didácticas para orientar la enseñanza de las leyes del movimiento de Newton es posible plantear una reflexión que se origine desde el aula y desde la propia práctica docente, con el propósito de reorientar el proceso enseñanza-aprendizaje hacia un mejoramiento de los niveles de desempeño de los estudiantes y hacia el desarrollo de las competencias específicas en física. Este diseño debe ser el resultado de un seguimiento y reflexión continua que contemple criterios de trabajo, métodos de acompañamiento, necesidades y capacidades de los estudiantes que puedan contribuir a elevar el nivel de comprensión e interpretación de la temática en estudio.

Frente a este contexto, el docente de física de grado décimo puede plantearse el siguiente interrogante: **¿Qué estrategias pedagógicas y didácticas se deben diseñar e implementar en el aula para elevar el nivel de desempeño, aprendizaje y aplicación de las leyes del movimiento de Newton por parte de los estudiantes?**

1.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar unas secuencias didácticas para la enseñanza de las leyes de Newton que mejore la interpretación que los estudiantes hacen de estas leyes, tomando en cuenta los desarrollos históricos y considerando distintas aproximaciones didácticas, con énfasis en la realización de experimentos sencillos y en el uso del video y otras Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en el aula.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Efectuar una revisión en el saber disciplinar y didáctico de las leyes del movimiento de Newton que aporte elementos para el diseño de las secuencias didácticas.

Ofrecer al estudiante elementos de interpretación y argumentación de las leyes de Newton en la descripción y explicación de diferentes aplicaciones y situaciones problemáticas relacionadas.

Proponer un conjunto de estrategias de trabajo (Secuencias Didácticas) para la enseñanza de las leyes de Newton.

2. RESEÑA HISTÓRICA: ASPECTOS QUE ANTECEDEN LA FORMULACIÓN DE LAS TRES LEYES

La formulación de las leyes del movimiento de Newton fue precedida por innumerables acontecimientos que forjaron y prepararon el pensamiento para la comprensión y explicación del comportamiento de la naturaleza. Distintos pensadores contribuyeron de alguna manera para esclarecer y formalizar los conceptos y principios de lo que denominamos como dinámica y estática. Aristóteles, con sus ideas sobre el movimiento de los cuerpos terrestres y celestes, Arquímedes cuyas ideas y explicación de la palanca fundamentaron el concepto de equilibrio, Filopón, Buridan, Oresme, Stevin, Copérnico, Brahe, Kepler y Galileo, con sus diferentes aportaciones, prepararían el momento y el pensamiento para una mente brillante como la de Isaac Newton, quien finalmente lograría la consolidación de los cimientos de la mecánica.

2.1 LAS CONCEPCIONES ARISTOTÉLICAS DEL MOVIMIENTO

Una de la mayores influencias sobre el pensamiento científico correspondería a la filosofía de Platón y en especial de su discípulo Aristóteles (384 a. C. – 322 a. C.), los cuales dominarían el pensamiento durante 20 siglos. Sus ideas determinarían la forma de observar el mundo, de manera tal que resultaba inaceptable imaginar que la Tierra se movía y que nuestro sol no giraba en torno a ésta. En la física, los estudios de Aristóteles estaban dedicados fundamentalmente al análisis de las causas y su relación con el movimiento, siendo más de carácter intuitivo que experimental. Los principios aristotélicos fueron desarrollados teniendo en cuenta las siguientes concepciones:

- Inexistencia del vacío. La sola idea de un espacio totalmente vacío era inaceptable e inimaginable dentro del pensamiento aristotélico; resultaba inadmisibles pensar en un movimiento continuo.
- Existencia de una causa eficiente en todo cambio. El "movimiento natural" es la inclinación que todo cuerpo posee a ocupar el lugar que le corresponde por su propia naturaleza. En el "movimiento violento" se necesita un motor.
- El principio de la acción por contacto. En todos los movimientos, excepto en los naturales, debe existir como causa eficiente un agente de contacto con el cuerpo móvil.
- La existencia de un primer agente inmóvil que pone en movimiento el universo. La hipótesis aristotélica establece que "*todo lo que se mueve es movido por algo*"; este algo podría ser una causa o un motor.

Los estudios de Aristóteles lo llevaron a clasificar el movimiento en dos clases principales: el movimiento natural y el movimiento violento. El **movimiento natural** se relacionaría con la "naturaleza" del objeto, dependiendo de qué combinación de los cuatro elementos poseía (tierra, aire, fuego, agua; toda la materia terrestre estaba compuesta de cantidades diferentes de estos elementos). Es así como Aristóteles explicaba que todo objeto en el universo tenía un lugar propio, determinado por esta "naturaleza" (la esfera de la tierra en el centro del mundo, luego la esfera del agua, luego la del aire y el fuego en la periferia), y que cualquier objeto que no está en su lugar propio "trataría" de ir a su sitio. Una roca es predominantemente una sustancia terrestre y por tanto descendía hacia el centro del universo, una pluma es una mezcla de aire y tierra, pero principalmente de esta última, entonces caería al suelo, pero no con la misma rapidez que la roca; por tanto Aristóteles afirmaba que los objetos más pesados deberían caer a rapidezces proporcionales a sus pesos; mientras más pesado era un cuerpo, más rápido debería caer. En general, el movimiento natural debía ser hacia arriba, hacia la periferia, o directo hacia abajo, hacia el centro, como sucede con todas las cosas pesadas sobre la Tierra.

Para esta época la concepción del mundo era la de una Tierra inmóvil, como centro del universo, rodeada por esferas que contenían a los diferentes planetas, siendo este lugar eterno, inmutable e incorruptible; el cielo era dominado por el movimiento circular, sin principio ni fin, que se repetía sin desviarse. Aristóteles creía que los cielos se regían con reglas distintas, asegurando que los cuerpos celestes eran esferas perfectas compuestas por una sustancia perfecta e inalterable que denominó *éter*.

El **movimiento violento** era explicado por la acción permanente de un agente. Debía ser un empuje o tracción: *“sin una fuerza impulsora no hay movimiento”*. Si se deja de realizar o ejercer dicha fuerza, el movimiento de progresión cesa, deteniéndose, siendo el reposo lo más natural.

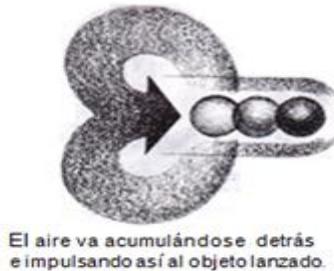
Cuando se arroja una roca o se lanza un dardo, se puede observar que después de que el objeto deja la mano no se puede apreciar qué o quién le hace fuerza para que se siga moviendo. Aristóteles imaginaba que el aire separado por el movimiento del objeto causaba un efecto impulsor, al reagruparse detrás del objeto para colmar el vacío producido, haciéndolo mover hacia adelante.¹ Ver figura 2-1.

Finalmente, la concepción del movimiento se debe a la naturaleza del objeto en movimiento o a una fuerza de contacto sostenida durante el transcurso del movimiento. Si un objeto está en su lugar propio no se moverá, sino cuando se le

¹ Frente a esta idea aristotélica, Juan Filopón en el siglo VI de nuestra era, se interesó por desarrollar un argumento para explicar el movimiento de los cuerpos sin la influencia de agentes externos (teoría del *ímpetus*). Posteriormente en el siglo XIV Jean Buridan, pensaba que el aire circundante no impulsaba los cuerpos en movimiento, sino que por el contrario, los frenaba, su argumento establecía que el *ímpetus* que actuaba sobre un cuerpo le daba una cualidad a éste, permitiéndole mantener su velocidad hasta que fuese afectado por la resistencia que ofrecía el medio en el cual se movía. El *ímpetus* era una alternativa que pretendía mantener el principio aristotélico de que el movimiento era producido por una causa o motor. Para Buridan citado por Roldan Ch, J [17] “Cuanto más velozmente mueva el motor al cuerpo, mayor será el ímpetus que imprima al cuerpo en movimiento y cuanta más materia tenga el cuerpo que es movido, más intenso es el ímpetus que recibe”.

someta a una fuerza, a excepción de los cuerpos celestes que se mueven eternamente en círculos.

Figura 2-1: Ilustración del movimiento violento



Fuente: HECHT, Eugene [8] P. 39

Se podría pensar, en forma ligera y descontextualizada, que las concepciones y explicaciones de la naturaleza dadas por Aristóteles son tremendamente erróneas. Sin embargo, su método inspiró a muchas generaciones por el estudio del orden, clasificación de la naturaleza y la ciencia, durante varios siglos. Su idea de un sistema de explicación que parte de ciertos principios generales para derivar conclusiones particulares sigue vigente en Newton, quien estudió las generalidades del movimiento desde el análisis de tres leyes básicas y la ley de gravitación para conseguir la explicación y resolver todos los problemas del movimiento.

2.2 GALILEO Y LA CONCEPCIÓN DE UNA NUEVA CIENCIA

Los aportes de Galileo Galilei (1564-1642) en las ciencias han sido importantísimos, tanto por las contribuciones particulares como por el método que utilizó para obtenerlas. Galileo puede considerarse uno de los fundadores de lo que denominamos como el “método científico” y también uno de los fundadores de la física clásica. Utilizando observaciones experimentales, idealizaciones y deducciones lógicas, logró avanzar sobre la física aristotélica y cambiar conceptos que estaban firmemente arraigados desde de la antigüedad.

La concepción aristotélica de un universo de esferas concéntricas en rotación, teniendo la Tierra como su centro e inmóvil (modelo geocéntrico), fue fundamentalmente la estructura aceptada, hasta llegar a ser cuestionada por parte de Nicolás Copérnico quien alrededor de 1507 escribe un documento relevante para la historia de la ciencia denominado *Commentariolus*, en el que presenta un esbozo inicial de un sistema heliocéntrico del mundo. Entre algunos de sus principales postulados es posible nombrar:

- El centro de la Tierra no es el centro del universo, sino sólo el centro de gravedad (*sed tantum gravitatis*) y el de la esfera lunar.
- Todas las esferas (*omnes orbis*) giran alrededor del Sol, el cual está en el centro de todo; por esta razón el Sol es el centro del mundo.
- Todo movimiento que aparece en el firmamento no se origina a causa del movimiento del firmamento mismo, sino a causa del movimiento de la Tierra. Así pues, la Tierra con sus elementos próximos (los elementos que la rodean) realiza una rotación completa alrededor de sus polos fijos en un movimiento diario, permaneciendo inmóvil el firmamento y el último cielo.²

En su obra cumbre, *De Revolutionibus Orbium Coelestium*, Copérnico establecería un modelo heliocéntrico definitivo, el cual se publicaría en el año 1543. En él reafirmó que la Tierra giraba en torno al Sol. En su complejo tratado, que incluía un análisis completo de cada una de las hipótesis propuestas, Copérnico introdujo su modelo matemático de la Tierra, con tres movimientos uniformes y separados (rotación, traslación y declinación). Este libro fue incluido en el índice por la inquisición en siglo XVII, ya que sus ideas iban en contra de su doctrina aceptada por la iglesia de ese tiempo.³

² MINGUEZ PÉREZ, Carlos. Traducción y estudio Preliminar, Nicolás Copérnico, Sobre las revoluciones. Ediciones Altaya 1994. p.xxi

³ *Ibíd.* P.36

El principal defensor del modelo copernicano fue sin duda Galileo Galilei, quien en carne propia asumió las dificultades de la época con la iglesia y los defensores del modelo geocéntrico. Galileo expondría su postura a través de distintos trabajos, pero principalmente de sus obras *Sidereus Nuncius* (1610 - *Mensajero Sideral*) y *Diálogos sobre los dos máximos sistemas del mundo* (1632). En el *Sidereus Nuncius* brindaba un informe sobre sus observaciones y descubrimientos celestes realizados con su telescopio y atacaba la concepción aristotélica diáfana, inmaculada y perfecta de la estructura de los cielos.

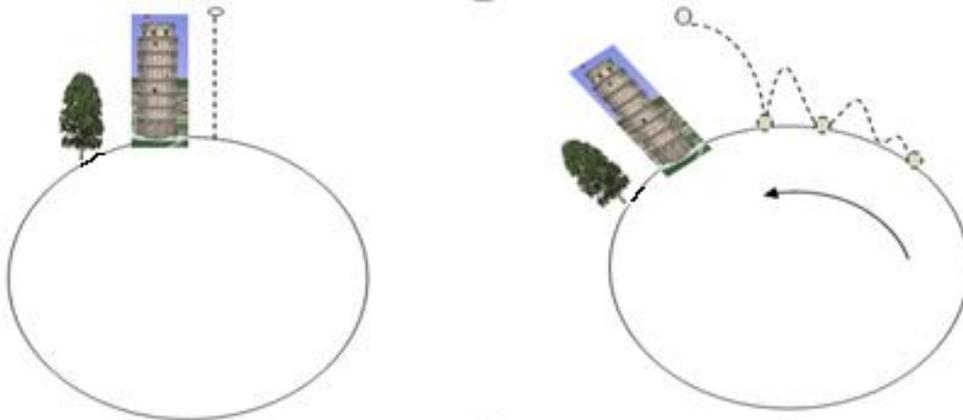
La segunda obra exponía en forma de diálogo entre tres personajes (*Salviati*, seguidor de Copérnico, *Sagredo*, personaje imparcial y *Simplicio*, defensor de las ideas aristotélicas). *Salviati*, el representante de Galileo, realizaba diversos cuestionamientos a favor del modelo heliocéntrico, ridiculizando audazmente el sistema geocéntrico y las concepciones aristotélicas de la época.

En el siglo XVII, los argumentos que debía enfrentar Galileo frente a la inmovilidad de la Tierra correspondían a las ideas de Aristóteles, plenamente aceptadas. Si la Tierra se moviese, su movimiento debería ser violento, y se observa que todos los cuerpos cuando caen, vistos desde la Tierra, describen una línea recta, dirigida hacia el centro de la Tierra. Al ser violento el movimiento de la Tierra, no podía durar eternamente y no sería congruente con el orden del mundo que debe ser eterno. Además, si la Tierra se moviera, los objetos que caen, separados de los demás objetos unidos al mundo, se quedarían atrás.

Para explicar y corroborar que la Tierra permanecía inmóvil, Aristóteles consideraba el hecho de que al lanzar una roca, en forma vertical, muy alto, ésta vuelve a caer en el mismo lugar. De igual modo, al dejarla caer desde lo alto de un edificio, la roca desciende verticalmente y cae debajo del sitio desde donde se la soltó. Si la Tierra se moviera en forma violenta o rotase en su propio eje de occidente a oriente, la roca tocaría el suelo en un lugar alejado de la base del

edificio, tal como se ilustra en la figura 2-2. A esta argumentación aristotélica se le conoce como el *argumento de la torre*.⁴

Figura 2-2: Argumento de la Torre, propuesto por Aristóteles.



a) Si la Tierra es inmóvil al dejar caer una un objeto, este cae en línea recta cerca de la torre

b) Si la Tierra rota en su eje, de occidente a oriente, al dejar caer un objeto, este no caería al cerca de la torre.

Fuente: Elaboración propia

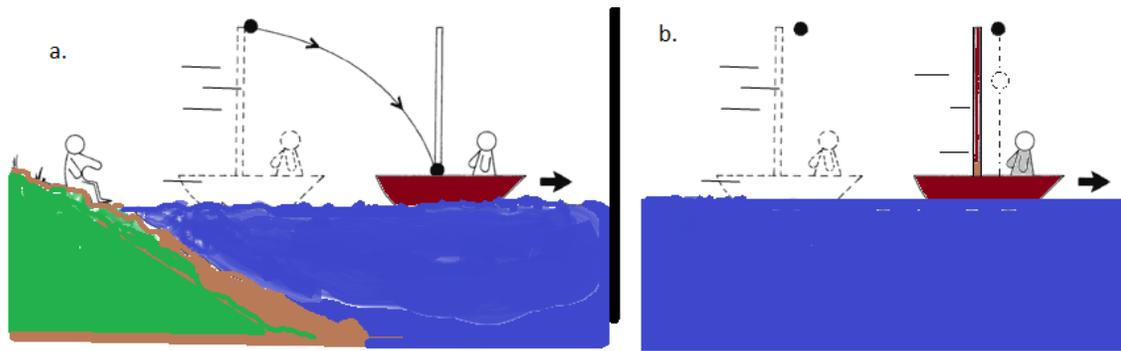
Para Galileo, esto no era cierto. La roca compartiría el movimiento de rotación de la Tierra, por lo cual la roca, vista desde la torre, continuaría moviéndose verticalmente hacia abajo, sin necesidad de que nada le empujase, llegando al suelo exactamente debajo del sitio desde donde se la había soltado. Para lograr la comprensión de todos sus contemporáneos, sugirió un ejemplo: ¿cómo debe caer una roca que se suelta desde lo alto de un mástil de un barco en movimiento a velocidad constante?

⁴ Este argumento se expone en los *Diálogos sobre los dos máximos sistemas del mundo ptolemaico y copernicano*. Alianza Editorial. Madrid. 1994 .P. 111-112.

El argumento de la Torre, de Aristóteles es posible encontrarlo en forma sucinta en: Granés Sellarés. J. *Isaac Newton: Obra y Contexto Una Introducción* .2005 .U. Nacional. Bogotá. P. 15-18.

Independientemente de si el barco se encuentra en reposo o con movimiento rectilíneo uniforme sobre aguas tranquilas, al soltar la roca caerá cerca del mástil; cuando está cayendo no caerá atrás del barco, debido a que la roca comparte el movimiento de éste mientras desciende; dicha situación propone una confrontación entre la razón y la experiencia. Ver Figura 2-3.

Figura 2-3: El movimiento desde dos marcos de referencia inerciales diferentes.



a) Un observador en un marco de referencia en tierra firme observará una trayectoria curva de la roca al caer cerca del mástil, mientras se mueve el barco uniformemente. b) Un observador dentro del barco en movimiento observará que la trayectoria rectilínea cuando cae la roca cerca al mástil.

Fuente: Imagen adaptada del texto de HACYAN, Shahen [7]

Galileo establece que pueden existir movimientos reales que, sin embargo, no se perciben al ser compartidos por todos los objetos de un mismo sistema físico. Un marinero que se encuentre al interior de la bodega de un barco que se desplaza en forma rectilínea y uniforme sobre aguas tranquilas, si no llegase a tener posibilidad de observar el exterior, no podrá dar cuenta de lo que le ocurre al barco (no sabría si está quieto en el puerto o está viajando) porque todos los objetos a su alrededor compartirán dicho estado; si el barco está en movimiento, será imperceptible en las condiciones descritas. Por tanto, el marinero no podrá a ciencia cierta responder al interrogante de si el barco se mueve o está quieto.

La situación anterior fue descrita por el propio Galileo Galilei con bastante ilustración de la siguiente forma:

“Encerraos con algún amigo en la mayor estancia que esté bajo la cubierta en un gran navío, y meted en ella moscas, mariposas y animalitos parecidos. Haya también un recipiente grande de agua con pececillos dentro. Además manténgase en alto un cubo, que gota a gota vaya dejando caer agua en otro recipiente de boca estrecha, situado debajo. Cuando la nave este quieta, observad atentamente que los animalitos volantes se mueven en todas direcciones de la estancia con igual velocidad. Veréis que los peces nadan indistintamente hacia todos los lados. Las gotas que caen entrarán todas en la vasija situada debajo, (...) Una vez que hayáis observado diligentemente todas estas cosas..., haced mover la nave con la velocidad que sea. Veréis que (con tal que el movimiento sea uniforme y no fluctuante hacia aquí y hacia allá) no observaréis el más mínimo cambio en ninguno de los efectos mencionados y que, a partir de ellos, no podéis determinar si la nave avanza o esta quieta”.⁵

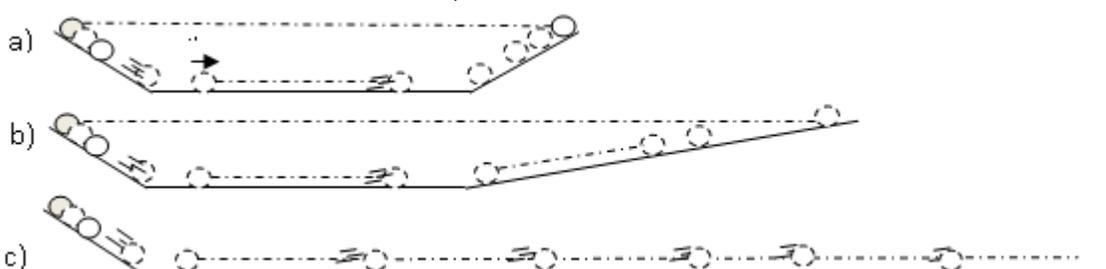
Los objetos, en sus movimientos relativos, se comportan unos con respecto a otros como si el movimiento del barco no existiese. Al extrapolar estas ideas, Galileo establecería que las leyes de la física serán independientes de cualquier sistema de referencia. Este enunciado se le reconoce como el *principio de relatividad de Galileo*.

Puesta en duda la inmovilidad de la Tierra, Galileo presentaría con la misma habilidad la ley de la persistencia del movimiento. Expondría argumentos ingeniosos e ilustrativos mediante un experimento imaginario en que se estudiaba cómo debía ser el movimiento de una esfera sobre una superficie inclinada y sobre un plano horizontal. Galileo propondría considerar una superficie dura,

⁵ GALILEO GALILEI. *Diálogos sobre los dos máximos sistemas del mundo ptolemaico y copernicano*. Alianza Editorial. Madrid. 1994 .P 162-163.

plana y perfectamente lisa. La esfera se movería sobre el plano sin interferencia y completamente libre de cualquier rozamiento con el aire circundante. Al poner en lo alto sobre esta superficie inclinada y soltarla, la esfera no permanecería quieta, sino que rodaría con un movimiento continuamente acelerado hasta que termine la pendiente. Por el contrario si se empuja la esfera violentamente para que suba por la misma superficie, su velocidad disminuiría progresivamente hasta detenerse, dependiendo de la inclinación del plano y de la fuerza aplicada sobre la esfera. Pero si la esfera rueda y se encuentra con un plano sin inclinación alguna, completamente horizontal, su velocidad no aumentaría ni disminuiría, sino que simplemente se mantendría en movimiento perpetuo uniforme. Esta situación estaría en contradicción con los preceptos aristotélicos del movimiento violento (según Aristóteles, *si no hay fuerza, simplemente no puede haber movimiento*). Al considerar que cuando la esfera rueda por el plano horizontal, sin ningún tipo de obstáculos, ni fricción, el movimiento se mantiene sin necesidad de una fuerza impulsora, se llegará a la conclusión de que el movimiento es natural y se conservará indefinidamente con velocidad constante (figura 2-4c). Esta persistencia del movimiento horizontal descrita por Galileo es conocida como la *ley galileana de la inercia*.

Figura 2- 4: Planos inclinados descritos por Galileo



a) En ausencia de fricción la esfera alcanza la misma altura. B) La esfera rueda mayor distancia, dependiendo de la inclinación. C) La esfera en la horizontal, rodará indefinidamente en forma constante

Fuente: Imagen adaptada de HEWITT, Paul [11]

Los dos argumentos expuestos por Galileo en su *Diálogos* (el *principio de inercia* y *el de relatividad*) permitirían comprender de una forma generalizada por qué no percibimos el movimiento de la Tierra, revalidando el modelo heliocéntrico y

dando fin a la hegemonía del dogma aristotélico. Este cambio de mirada constituyó una verdadera revolución científica.

Los aportes de Galileo serían fundamentales para la concepción de la nueva ciencia, siendo decisivos unos años más tarde para la comprensión y formulación de las leyes del movimiento por parte de Isaac Newton, como éste mismo lo expresará: “*si he conseguido ver más lejos es porque me he apoyado en hombros de gigantes*”. El trabajo de Galileo dejaría una huella enorme para la ciencia y consolidaría los esfuerzos de sus antecesores para dar una explicación matemático-experimental al problema del movimiento y sus causas.

2.3 ISAAC NEWTON: LOS PRINCIPIOS MATEMÁTICOS

En el año de 1686, Isaac Newton hace la publicación de su obra más importante e impactante titulada *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, (Principios Matemáticos de la Filosofía Natural). Esta sería la consolidación definitiva de la mecánica. En esta obra, Newton formuló y desarrolló una extraordinaria teoría acerca del movimiento, postulando las fuerzas que actúan sobre un cuerpo como agentes que producen el cambio de movimiento de dicho cuerpo. Esta descripción fue fundamentada en un estricto lenguaje matemático demostrativo. Su teoría se basó en los principios y definiciones fundamentales que reconocemos ahora como las tres leyes del movimiento. Con estos principios y su formulación de la célebre ley de Gravitación Universal, Newton daría cuenta en forma satisfactoria de una explicación de muchos movimientos, no sólo para los cuerpos sobre la superficie de la Tierra, sino también para los cuerpos celestes. La validez de las ideas newtonianas sería universal.

En los *Principia* estas leyes están precedidas por un riguroso desarrollo paso a paso, en términos de definiciones, leyes y proposiciones. Las siguientes corresponden al conjunto de definiciones iniciales del libro:

- “La cantidad de materia es la medida de la misma, surgida de su densidad y magnitud conjuntamente”. Newton así define la masa, estableciendo que es proporcional al peso.
- “*La cantidad de movimiento es la medida del mismo, surgida de la velocidad y la cantidad de materia conjuntamente*”.⁶ Newton demostró que el movimiento de un cuerpo debe caracterizarse por algo más que por su rapidez; la masa deber influir para precisar su cantidad de movimiento. En la mecánica se le distingue como *momentum* y se define como el producto entre la masa del cuerpo y su velocidad.

En sus definiciones Newton distingue tres tipos de fuerza definidas así:

- “La **fuerza ínsita** de la materia es un poder de resistencia a todos los cuerpos, en cuya virtud perseveran cuanto está en ellos mantenerse en su estado actual, ya sea de reposo o de movimiento uniforme en línea recta”.
- “La **fuerza impresa** es una acción ejercida sobre un cuerpo para cambiar su estado, bien sea de reposo o de movimiento uniforme en línea recta”.
- “La **Fuerza centrípeta** es aquella por la cual los cuerpos son arrastrados o impelidos, o tienden de cualquier modo hacia un punto como hacia un centro”.

Luego de dichas definiciones se introduce un comentario fundamental, reconocido de forma celebre como *escolio*. En este apartado explica las nociones básicas de tiempo, espacio y movimiento absoluto. Sin estas nociones para Newton no sería posible otorgarle una interpretación y significado a las leyes de movimiento.

⁶ NEWTON ISAAC, *Principios Matemáticos de la Filosofía Natural*. Ediciones Altaya. Edición de Escohotado, Antonio. Barcelona. 1993. P. 27-28.

3. ASPECTOS DISCIPLINARES

3.1 AXIOMAS O LEYES DEL MOVIMIENTO

3.1.1 Ley I

El enunciado de la primera ley dice: “Todos los cuerpos perseveran en su estado de reposo o de movimiento uniforme en línea recta, salvo que se vean forzados a cambiar ese estado por fuerzas impresas”.⁷

Según Aristóteles, sólo el estado de reposo es perdurable y para que un cuerpo se mueva es necesario aplicar constantemente una fuerza. Newton pensó en la fuerza como un agente de cambio del movimiento (o de la cantidad de movimiento), estableciendo una nueva equivalencia entre *reposo* y *movimiento uniforme*.⁸ Para alterar cualquiera de estos dos estados, es preciso imponer una fuerza, pero el reposo y el movimiento uniforme, persisten indefinidamente en ausencia de fuerzas o si la fuerza neta que actúa sobre el cuerpo es igual a cero. Comúnmente a este primer principio se le reconoce como **ley de inercia**.

Como se ha descrito con anterioridad el fundamento y antecedente de esta ley fue dado por Galileo (1632), para un plano horizontal, que en todo punto es

⁷ NEWTON ISAAC, *Principios Matemáticos de la Filosofía Natural*. Ediciones Altaya. Edición de Escohotado, Antonio. Barcelona. 1993. P. 27-28.

⁸ En todos los sistemas inerciales de referencia en movimiento uniforme con respecto al espacio absoluto, dirá Newton, las leyes se cumplirán del mismo modo si se toma el espacio absoluto y el tiempo absoluto como referencias.

paralelo a la superficie de la Tierra ⁹, mientras que, en la idea newtoniana el objeto, con movimiento persistirá en su estado de movimiento uniforme en línea recta, en cualquier sistema de referencia inercial, si la suma de fuerzas sobre él es igual a cero.

La fuerza neta cero corresponde, como se ha dicho, al movimiento uniforme y al reposo. En este último caso, nos encontramos en las situaciones de equilibrio que estudia la estática.

En general la aceleración que experimenta un cuerpo dependerá del marco de referencia establecido. Las leyes de Newton serán válidas solamente en cierta serie marcos de referencia para los cuales, la suma de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo es cero (fuerza neta), entonces ese cuerpo no tendría aceleración. Los marcos de referencia donde tiene validez la primera ley reciben el nombre de *marcos inerciales de referencia*. Si hay dos marcos inerciales, cada uno de estos se moverá a velocidad constante en relación con el otro.

Para determinar si un marco de referencia es o no un marco inercial, debe situarse un cuerpo de prueba en reposo dentro de un marco en donde pueda asegurarse que no exista ninguna fuerza neta actuando sobre él, si en estas condiciones no permanece en reposo, es posible determinar que no es un marco inercial, del mismo modo si se coloca el mismo cuerpo con velocidad constante; si su velocidad cambia en magnitud o en dirección, el marco no es un marco inercial.

3.1.2 Ley II

La segunda ley del movimiento de Newton nos brinda los fundamentos para relacionar los conceptos fuerza, masa y aceleración, bases para el estudio de la Dinámica.

⁹ Esta superficie es esférica, pero puede considerarse como un plano para superficies muy pequeñas en comparación con el tamaño de la Tierra.

El enunciado de la segunda ley dice: “El cambio de movimiento es proporcional a la fuerza motriz impresa, y se hace en la dirección de la línea recta en la que se imprime esa fuerza”.

La primera ley describe lo que le ocurre a un cuerpo cuando la resultante de todas las fuerzas externas que actúan sobre dicho objeto es cero, la segunda ley determina la relación existente cuando la fuerza neta que actúa sobre un cuerpo es diferente a cero y permite calcular la aceleración que experimentará dicho cuerpo en un sistema de referencia inercial. La forma original newtoniana relacionaba la fuerza con el cambio de la cantidad de movimiento lineal del cuerpo, si la fuerza es constante el cambio de la cantidad de movimiento será también constante. Galileo ya había demostrado que la fuerza constante de la gravedad, actuando sobre un cuerpo en caída libre, producía una aceleración constante, generando un cambio igual de velocidad en cada intervalo igual de tiempo.

El cambio en la cantidad de movimiento generado es siempre proporcional a la fuerza neta externa. La cantidad de movimiento de un objeto de masa m y velocidad v será igual al producto de la masa por la velocidad. La segunda ley puede expresarse como:

$$\text{fuerza} = \frac{\text{cambio en la cantidad de movimiento}}{\text{intervalo de tiempo}}$$

$$F = \frac{\Delta(mv)}{\Delta t} \quad (3-1)$$

Si un cuerpo está inicialmente en reposo, se moverá en la dirección de la fuerza aplicada, adquiriendo una cantidad de movimiento lineal. Esto es justo lo que ocurre cuando se empuja una caja sobre una superficie, se lanza un dardo o se le da un puntapié a un balón de fútbol. Estos eventos pueden ser relacionados con la siguiente la expresión (ver ecuación 3-2):

$$\Delta(\mathbf{mv}) = \mathbf{F}\Delta t \quad (3-2)$$

Por ejemplo, durante el intervalo de tiempo (Δt) en que el pie transmite el impulso ($F\Delta t$) sobre el balón, aplicándole fuerza, esta aumentará su cantidad de movimiento lineal, en la dirección de la fuerza neta externa aplicada por la persona. En el instante en donde el balón abandona el pie, ya no hay más interacción, por tanto no hay más aumento en su cantidad del movimiento.

Una fuerza aplicada sobre el cuerpo en movimiento, aumentará o disminuirá su cantidad de movimiento, dependiendo si actúa a favor o en contra de la dirección del movimiento.

Cuando la masa no varía durante el movimiento, y las velocidades son muy inferiores a la de la luz, se considerará la cantidad de masa del objeto en estudio, como constante. La fuerza neta puede relacionarse en proporción directa con la aceleración ($\frac{\Delta v}{\Delta t}$) como se indica a continuación en la ecuación 3-3:

$$\mathbf{F} = \mathbf{m} \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (3-3)$$

En esta expresión la masa \mathbf{m} de los cuerpos en estudio se entenderá ahora como una medida de la inercia que posee el cuerpo, es decir a la resistencia de ser acelerado.

La famosa ecuación: $\mathbf{F} = \mathbf{ma}$ reconocida y asociada a Newton, no aparece en forma directa en ningún lugar dentro de los *Principios*. Está reducida relación no fue formulada explícitamente por Newton. Apareció varias décadas después en la obra del matemático suizo Leonhard Euler.

La segunda ley de Newton es la piedra angular de la mecánica y es tal vez el principio más importante de toda la física. En un sistema inercial aproximado la formulación moderna de esta ley se puede expresar en los siguientes términos: “la fuerza neta F que actúa sobre un cuerpo es igual al producto de la masa \mathbf{m} del

cuerpo por la aceleración a que esta masa imprime a dicho cuerpo, si se observa el cuerpo desde un sistema inercial.”¹⁰

3.1.3 Ley III

La tercera ley del movimiento nos permite consolidar la comprensión del concepto de fuerza.

El enunciado de la tercera ley dice:

“Para toda acción hay siempre una reacción opuesta e igual. Las acciones recíprocas de dos cuerpos entre si son siempre iguales y dirigidas hacia partes contrarias.

Cualquier cosa que arrastre o comprima a otra es igualmente arrastrada o comprimida por esa otra. Si se aprieta una piedra con el dedo, el dedo es apretado también por la piedra. Si un caballo arrastra una piedra atada a una cuerda, el caballo (por así decirlo) será también arrastrado hacia atrás: la cuerda distendida, debido al esfuerzo mismo por relajarse, arrastrará al caballo hacia la piedra tanto como a la piedra hacia el caballo, estorbando el progreso de uno tanto como promueve el progreso del otro. Si un cuerpo tropieza con otro y, debido a su fuerza, cambia el movimiento de éste, él también (debido a la igualdad de la presión mutua) sufrirá un cambio igual en su propio movimiento hacia la parte contraria. Los cambios producidos por esas acciones no son iguales en las velocidades, pero si en los movimientos de los cuerpos, siempre que no se vean estorbados por ningún otro impedimento. Pues como los movimientos han cambiado

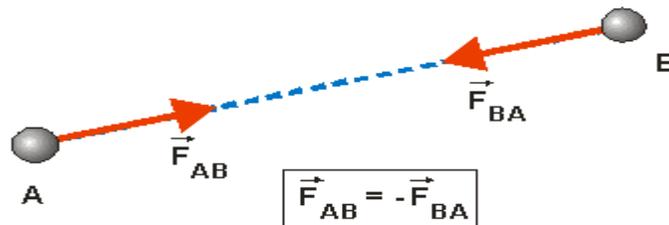
¹⁰ EISBERG, Robert M. Física. Fundamentos y aplicaciones. Mc Graw-Hill. Volumen I. 1981 p. 118.

igualmente, los cambios de las velocidades hechos hacia partes contrarias son inversamente proporcionales a los cuerpos.”¹¹

La tercera ley Newton difiere de las otras dos en un aspecto relevante, dado que la primera y segunda tratan del comportamiento de un cuerpo único específico, la tercera implica dos cuerpos distintos separados, en donde es posible interpretar que las fuerzas siempre se presentan en pares, o bien que no puede existir una fuerza aislada. Estas fuerzas siempre actúan sobre cuerpos diferentes.

Las fuerzas que actúan sobre un cuerpo resultan de otros cuerpos que conforman su entorno, por tanto toda fuerza es parte de la interacción mutua entre dos o más cuerpos. Experimentalmente se puede apreciar que cuando un cuerpo ejerce una fuerza sobre un segundo cuerpo, el segundo cuerpo siempre ejerce una fuerza sobre el primero, dicha fuerza es igual en magnitud pero opuesta en dirección, arbitrariamente se le denomina a una de las fuerzas de interacción mutua entre dos cuerpos fuerza de acción y a la otra se le denomina fuerza de reacción. Es muy común que existan dificultades en la interpretación de esta ley; hay que tener en cuenta que las fuerzas de acción y reacción siempre actúan sobre cuerpos diferentes.

Figura 3- 1: Representación vectorial de la tercera ley de Newton.



Fuente: RESNICK, Robert. Et al. [18]

¹¹ NEWTON ISAAC, *Principios Matemáticos de la Filosofía Natural*. Ediciones Altaya. Edición de Escohotado, Antonio. Barcelona. 1993 P. 42.

3.2 SISTEMA DE REFERENCIA INERCIAL

La primera ley de Newton no distingue entre un objeto en reposo y un objeto que se mueve con velocidad uniforme distinta de cero. El hecho de que un objeto esté en reposo o en movimiento con velocidad constante dependerá del sistema de referencia escogido por quien observa el objeto. La validez de la primera ley solo se dará, como se señaló anteriormente, para un sistema considerado como inercial. Se considerará como sistema inercial a todo aquel sistema en el cual, cuando la fuerza total sobre un objeto sea igual a cero, este objeto se moverá con una aceleración equivalente también a cero.

3.3 FUERZA Y MASA

Partiendo de la primera ley y el concepto de sistema de referencia inercial, se define la fuerza como una influencia externa o acción sobre un cuerpo que puede o no producir un cambio en su velocidad. Si la resultante de todas las fuerzas que actúan sobre el objeto es diferente de cero, esta fuerza neta producirá aceleración respecto al sistema de referencia inercial.

Las fuerzas corresponderán a las diferentes interacciones entre dos o más cuerpos. Cuando se evidencia un contacto físico se le denomina fuerza de contacto, (golpear un pelota, tirar de un hilo, empujar un auto), sin embargo hay interacciones que se dan sin el contacto directo entre los cuerpos, este tipo de interacción es conocida como fuerza de campo o acción a distancia. Ejemplos de este tipo son la fuerza gravitacional, la fuerza magnética y la fuerza eléctrica. Esta clasificación es empleada para la descripción de fenómenos macroscópicos.

Actualmente, es posible explicar todas las interacciones observadas en la naturaleza en términos de solo cuatro interacciones básicas que ocurren entre partículas fundamentales, estas fuerzas son: *la interacción gravitacional, interacción electromagnética, la fuerza nuclear débil y la fuerza nuclear fuerte.*

Las fuerzas que observamos a diario entre cuerpos macroscópicos son debidas a interacciones gravitacionales o electromagnéticas, las fuerzas de contacto (normal, tensión, fuerza elástica, fricción) son en esencia de origen electromagnético.

La fuerza es una cantidad vectorial con magnitud y dirección, por tanto cumplirá con las propiedades y operaciones definidas para dichas cantidades.

La **masa** corresponde a una propiedad intrínseca de los cuerpos, la cual es una medida cuantitativa de la inercia de un cuerpo, cuanto más masivo sea un cuerpo, más fuerza será necesaria para proporcionarle una cierta aceleración.

3.4 PESO

Al dejar caer un cuerpo cerca de la superficie terrestre, el objeto acelera en dirección hacia la Tierra. Despreciando la resistencia del aire, todos los cuerpos en caída libre poseen la misma aceleración.

El peso de un objeto es la magnitud de la fuerza ejercida por la Tierra sobre él. El peso es una fuerza proporcional a la masa del cuerpo cuya constante de proporcionalidad es la aceleración de la gravedad ***g***.¹² Experimentalmente se ha corroborado que cerca de la Tierra el valor de ***g*** presenta variación en razón inversa al cuadrado de la distancia al centro de nuestro planeta. De igual manera se manifiesta ligeramente una variación respecto a la latitud, debido principalmente a que la Tierra no es completamente esférica, por tanto el peso a diferencia de la masa no es una propiedad intrínseca del cuerpo.

¹² Esto es válido, en el sistema internacional de unidades (SI), en donde la magnitud del peso se expresa en Newtons **N**.

3.5 FUERZAS DE CONTACTO

Cuando un objeto es colocado sobre una superficie plana, como por ejemplo una mesa, se evidencia claramente que debe existir un tipo de fuerza que contrarreste la interacción gravitacional que actúa sobre el cuerpo, manteniéndolo en equilibrio traslacional, en este caso la mesa se comprime muy levemente debajo del objeto, y por su elasticidad, ejerce una fuerza en dirección vertical hacia arriba sobre el objeto. Esta fuerza actúa en forma perpendicular a la superficie común de contacto y se le denomina **fuerza normal (N)**; esta fuerza puede variar entre un rango amplio de valores, dependiendo del peso del cuerpo y de la inclinación de la superficie que lo soporta.

Otro tipo de fuerza de contacto es la ejercida mediante una cuerda, en la mayoría de los problemas propuestos en los textos de mecánica se consideraran cuerdas inextensibles, de tal forma que su deformación es totalmente despreciable, la magnitud de la fuerza que un trozo de una cuerda ejerce sobre otro adyacente se denomina **tensión (T)**.

3.6 FUERZA DE FRICCIÓN

Si se intenta deslizar un cuerpo sobre una superficie o sobre otro cuerpo se manifiesta una resistencia en oposición al movimiento, a este tipo de resistencia debida al contacto entre superficies se le denomina fuerza de fricción o rozamiento. La dirección de esta fuerza siempre es opuesta al movimiento relativo de las dos superficies y su magnitud dependerá de la naturaleza de las dos superficies deslizantes y la intensidad de la fuerza normal. La fuerza de fricción forma parte de nuestra vida cotidiana, nos permite caminar, mover un automóvil, mantener un tornillo o un clavo dentro de la madera, entre otros.

Cuando se intenta deslizar una caja sobre una superficie horizontal, aplicando una fuerza paralela a la superficie, esto no se logrará si no se aplica una fuerza mínima que contrarreste la fuerza de fricción. Al alcanzar dicha fuerza la caja

empieza a moverse y podemos mantenerla en movimiento aplicando menos fuerza que la que necesitamos inicialmente.

El tipo de fricción que actúa cuando se intenta mover un cuerpo sobre una superficie y no se logra, recibe el nombre de **fuerza de fricción estática** f_s , esta fuerza es ejercida por el piso sobre la caja, con magnitud igual a la componente horizontal de la fuerza que se esté aplicando sobre dicho objeto y en la dirección contraria y paralela a la superficie de contacto.

La fuerza de fricción estática puede variar desde cero hasta un valor máximo, dependiendo de la fuerza ejercida (Ver figura 3-2), conforme aumenta la fuerza aplicada sobre el objeto, el movimiento solo se logra hasta superar la fuerza máxima de fricción estática ($f_s \text{ max}$), los experimentos demuestran que $f_s \text{ max}$ es proporcional a la **fuerza normal** (N) ejercida por una superficie sobre otra.

$$f_s \text{ max} = \mu_s N \quad (3-4)$$

El coeficiente de fricción estático μ_s es la constante de proporcionalidad, este coeficiente depende de la naturaleza de las superficies en contacto y de su temperatura.¹³

Figura 3-2: Representación de la fuerza de fricción estática

¹³ SEARS, Francis W. Et ál. Física Universitaria. Pearson educación. México. Volumen I. 2004 p. 171-173.

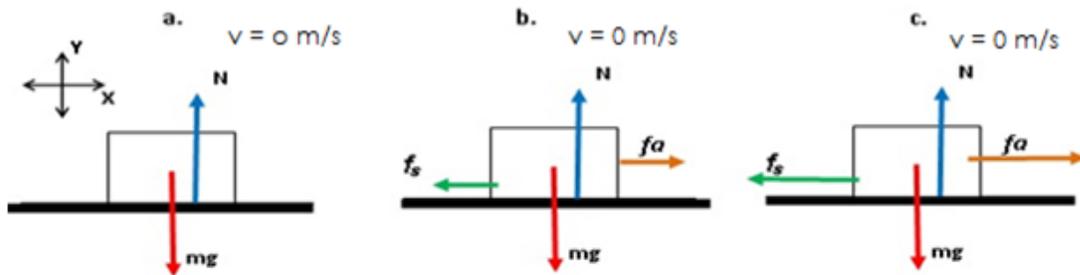


Figura 6. Fuerza de fricción estática

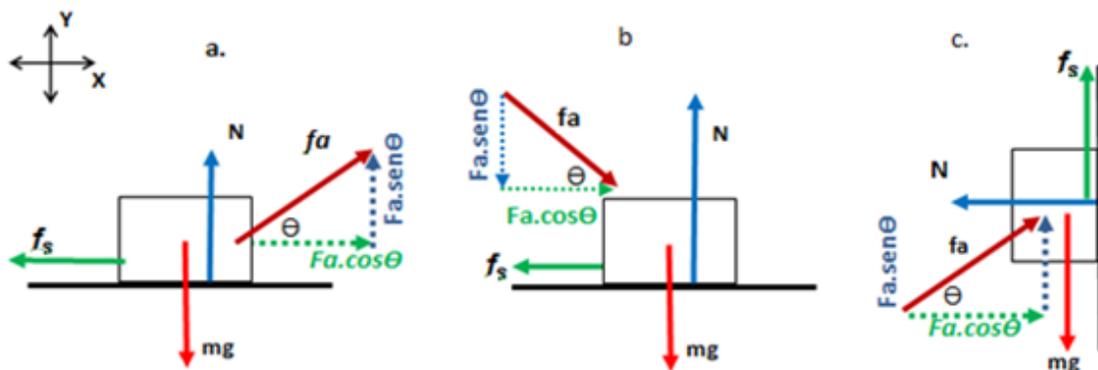
Cuando el cuerpo está sobre una superficie en reposo y no se aplica fuerza externa alguna, la fuerza de fricción estática es igual a cero $f_s = 0N$. Figura 6a.

Si no hay movimiento relativo de las superficies en contacto, la magnitud de la fuerza de fricción estática f_s es igual o menor que $\mu_s N$. Por tanto se cumple que $f_a = f_s$ Figura 6b y 6c.

Fuente: Elaboración propia

En el ejemplo anterior del bloque sobre la superficie plana, pueden presentarse diferentes situaciones dependiendo de la dirección de la fuerza aplicada. El objeto permanecerá en reposo, siempre que la suma vectorial de las fuerzas en sus componentes rectangulares sea igual a cero ($\Sigma f_x = 0$ y $\Sigma f_y = 0$), dando validez a la primera ley de Newton. En la imagen siguiente se ilustran tres casos en donde se describe el comportamiento de la fuerza de fricción estática (f_s) cuando cambia la dirección de la fuerza externa aplicada (f_a) sobre el bloque.

Figura 3-3: Fuerza de fricción estática.



Para el caso descrito en la figura 3-3c, la dirección que tome la fuerza de fricción estática f_s dependerá de la magnitud de la componente vertical de la fuerza aplicada f_a . Mediante el uso de las simulaciones interactivas es posible apreciar el cambio de dirección que describe el vector de la fuerza de fricción estática dependiendo de la magnitud de $f_a \cdot \text{sen} \theta$.

Fuente: Elaboración propia

En las situaciones en donde se aplica una fuerza y el cuerpo permanece en reposo, se cumple que la fuerza de fricción estática (f_s) es proporcional al valor de la fuerza normal. **La fuerza normal N**, debe corresponder a la resultante de las fuerzas existentes sobre el objeto en la componente perpendicular a la superficie de contacto. (Ecuación 3-5)

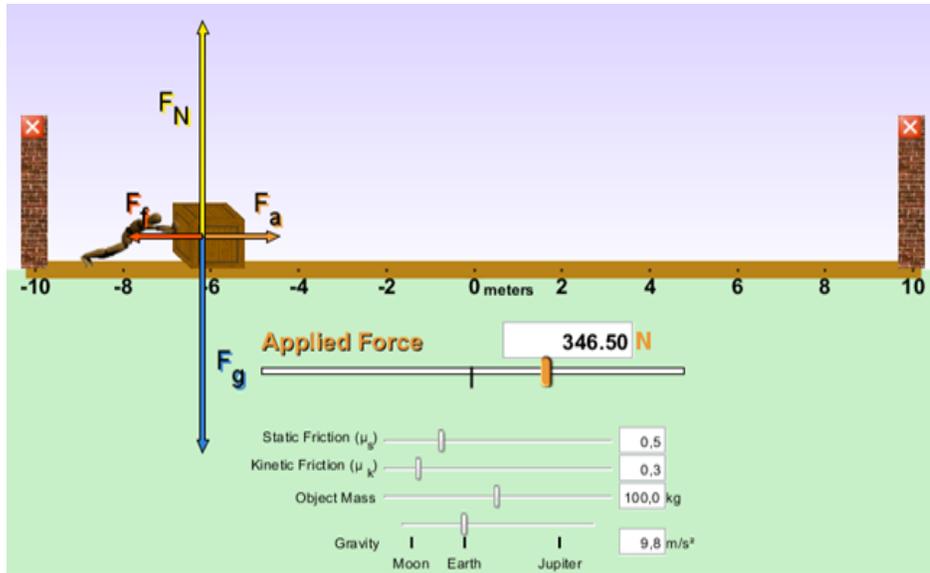
A continuación se describen las ecuaciones de equilibrio traslacional de las tres situaciones descritas en la figura 3-3.

Tabla 3-1: Ecuaciones de equilibrio traslacional para un bloque de masa m

$\sum F_Y$ $N + f_a \text{Sen}\theta - mg = 0$ <p>Luego:</p> $N = mg - f_a \text{Sen}\theta \quad (3-5)$ $\sum F_x$ $f_a \text{Cos}\theta - f_s = 0 \quad (3-6)$ <p>Por definición y sustituyendo</p> $f_s = \mu_s N$ <p>Se obtiene:</p> $f_s = \mu_s (mg - f_a \text{Sen}\theta)$	$\sum F_Y$ $N - f_a \text{Sen}\theta - mg = 0$ <p>Luego:</p> $N = mg + f_a \text{Sen}\theta$ $\sum F_x$ $f_a \text{Cos}\theta - f_s = 0$ <p>Por definición y sustituyendo</p> $f_s = \mu_s N$ <p>Se obtiene:</p> $f_s = \mu_s (mg + f_a \text{Sen}\theta)$	$\sum F_Y$ $f_s + f_a \text{Sen}\theta - mg = 0$ $\sum F_x$ $f_a \text{Cos}\theta - N = 0$ $N = f_a \text{Cos}\theta$ <p>Por definición y sustituyendo</p> $f_s = \mu_s N$ $f_s = \mu_s (f_a \text{cos}\theta)$
--	--	---

Mediante el uso de una simulación interactiva (figura 3-4), es posible apreciar el comportamiento de la fuerza de fricción estática, la fuerza normal, el peso y sus efectos cuando actúan sobre una caja, la simulación nos mostrará que la caja se mantendrá en reposo hasta que no aplique una fuerza equivalente o mayor a la máxima fuerza de fricción estática $f_s \text{ max}$.

Figura 3-4: Imagen de la interfaz del simulador fuerzas y movimiento



Fuente: Imagen del simulador desarrollado por la universidad de Colorado

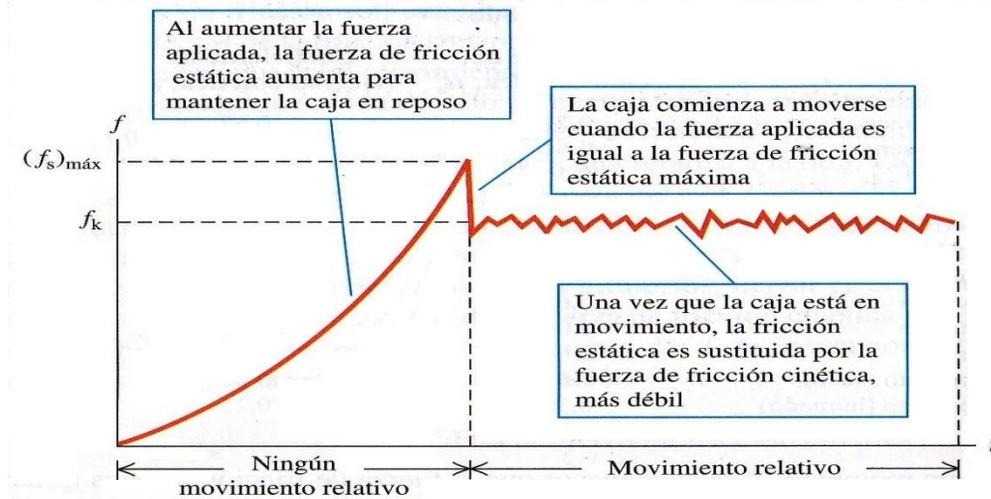
En el momento en que se hace una fuerza mayor que la fuerza de fricción estática máxima $f_s \max$, se logra deslizar la caja sobre el piso, disminuyendo la fricción, actuando ahora entre las superficies deslizantes en contacto y en dirección contraria la **fuerza de fricción cinética** f_k . La magnitud de dicha fuerza es proporcional a la fuerza normal ejercida por la superficie.

$$f_k = \mu_k N \quad (3-7)$$

El comportamiento de la fuerza de fricción estática y la fuerza de fricción cinética en el instante que se aplica una fuerza sobre un objeto en dirección paralela a la superficie se ilustra en forma aproximada en la en la figura 3-6.

Figura 3-6: Comportamiento de la fuerza de fricción estática y cinética





Fuente: Imagen tomada de SEARS, Francis W. Et ál P.174 [20]

El coeficiente de fricción cinético μ_k depende del material y la temperatura entre las superficies deslizantes. A diferencia del rozamiento estático, la fuerza de fricción cinética es independiente de la fuerza exterior aplicada; los experimentos demuestran que es prácticamente constante para un amplio rango de velocidades. Para cualquier superficie de contacto se cumple que $\mu_s > \mu_k$, reafirmando que debemos aplicar siempre una mayor fuerza para lograr deslizar e iniciar el movimiento de un cuerpo que para mantenerlo con velocidad constante.¹⁴

Otro tipo de rozamiento es la fuerza de fricción por rodadura, se presenta para cuando una rueda ideal rígida, rueda sin deslizarse a velocidad constante sobre una superficie horizontal ideal rígida. En situaciones reales como los neumáticos y la carretera, se presentan deformaciones, produciendo un gasto en ambas superficies. En este caso, la carretera ejerce una fuerza de rozamiento por rodadura f_r que se opone al movimiento. Para lograr que la rueda, se mantenga rodando con velocidad constante, hay que ejercer una fuerza igual en magnitud y

¹⁴ TIPLER, Paul A, Física para la ciencia y la tecnología. Editorial Reverté S.A. Volumen I. 2010. P.128.

en sentido contrario al rozamiento por rodadura ejercida por el asfalto. Los coeficientes de fricción por rodadura son inferiores a los coeficientes de fricción cinéticos.

4. DIDÁCTICA

La didáctica pretende describir, explicar y generar alternativas para orientar las prácticas de enseñanza. En este proceso se busca comprender y transformar las condiciones del aula, mediante el conocimiento de lo que allí sucede y de las relaciones curriculares.

La investigación en didáctica ha sido orientada desde diferentes ejes como lo son:

- Las concepciones de los estudiantes.
- Los obstáculos para el aprendizaje.
- El contexto educativo.
- La dimensión social del aprendizaje.
- La importancia de la lengua en la educación.
- Los procesos de modelización tanto de la enseñanza como del aprendizaje.

Entre los estudios e investigaciones desarrolladas en didáctica, es posible nombrar:

- Los proyectos de enseñanza de las ciencias basados en la enseñanza por descubrimiento autónomo y la metodología de los procesos, los cuales marcaron la tendencia en la década del 70.
- A comienzos de los años 80 la didáctica de las ciencias recibió nuevas influencias provenientes del campo de la epistemología y de la psicología del aprendizaje.

- Entre los años 80 y 90 surgieron diferentes propuestas de corte constructivista, como el estudio de los errores conceptuales de los estudiantes, el cambio conceptual, el aprendizaje significativo, el trabajo experimental y la resolución de problemas. Con muchos puntos en común a estas propuestas mencionadas se desarrollan actualmente el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) y el enfoque de la Educación Ambiental.¹⁵

En la última década se ha desarrollado un consenso en torno a la necesidad de la “alfabetización científica” de las personas y la obligación de los estados de proporcionar a todos las oportunidades necesarias para adquirirla, abordando los problemas de estudio desde una perspectiva multidisciplinaria en la que se integran aspectos humanos, sociales, culturales y tecnológicos.

4.1 RESEÑA DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES EN MECÁNICA

La enseñanza de la física ha estado caracterizada por el estudio y análisis de las siguientes tendencias:

- Las prácticas de laboratorio como base del “aprendizaje por descubrimiento”.
- La transmisión-recepción de conocimientos como garantía de un aprendizaje significativo.
- La utilización de las computadoras en la enseñanza.
- Las propuestas constructivistas como eje de transformación de la enseñanza de las ciencias.

¹⁵ TAMAYO ALZATE, Oscar. Didáctica de las ciencias: La evolución conceptual en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Editorial Universidad de Caldas. 2009.

Referente al campo específico de la mecánica se han desarrollado diferentes investigaciones; se pueden mencionar:

- Osborne y Freyberg (1991) refieren los resultados de varias de sus investigaciones en niños de 9 a 15 años acerca del concepto de *fuerza*, afirmando que al pedirles indicar las fuerzas que actúan sobre una bicicleta sin frenos, que se mueve sin pedalear y reduciendo su velocidad, expresan que existe una fuerza en la dirección del movimiento que la mantiene en marcha. Igualmente, al pedirles lo mismo en relación a una pelota de golf lanzada al aire, más del 50% de los entrevistados señaló que había una fuerza dentro de ella que actuaba en la dirección del movimiento, la que se iba “gastando”. De acuerdo a los mismos autores, los niños piensan que la gravedad aumenta con la altura sobre la superficie terrestre: ellos creen que los objetos que caen desde más altura causan más daño que aquellos que lo hacen desde menos altura. Sus explicaciones están basadas en la idea de que deben caer más rápido porque hay más gravedad actuando.
- Clement (1982). Realizó una investigación con estudiantes universitarios de ingeniería, que finalizaban el primer curso de mecánica, a quienes les mostró una moneda lanzada al aire verticalmente y les pidió que dibujaran las fuerzas que actúan sobre la misma en el punto más alto. El 72% de los estudiantes contestó incorrectamente. Una respuesta repetida muchas veces fue la que incluía dos fuerzas: una hacia arriba –la de la mano–, y otra hacia abajo, la del peso, acompañadas por razonamientos como: “mientras la moneda sube, la fuerza de la mano la impulsa y es mayor que la del peso”, “en el punto más alto la fuerza de la gravedad y la de la mano se anulan”.
- Laurence Viennot (1979). Una de las primeras en estudiar las concepciones previas de los niños, ella describe que el centro del esquema conceptual de los estudiantes es que “*no es posible un movimiento sin una fuerza en su misma dirección que lo produzca*”. Cuando se les pregunta

“¿qué fuerzas están actuando sobre este cuerpo?”, suelen responder señalando fuerzas que estuvieron actuando antes, por ejemplo “la mano que impulsó a la pelota”, o “el taco de billar que empujó la bola”. Una de las características de esta fuerza mencionada por ellos es su falta de localización espacio-temporal. La idea de que la fuerza está en el objeto y actúa en la dirección en que éste se mueve era sostenida por Buridan en su teoría del *ímpetus* en el siglo XIV. Este punto de vista es muy frecuente entre los alumnos, lo cual hace suponer que sus concepciones no han sido muy influidas por la enseñanza de la física.¹⁶

4.2 SECUENCIA DIDÁCTICA

La secuencia didáctica se reconoce como una estructura o configuración de acciones e interacciones relacionadas entre sí. En una secuencia didáctica se realiza la organización de diversas actividades o acciones direccionadas para la enseñanza de un concepto o eje temático de alguna disciplina en particular. Aunque todo tipo de práctica de enseñanza demanda una planificación previa, idear y organizar las actividades de una secuencia didáctica requerirá ir más allá de la planificación regular de los contenidos e indicadores.

En el diseño de una secuencia didáctica deben ser claros los propósitos y sus diferentes etapas o fases de desarrollo; en general, en una secuencia didáctica es posible reconocer tres fases: el inicio, el desarrollo y el cierre. La organización está dispuesta de manera que se ejecutan las actividades propuestas en forma progresiva, de acuerdo a la manera en la que los estudiantes avanzan en su proceso de aprendizaje. Es necesario reconocer que la secuencia didáctica no

¹⁶ SERCE–OREALC–UNESCO. Aportes para la enseñanza de las ciencias naturales. Santiago, CHILE.2009. P. 32-35

posee un carácter rígido, debe ser por el contrario flexible y adaptarse a una realidad y contexto concreto. La verificación del proceso de ejecución y desarrollo de la secuencia debe evaluarse permanentemente puesto que ésta debe favorecer el aprendizaje y la comprensión de los estudiantes en su proceso de construcción de conocimiento.¹⁷

¹⁷ PÉREZ ABRIL, Mauricio. Un marco para pensar configuraciones didácticas en el campo del lenguaje, en la educación básica. La producción de la crónica para participar de las prácticas discursivas del periodismo Escrito: un ejemplo de Secuencia Didáctica (SD) para el trabajo en el Aula.

5. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

La propuesta contempla el diseño y ejecución de un conjunto de secuencias didácticas como estrategia que permita mejorar el nivel de interpretación y comprensión de las leyes del movimiento de Newton en los estudiantes del grado décimo de la jornada de la mañana del Instituto Técnico Industrial Piloto sede A.

5.1 CARACTERIZACIÓN DE LA INSTITUCIÓN

El Instituto Técnico Industrial Piloto es una institución de carácter público, ubicada en el sur occidente de la capital, en la localidad de Tunjuelito, cuenta con los niveles de preescolar, básica primaria, básica secundaria y media vocacional.

La institución brinda formación técnica en las siguientes especialidades: fundición y metalurgia; ebanistería y modelaría; dibujo técnico; electricidad y electrónica; sistemas; metalistería; mecánica automotriz y mecánica industrial. En la parte académica cuenta con las áreas fundamentales y obligatorias definidas en la ley general de educación, sus estudiantes obtienen el título de bachiller técnico.

Debido al carácter técnico del colegio, el área académica tiene una distribución e intensidad horaria semanal especial, razón por la cual los estudiantes de los grados décimo y undécimo cuentan solo con dos horas semanales para la asignatura de física.

La población estudiantil en su mayoría son jóvenes pertenecientes a los estratos 1, 2 y 3, siendo en un alto porcentaje procedentes de los barrios de la localidad.

Las edades de los estudiantes que cursan el grado décimo en la institución oscilan entre los 15 y 16 años de edad.

Tabla 5-1: Características generales de la institución

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Ubicación	Carrera 35 No 51 B 88 Sur, Bogotá D.C. Colombia.
P.E.I	Formación humana y técnica industrial sostenible. La educación técnica y académica debe garantizar la formación de los y las estudiantes en las diferentes dimensiones del proceso de formación cognitiva científica, técnica, tecnológica, ética, estética y comunicativa requeridas para su óptimo desempeño.
Misión	Somos una institución educativa distrital de formación humana y técnica industrial sostenible que busca potencializar las dimensiones sociales y empresariales que permita a sus estudiantes participar en el desarrollo social y económico de su entorno local, nacional y global.
Visión	La I. E. D. Instituto Técnico Industrial Piloto en 10 años será reconocida en el entorno local, distrital y nacional como una Institución Educativa de alta calidad, líder en la formación de personas con cultura empresarial, industrial y profesional al servicio de la sociedad, con un proyecto de vida claro, que haga uso de tecnologías propias de acuerdo a las necesidades del mundo actual.
Población	Mixto
Jornada	Mañana, Tarde y Noche.
Niveles	Primaria, Básica y Media.

La institución en su planta física cuenta con un laboratorio para ciencias naturales, aula de informática, biblioteca y sala de audiovisuales.

La jornada de la mañana cuenta con un total de 30 cursos, con un promedio de 37 estudiantes cada uno.

5.2 DESARROLLO DE LAS SECUENCIAS DIDÁCTICAS

El conjunto de secuencias que se proponen pretenderá involucrar a los estudiantes de una forma participativa, reflexiva y crítica en su proceso de aprendizaje de la física, en especial en el campo de las leyes del movimiento. Sin duda para conseguir dicho propósito, el papel del docente juega un lugar

protagónico, no como un agente con conocimiento superior, sino como un facilitador de los recursos y el conocimiento que pueda brindarle a sus educandos, en un ambiente constructivo. Este rol demandará para el docente una continua planificación de las actividades, acciones y prácticas que pretenderá emplear para promover en los estudiantes un aprendizaje dinámico y enriquecedor.

La propuesta del diseño y configuración de secuencias didácticas para la enseñanza de las leyes de Newton es el producto de una reflexión, búsqueda y planeación de diferentes actividades y estrategias para su enseñanza en el aula. En este proceso se organizaron y se adaptaron diferentes actividades, muchas de estas reconocidas y referenciadas en textos de física especializados y otras en internet, en donde actualmente pueden conseguirse diferentes oportunidades para complementar las clases en el aula.

Entre las estrategias utilizadas para la enseñanza de las leyes se empleará: la exploración de ideas previas, el desarrollo histórico, la realización de experimentos sencillos y el uso de tics como el video y las simulaciones interactivas para presentar y analizar diferentes situaciones problemáticas relacionadas con los principios newtonianos.

La propuesta contempla trece secuencias didácticas cuya metodología para su aplicación en el aula está enmarcada en algunos lineamientos descritos dentro de la estrategia del aprendizaje activo: para este caso se emplearán los siguientes pasos: predicción, actividad, observación, discusión y síntesis.¹⁸

Inicialmente el docente propone una situación problema para el grupo; esta situación debe lograr captar la atención e interés de los estudiantes, los cuales a continuación realizarán los siguientes pasos durante la clase:

¹⁸ MONROY R. Freddy Alberto. Apuntes de la asignatura: Taller de aula experimental. Bogotá. Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Colombia. 2010.

- El estudiante analiza la situación problema en forma individual, realiza una **predicción** y posteriormente la comparte, compara, discute y reflexiona con sus compañeros para elaborar una predicción grupal.
- Durante el desarrollo de la **actividad** (puede ser desarrollada por el propio estudiante o el docente) el estudiante observa y registra los resultados, permitiéndole contrastar y confrontar con sus predicciones iniciales. Este proceso propiciará la **discusión** y búsqueda de argumentos para la explicación e interpretación del problema y los principios físicos involucrados.
- Durante toda la secuencia el docente acompaña y propicia la discusión mediante preguntas y situaciones alternas al problema inicial. La **síntesis** se construye en forma participativa con los aportes de los estudiantes y con la retroalimentación desarrollada durante el proceso.

5.2.1 Secuencia didáctica No 1: ¿Qué es Fuerza?

TODOS LA RECONOCEMOS Y OBSERVAMOS ALGUNOS DE SUS EFECTOS PERO... ¿QUE ES FUERZA?

CONCEPTUALIZACIÓN:

¿Qué es fuerza? ¿Cómo se mide? ¿Cómo se representa?

ESTÁNDAR: Relaciono el estado de reposo o movimiento de un objeto con las fuerzas aplicadas sobre éste.¹⁹

EJES TEMÁTICOS: Fuerza, masa y peso.

OBJETIVO: Desarrollar habilidades y competencias que permitan al estudiante reconocer e interpretar el concepto de fuerza.

LOGROS ESPERADOS: Desarrollar en el estudiante herramientas conceptuales para interpretar y reconocer el concepto de fuerza.

El estudiante debe diferenciar la fuerza como un par de interacción entre objetos y su consecuencia.

TIEMPO: Dos horas clase.

RECURSOS: Computador portátil, video beam, guía metodológica, presentación en PowerPoint y video: “el hombre más fuerte del mundo”.

DESCRIPCIÓN DE LA SECUENCIA: La primera sesión está organizada para discutir y analizar con los estudiantes el concepto fuerza. Se inicia a partir de las ideas previas de los estudiantes y posteriormente se presentarán dos situaciones problemáticas para el análisis y discusión en el aula.

GUÍA DE TRABAJO: Anexo A

PROCEDIMIENTO: La actividad se subdivide en cuatro fases:

- a) Fase 1: Preguntas Orientadoras: (preconcepciones e ideas previas)
- b) Fase 2: Situación problemática 1: Empujando un bus.
- c) Fase 3: Situación problemática 2: el hombre más fuerte del mundo.

¹⁹ Los estándares descritos en el conjunto de secuencias didácticas se han tomado directamente de: Ministerio de Educación Nacional. Lineamientos Curriculares para el área de ciencias naturales y educación ambiental. Bogotá. Serie lineamientos curriculares. Bogotá, 1998.

d) Fase 4: Socialización, conclusiones, evaluación de la actividad y cierre de la secuencia.

A continuación se describe las fases para el desarrollo de la secuencia. La primera columna describe las actividades que realiza el estudiante y la segunda columna indica el proceso que debe realizar el docente.

FASE 1: Preconceptos e ideas Previas	Orientación del docente
<p>1. Preguntas orientadoras</p> <p>a. ¿Qué entiendes por fuerza?</p> <p>b. ¿Qué fuerzas reconoces o distingues en el entorno? ¿Qué efecto producen?</p> <p>c. Dibuja situaciones o fenómenos en donde se manifieste la acción de una fuerza.</p> <p>d. ¿Hay diferencia entre Masa y Peso? Explica.</p>	<p>Tiempo: 20 minutos.</p> <p>Presentar los objetivos y la descripción general de la actividad.</p> <p>Presentar las preguntas orientadoras.</p> <p>Observar la disposición y participación del estudiante durante la discusión.</p> <p>Registrar en el tablero los preconceptos e ideas previas mediante un mapa o cuadro de conceptos.</p>
FASE 2: Situación problemática 1	Orientación del docente
<p>2. Empujando un bus:</p> <p>Figura 5-1: Personas empujando un bus.</p>  <p>Fuente: google imágenes</p> <p>Un grupo de personas aplican fuerza para mover un auto bus que se encuentra averiado en una calle plana y recta, como se observa en la imagen, en un caso hipotético en donde las personas, hacen lo mismo pero desde el interior del bus, empujando la parte frontal, ¿Lograrían hacer mover el bus?</p> <p>Analizar y responder en el cuaderno.</p> <p>Elaborar el dibujo de la situación hipotética descrita.</p> <p>Conformar los grupos de trabajo, comparar y contrastar las ideas los compañeros.</p>	<p>Tiempo: 25 minutos.</p> <p>Proyectar con el video beam la situación: Empujando un bus.</p> <p>Solicitar a los estudiantes responder en forma individual en su cuaderno.</p> <p>Solicitar la conformación de equipos de tres estudiantes para confrontar y compartir ideas.</p> <p>Entregar la guía de trabajo para ser desarrollada por cada equipo de estudiantes.</p> <p>Solicitar a cada equipo modificaciones o variaciones de la situación hipotética y realizar preguntas con el fin de alimentar la discusión.</p> <p>Indagar por expectativas e interés del estudiante por el tema.</p> <p>Acompañar a los grupos para debatir sus aportes, solicitar sus razones y argumentos.</p> <p>Elaborar la síntesis y puesta en común los aportes e ideas de cada equipo de trabajo. Iniciar la fase 2.</p>

<p>FASE 3: Situación problemática 2</p>	<p>Orientación del docente</p>
<p>2. El hombre más fuerte del mundo. Existe un concurso especial para escoger a la persona más fuerte del mundo, durante la competencia se realizan diversas pruebas. Una de estas consiste en levantar un auto, como se ilustra en la siguiente imagen al competidor Mariusz Pudzianowski.</p> <p>Figura 5-2: Levantando un automóvil.</p>  <p>Fuente: http://youtu.be/tls-Jli6eQE</p>	<p>Tiempo: 25 minutos. Iniciar con la presentación de la situación problemática “el hombre más fuerte del mundo” haciendo uso del video beam.</p> <p>Presentar del video del hombre más fuerte del mundo.</p> <p>Figura 5-3: Video del hombre más fuerte</p>  <p>Fuente: http://youtu.be/djZAJ43o PE</p>
<p>Figura 5-4: Hombre levantándose a sí mismo.</p>  <p>Fuente: Elaboración propia</p> <p>En otra prueba se le brinda al concursante un chaleco; el cual tiene especialmente adaptada una cuerda a la espalda de éste; la cuerda no se romperá por ninguna circunstancia. El competidor debe colocarse la prenda e intentar levantarse a sí mismo, aplicando su fuerza únicamente en la cuerda, sin apoyarse en nada mas a su alrededor. Figura 5-3.</p> <p>¿Podría levantarse a sí mismo del piso?</p> <p>Un estudiante de grado décimo argumentaba que si era posible, puesto que si es capaz de levantar un objeto tan pesado como un auto, le quedaría muchísimo más fácil levantar su propio peso ¿Estás de acuerdo?</p>	<p>Indicar inicialmente a los estudiantes el análisis en forma individual, respondiendo en su cuaderno. Observar la disposición del grupo y controlar el tiempo de la actividad inicial.</p> <p>Solicitar la conformación de equipos de tres estudiantes para compartir y discutir sus apreciaciones individuales a la situación presentada.</p> <p>Acompañar el proceso de discusión en los diferentes grupos.</p> <p>Solicitar a los grupos de trabajo la puesta en común de la discusión realizada y contrastar con la situación problemática inicial.</p> <p>Registrar y organizar los aportes de los grupos de los grupos en el tablero.</p> <p>Orientar los aportes e ideas de los estudiantes para la elaboración de la síntesis de la actividad</p>
<p>FASE 4: Socialización y cierre</p>	<p>Orientación del docente</p>
<p>Diligenciar la guía de trabajo y entregar al docente. Registrar en el cuaderno los aportes significativos y las conclusiones generales de la secuencia. Fin de la secuencia.</p>	<p>Tiempo: 15 minutos. Elaborar la síntesis general y las conclusiones sobre el concepto fuerza y sus unidades de medida involucrando los aportes e ideas del grupo. Realizar la autoevaluación de la actividad Fin de la secuencia.</p>

5.2.2 Secuencia didáctica No 2: Utilizando el dinamómetro

CONCEPTUALIZACIÓN: ¿Cómo se miden las fuerzas? ¿Cómo se mide la masa? ¿Cómo se representa la fuerza? ¿Cómo calcular el peso de un cuerpo?

ESTÁNDAR: Realizo mediciones con instrumentos adecuados a las características y magnitudes de los objetos de estudio y las expreso en las unidades correspondientes.

Comparo masa, peso, cantidad de sustancia y densidad de diferentes materiales.

EJES TEMÁTICOS: Fuerza gravitacional, fuerza neta, masa, peso, dinamómetro.

OBJETIVO: Desarrollar habilidades y competencias que permitan a los estudiantes reconocer e interpretar el concepto de fuerza, su medida y representación gráfica vectorial.

LOGROS ESPERADOS: El estudiante debe diferenciar las escalas de medida de diferentes dinamómetros y su correcta utilización.

Interpretar el concepto de masa, peso y fuerza a distancia.

Emplear vectores para representar las fuerzas que actúan sobre un cuerpo

RECURSOS: Dinamómetros didácticos, diferentes masas, plastilina, bloques de madera, soporte universal, balanza, guía metodológica.

TIEMPO: 2 Horas clase.

GUÍA DE TRABAJO: Anexo B

DESCRIPCIÓN DE LA SECUENCIA:

El trabajo comprende inicialmente el uso del dinamómetro y la balanza para estimar el peso y masa de diferentes objetos, posteriormente se empleará el dinamómetro para medir el valor de una fuerza aplicada en una situación particular.²⁰

²⁰ Las actividades propuestas para el diseño de la secuencia didáctica No 2: Utilizando el dinamómetro, corresponden a la adaptación de diferentes situaciones y problemas descritos en textos de física referenciados en la bibliografía adjunta.

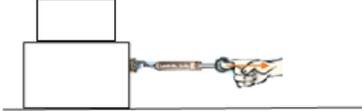
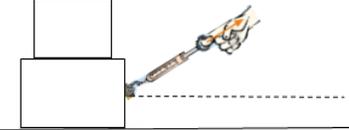
PROCEDIMIENTO: La secuencia está organizada para ejecutarse en las siguientes fases:

Fase 1: Reconocimiento del dinamómetro.

Fase 2: Midiendo fuerza.

Fase 3: Socialización y Cierre.

FASE 1: Reconocimiento de dinamómetro	Orientación del docente
<p>Reconocer, diferenciar y dibujar la escala de medida de cada uno de los dinamómetros suministrados.</p> <p>Realizar la calibración de los instrumentos. Elaborar esferas de plastilina de diferentes tamaños.</p> <p>Determinar la masa y el peso de las esferas de plastilina.</p> <p>Registrar los valores y observaciones en la guía de trabajo.</p> <p>Discutir y analizar los resultados obtenidos. Resolver los problemas propuestos en la guía de trabajo.</p> <p>Elaborar una síntesis general del trabajo realizado.</p>	<p>Tiempo 40 minutos</p> <p>Presentar los objetivos y la descripción general de la actividad.</p> <p>Solicitar la conformación de equipos de trabajo y asignar el material para el desarrollo de la práctica.</p> <p>Explicar y describir las características del dinamómetro y la balanza.</p> <p>Solicitar al grupo la elaboración de esferas con la plastilina de diferentes tamaños.</p> <p>Acompañar el proceso de medición.</p> <p>Socializar los resultados, alimentar la discusión y contrastar la solución de los problemas propuestos.</p>
FASE 2: Midiendo Fuerza	Orientación del docente
<p>El trabajo se realiza en grupos de cuatro estudiantes.</p> <p>Leer e interpretar la guía de trabajo.</p> <p>Analizar y responder la pregunta orientadora.</p> <p>1. Registrar la máxima fuerza que se puede aplicar antes que se produzca el desplazamiento del bloque para cada una de las situaciones descritas en la figura 5-4.</p> <p>2. Registrar el valor de la fuerza que produce un desplazamiento uniforme en cada una de las situaciones descritas en la figura 5-4.</p>	<p>Tiempo 40 minutos</p> <p>Explicar y describir la actividad de medición de fuerza.</p> <p>Pregunta orientadora, ver figura 5-4a</p> <p>¿Cuánta fuerza debe aplicarse a un bloque de madera para lograr que se mueva?</p> <p>Discutir y registrar los aportes de los grupos, para orientar y consolidar conceptos.</p>

FASE 3: Midiendo Fuerza	Orientación del docente
<p>Disponer los bloques como se indica en cada imagen y registrar la medida que indica el dinamómetro.</p> <p>Figura 5-4: Fuerza aplicada a un bloque de madera.</p> <p>a)</p>  <p>b)</p>  <p>c)</p>  <p>d)</p>  <p>Fuente: Elaboración propia Registrar las diferentes observaciones en el cuaderno de trabajo.</p>	<p>Iniciar la medición y acompañar el proceso.</p> <p>Solicitar a los estudiantes realizar la experiencia con bloques de madera en diferentes superficies.</p> <p>Solicitar el registro de las observaciones durante el desarrollo de la actividad.</p> <p>Acompañar el desarrollo de la actividad y solicitar a los estudiantes la elaboración del dibujo con la representación de las fuerzas que actúan sobre el bloque en las cuatro situaciones descritas en la guía.</p> <p>Verificar el uso y aplicación correcta de la representación vectorial de las fuerzas en los dibujos de los estudiantes.</p> <p>Registrar en el tablero los aportes e inquietudes de los estudiantes sobre el proceso de medición efectuado.</p> <p>Indagar por las dificultades e inconvenientes durante el proceso.</p> <p>Registrar en la planilla de seguimiento, durante el desarrollo de la secuencia a los grupos o estudiantes destacados por su disposición, inquietudes, procedimiento, participación etc.,</p>
FASE 4: Socialización y cierre	Orientación del docente
<p>Consolidar la información y registrarla en la guía de trabajo.</p> <p>Registrar en el cuaderno las conclusiones y recomendaciones generales.</p> <p>Proyecto: Como complemento al proceso cada grupo debe diseñar y construir un dinamómetro. Fin de la secuencia.</p>	<p>Elaborar una síntesis y conclusión general de la actividad.</p> <p>Realizar una exposición formal del procedimiento para elaborar diagramas de cuerpo libre en el análisis de fuerzas.</p> <p>Solicitar la entrega de las guía de trabajo. Asignar las actividades complementarias para el refuerzo conceptual.²¹ Fin de la secuencia.</p>

²¹ Como complemento se propone a los estudiantes la revisión y el análisis de material de video denominado: **mass vs weight** propuesto por el centro de recursos educativos de la NASA (*Stennis Educator Resource Center*) disponible en línea o descarga en el enlace: <http://education.ssc.nasa.gov/massvsweight.asp>. El video esta en ingles y subtulado en el mismo idioma.

5.2.3 Secuencia didáctica No 3: Jugando con una báscula

CONCEPTUALIZACIÓN: ¿Qué es un diagrama de cuerpo libre?

¿Cómo se representan las fuerzas?

ESTÁNDAR: Relaciono el estado de reposo o movimiento de un objeto con las fuerzas aplicadas sobre éste.

EJES TEMÁTICOS: Fuerza neta, diagrama de cuerpo libre, operación entre vectores.

OBJETIVO: Reconocer e interpretar las fuerzas que actúan sobre un cuerpo mediante la representación vectorial en un diagrama de cuerpo libre.

LOGROS ESPERADOS: Diferenciar los conceptos de masa, peso.

Identificar las fuerzas y sus efectos cuando actúan sobre un cuerpo.

Representar vectorialmente las fuerzas que actúan sobre un cuerpo a través de los D.C.L

RECURSOS: PC, Video Beam, báscula, guía de trabajo.

TIEMPO: 2 horas clase.

GUÍA DE TRABAJO: Anexo C.

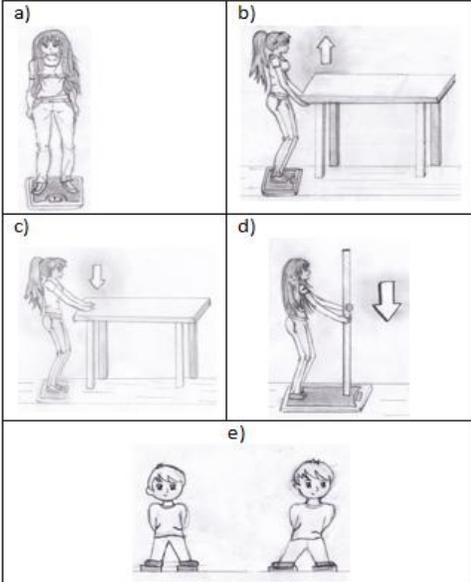
DESCRIPCIÓN DE LA SECUENCIA:

El trabajo comprende el análisis y descripción de un conjunto de situaciones que involucran el uso de una báscula, con el objeto de diferenciar los conceptos de masa, peso e interpretar como se representan vectorialmente las fuerzas que actúan sobre un cuerpo.²²

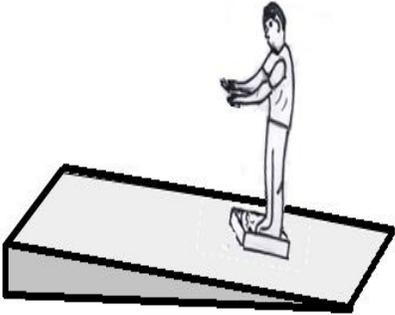
Para la ejecución de la secuencia se empleará la estrategia del aprendizaje activo, en donde inicialmente se hace una predicción individual, posteriormente una análisis y predicción grupal y finalmente el desarrollo de la actividad experimental para contrastar los resultados obtenidos con las predicciones inicialmente planteadas.

²² Esta secuencia didáctica recoge las orientaciones del trabajo del profesor: GUIDONI Paolo, según la exposición del profesor: HERNÁNDEZ, Carlos Augusto. Bogotá. Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Colombia. 2011.

PROCEDIMIENTO: Para esta secuencia se proponen cinco situaciones utilizando una báscula, las cuales se que se muestran en la figura 5-5.

FASE 1: Predicción individual	Orientación del docente
<p>Responder la pregunta orientadora. Predecir el valor que registra la báscula en cada una de las situaciones descritas. Figura 5-5: Jugando con una báscula²³</p>  <p>Fuente: Elaboración propia</p>	<p>Tiempo: 15 minutos Presentar los objetivos y la descripción general de la actividad.</p> <p>Presentar la pregunta orientadora: ¿Que mide la báscula, el peso o la masa?</p> <p>Figura 5-6: Persona sobre una bascula</p>  <p>Fuente: http://www.dietayrutinafitness.com.ar/wp-content/uploads/2010/07/balanza.jpg</p> <p>Entregar la guía de predicción individual.</p> <p>Solicitar a los estudiantes la identificación de las fuerzas que actúan en cada situación.</p>
FASE 2: Predicción grupal	Orientación del docente
<p>Conformar los grupos de trabajo para elaborar en equipo la hoja de predicción grupal.</p> <p>Elegir un moderador para el grupo de trabajo.</p> <p>Identificar y explicar las fuerzas que actúan en cada situación.</p> <p>Entregar la hoja de predicción grupal.</p>	<p>Tiempo: 20 minutos Indicar al grupo la conformación de grupos de 4 estudiantes para analizar y realizar la predicción de las situaciones descritas en la hoja de trabajo.</p> <p>Acompañar el proceso en los diferentes grupos de trabajo.</p> <p>Socializar las predicciones grupales, alimentar la discusión con los diferentes aportes de los estudiantes.</p>

²³ La situación descrita en la figura 5-5 e, corresponde a una adaptación de un problema descrito en: HEWITT, PAUL. Física conceptual. Pearson educación, Novena edición. 2004. P 33.

FASE 3: Practica en el laboratorio	Orientación del docente
<p>En grupo efectuar las cinco experiencias como se indica en la guía de trabajo con los recursos dados por el docente</p> <p>Registrar las observaciones y discutir los resultados con los compañeros del grupo.</p> <p>Contrastar los resultados obtenidos al realizar las experiencias con las predicciones iniciales.</p>	<p>Tiempo 50 minutos Distribuir en los grupos los materiales.</p> <p>Solicitar a los grupos reproducir las situaciones descritas y registrar las observaciones.</p> <p>Acompañar el proceso de medición y desarrollo de la práctica.</p> <p>Evaluar la participación y disposición del grupo</p>
FASE 4: Socialización y cierre	Orientación del docente
<p>Registrar en el cuaderno las conclusiones, aportes y análisis de resultados discutidos en el aula.</p> <p>Entregar la guía de trabajo grupal.</p> <p>Actividad extra- escolar. Resolver la situación:</p> <p>¿Cuál sería la lectura de la báscula si se dispone sobre un plano inclinado? Figura 5-7.</p> <p>¿Qué ocurre con la lectura de la bascula, si el ángulo de la inclinación de la tabla se va aumentando poco a poco.</p> <p>Figura 5-7: Báscula sobre un plano inclinado</p>  <p>Fuente: Elaboración propia.</p> <p>Fin de la secuencia.</p>	<p>Socialización de los resultados, discutir y analizar los argumentos de los estudiantes.</p> <p>Registrar en el tablero los aportes y solicitar a un moderador por grupo dibujar las fuerzas que actúan en cada situación en el tablero.</p> <p>Elaborar la conclusión y resaltar los conceptos involucrados.</p> <p>Realizar la evaluación de la actividad, indagar por las inquietudes o aportes del grupo.</p> <p>Solicitar la lectura del texto de física y asignar trabajo extra-clase. Figura 5-7.</p> <p>Revisar en la sesión siguiente los resultados e inquietudes que se dieron en la solución de la actividad extra-clase.</p> <p>Fin de la secuencia.</p>

5.2.4 Secuencia didáctica No 4: Jugando con la inercia

CONCEPTUALIZACIÓN: ¿Qué es inercia? ¿Podría un cuerpo tener un movimiento perpetuo?

ESTÁNDAR: Relaciono el estado de reposo o movimiento de un objeto con las fuerzas aplicadas sobre éste.

EJES TEMÁTICOS: Fuerza neta, ley de inercia, marco de referencia, movimiento uniforme rectilíneo.

OBJETIVO: Interpretar el concepto de inercia en situaciones en donde se cumple la primera ley de Newton y reconocer sus efectos.

LOGRO ESPERADO: Reconocer los efectos de la inercia en diferentes situaciones e interpretar las características de la primera ley de Newton.

RECURSOS: Soporte universal, hilo, bloques de madera, aro de madera para bordar, tuercas, botella de vidrio. Guía de trabajo.

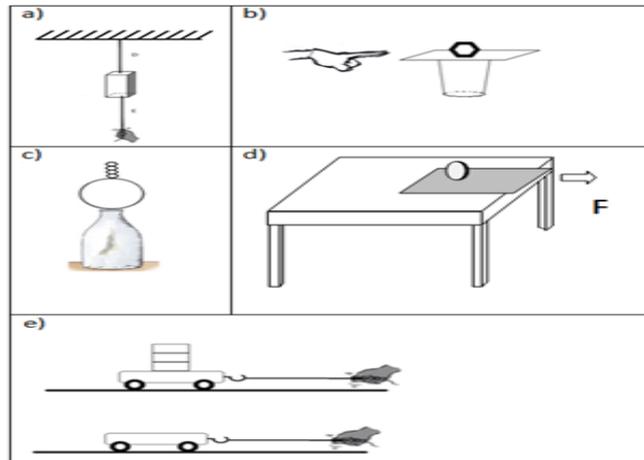
TIEMPO: 2 horas clase.

GUÍA DE TRABAJO: Anexo D

DESCRIPCIÓN DE LA SECUENCIA: La secuencia está orientada para discutir y observar el efecto de la inercia mediante la realización de los siguientes cinco experimentos sencillos: (ver figura 5-8)

- a) Quebrando un hilo.
- b) El vaso y la tuerca.
- c) El aro y las tuercas
- d) La moneda y el papel.
- e) El carrito y la cuerda.

PROCEDIMIENTO: Los estudiantes deben realizar una predicción individual, predicción grupal, realizar la actividad experimental, discutir los resultados y socializar sus observaciones.

Figura 5-8: Juegos demostrativos de la ley de inercia.²⁴

Fuente: Elaboración propia

FASE 1: Predicción Individual y grupal	Orientación del docente
<p>Iniciar la predicción individual, resolver en la guía de trabajo.</p> <p>Conformar grupos de trabajo de cuatro estudiantes y elaborar la predicción en grupo.</p> <p>Analizar y discutir las situaciones propuestas en la guía de trabajo. Figura 5-8</p> <p>Registrar los aportes de los compañeros y elaborar una explicación para cada situación.</p>	<p>Tiempo 40 minutos.</p> <p>Presentar los objetivos y la descripción general de la actividad.</p> <p>Solicitar la conformación de los grupos de cuatro estudiantes para discutir y elaborar las predicciones en forma grupal.</p> <p>Acompañar el proceso de discusión de las situaciones.</p> <p>Recoger las hojas de trabajo individual y grupal.</p> <p>Socializar las predicciones y favorecer la discusión entre los estudiantes.</p> <p>Registrar los aportes significativos en el tablero.</p>

²⁴ Los experimentos que conforman esta secuencia, han sido adaptados para el trabajo pedagógico, las siguientes son las referencias:
 HEWITT, PAUL. Física conceptual. Pearson educación. Novena edición. México 2004. P 27. Para los experimentos descritos en 5-7a y 5-7b.

HEWITT, PAUL. Manual de laboratorio de Física. Addison Wesley. Primera edición. México 1998 P. 29. Para el experimento 5-7c.

VILLA, J. Explicación con experimentos sencillos y al alcance de todos de la primera ley de Newton (la ley de la inercia), así como la diferencia entre inercia e inercialidad. Disponible en: http://journal.lapen.org.mx/sep08/LAJPE-179%20Jesus%20Vila_F.pdf. Para los experimentos 5-7d y 5-7e

FASE 2: Practica experimental	Orientación del docente
<p>En grupo realizar la representación experimental de cada una de las cinco situaciones como se indica en la guía de trabajo.</p> <p>Registrar las observaciones y discutir los resultados con los compañeros del grupo.</p> <p>Contrastar los resultados obtenidos al realizar las experiencias con las predicciones iniciales.</p>	<p>Tiempo 50 minutos.</p> <p>Distribuir en los grupos los materiales.</p> <p>Solicitar a los grupos reproducir las situaciones descritas y registrar sus observaciones.</p> <p>Acompañar el proceso de medición y desarrollo de la práctica.</p> <p>Evaluar la participación y disposición del grupo.</p>
FASE 4: Socialización y cierre	Orientación del docente
<p>Elaborar un conjunto de argumentos para explicar los fenómenos observados.</p> <p>Entregar la guía de trabajo.</p> <p>Registrar las conclusiones en el cuaderno y como trabajo complementario se debe elaborar un mapa conceptual.</p> <p>Fin de la secuencia.</p>	<p>Socialización de los resultados, discutir y analizar los argumentos de los estudiantes.</p> <p>Registrar en el tablero los aportes y solicitar a un moderador por grupo para compartir sus observaciones y resultados obtenidos.</p> <p>Elaborar la conclusión y resaltar los conceptos involucrados.</p> <p>Evaluar evaluar el trabajo y el nivel de los argumentos empleados por los estudiantes.</p> <p>Realizar la presentación y discusión formal de la primera ley de Newton.</p> <p>Proponer la lectura y complementación del tema en los diferentes textos de física e internet.</p> <p>Fin de las secuencia</p>

5.2.5 Secuencia didáctica No 5: La concepción del mundo en el siglo XVII

CONCEPTUALIZACIÓN: ¿Qué aspectos históricos antecedieron a la formulación de las tres leyes del movimiento de Newton?

ESTÁNDAR: Reconozco las ideas y aspectos históricos que revolucionaron la concepción del universo y que forjaron el nacimiento de la ciencia moderna.

EJES TEMÁTICOS: Modelo geocéntrico, modelo heliocéntrico, concepciones aristotélicas, Copérnico, Galileo y ley de inercia.

OBJETIVO: Analizar, interpretar y reconstruir algunos de los acontecimientos históricos que precedieron la formulación de las leyes del movimiento.

LOGRO ESPERADO: El estudiante participa en la reconstrucción y el análisis de la evolución de la percepción del universo y el papel fundamental del trabajo de Galileo Galilei en la formulación de una nueva ciencia.

El estudiante reconoce las ideas y aspectos históricos que revolucionaron la concepción del universo.

RECURSOS: Pc. portátil, video beam, guía de trabajo, blog personal y los videos:

- Video 1: “Geocentrismo y Heliocentrismo: Evolución de la percepción del universo.” 6:00 min. Enlace: <http://youtu.be/pAK2t3znuYk>
- Video 2: La concepción del mundo: Nicolás Copérnico.
15 min. Enlace: <http://youtu.be/qOp7tLTvxcs>

TIEMPO: 2 horas clase.

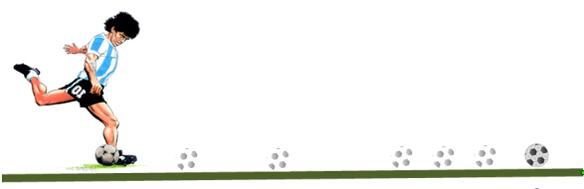
GUÍA DE TRABAJO: Anexo E.

DESCRIPCIÓN DE LA SECUENCIA:

La secuencia está orientada para abordar diferentes aspectos históricos que precedieron la formulación de las leyes del Newton. Se realizará una revisión sobre las ideas que originaron la concepción del universo en el siglo XVII. La metodología contempla la lectura relacionada con el tema en el aula, la presentación de los videos: Geocentrismo-Heliocentrismo y la concepción del mundo: Nicolás Copérnico.

PROCEDIMIENTO: El desarrollo de la secuencia se plantea de la siguiente manera:

- Fase 1: Lectura: Las concepciones aristotélicas del movimiento.
- Fase 2: Proyección de los videos.
- Fase 3 Socialización, discusión y cierre.

FASE 1: Lectura en el aula.	Orientación del docente
<p>Realizar la lectura en forma silenciosa y subrayar los términos y conceptos que le llamen la atención.</p> <p>Elaborar una pequeña síntesis global del texto leído.</p>	<p>Tiempo: 20 minutos</p> <p>Presentar los objetivos, la descripción general de la actividad y distribuir la guía con la lectura: Las concepciones aristotélicas del movimiento.</p> <p>Indagar por inquietudes o comentarios de los estudiantes.</p>
FASE 2: Presentación de los videos	Orientación del docente
<p>Observar los videos y registrar las ideas y conceptos que considere relevantes.</p>	<p>Tiempo: 25 minutos</p> <p>Proyectar en el video beam los videos mencionados</p>
FASE 2: Socialización y cierre	Orientación del docente
<p>Tiempo: 60 minutos</p> <p>Realizar las actividades descritas en la guía de trabajo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elaborar síntesis o mapa conceptual de los videos. - Diseño y elaboración de sopa de letras. - Elaborar dos preguntas relacionadas con el tema. <p>Entregar las actividades desarrolladas al docente.</p> <p>Analizar y discutir la solución del problema propuesto en el cuaderno.</p> <p>Elaborar la autoevaluación y publicar sus preguntas en el blog de la clase.</p> <p>Fin de la secuencia.</p>	<p>Acompañar el proceso durante el desarrollo de las actividades propuestas en la guía de trabajo.</p> <p>Discutir el siguiente problema: El jugador patea un balón de futbol, de manera que hace que se mueva horizontalmente sobre el césped hasta que se detiene varios metros delante de él, dibuja y describe las fuerzas que actúan sobre el balón en: (A) cuando lo impacta, en el punto (B) y cuando se detiene completamente en (C).</p> <p>Figura 5-9: Pateando un balón.</p>  <p>Fuente: Elaboración propia</p> <p>¿Cuál sería la explicación de Aristóteles para el movimiento del balón?</p> <p>Solicitar a los estudiantes evaluar las respuestas de sus compañeros.</p> <p>Fin de las secuencia.</p>

5.2.6 Secuencia didáctica No 6: Inercia galileana

CONCEPTUALIZACIÓN: ¿Qué aspectos históricos antecedieron a la formulación de las tres leyes del movimiento de Newton?

ESTÁNDAR: Reconozco las ideas y aspectos históricos que revolucionaron la concepción del universo y que forjaron el nacimiento de la ciencia moderna.

EJES TEMÁTICOS: Modelo geocéntrico, modelo heliocéntrico, concepciones aristotélicas, Copérnico, Galileo, el telescopio y ley de inercia.

OBJETIVO: Analizar, interpretar y reconstruir algunos de los acontecimientos históricos que precedieron la formulación de las leyes del movimiento.

LOGRO ESPERADO: El estudiante participa en la reconstrucción y el análisis de la evolución de la percepción del universo y el papel fundamental del trabajo de Galileo Galilei en la formulación de una nueva ciencia.

El estudiante reconoce e interpreta el principio de inercia.

RECURSOS: Pc. portátil, video beam, guía de trabajo, blog personal, patineta, recipiente plástico, plastilina, cuerda. y los videos:

- **Video 1:** “Galileo: El arte de la Ciencia. Capítulo I ²⁵” Tiempo 24 minutos

Enlace: <http://www.prismatv.unal.edu.co/nc/detalle-serie/detalle-programa/article/el-telescopio.html>

Video 2: Serie Universo Mecánico: Ley de Inercia. Tiempo: 14 minutos.

Enlace: <http://youtu.be/58cRjUjcTSU>

TIEMPO: 2 horas clase.

GUÍA DE TRABAJO: Anexo F.

DESCRIPCIÓN DE LA SECUENCIA: La secuencia está orientada para relacionar la importancia e influencia del trabajo de Galileo en las ideas newtonianas de la

²⁵ Esta secuencia didáctica recoge las orientaciones del profesor HERNÁNDEZ, Carlos Augusto, de su cátedra: Orígenes de la ciencia moderna y su obra: *Galileo: El arte de la ciencia*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 2004.

Es posible consultar la descripción y el contenido del proyecto en el siguiente enlace: <http://www.galileogalilei.unal.edu.co>.

La serie de televisión educativa del trabajo antes mencionado puede apreciarse en línea en el siguiente enlace: <http://www.prismatv.unal.edu.co/nc/detalle-serie/cat/galileo-galilei-el-arte-de-la-ciencia.html>

primera ley. Para lograr este propósito se plantea una situación problémica, una representación experimental y finalmente se proyectan los videos descritos.

PROCEDIMIENTO: En la secuencia se realizaran las siguientes fases:

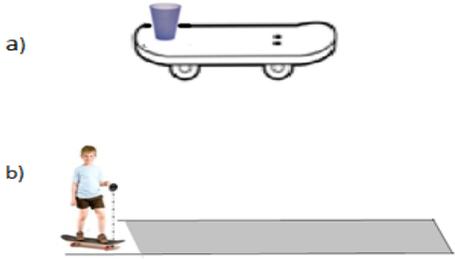
Fase 1: Preconceptos e ideas previas.

Fase 2: Representación experimental.

Fase 3: Lectura: fragmento: Galileo: El arte de la ciencia. P 17 -19.

Fase 4: Presentación de los videos.

Fase 5: Socialización y cierre.

FASE 1: Preconceptos e ideas previas	Orientación del docente
<p>Organizar grupos de cuatro estudiantes para el desarrollo del trabajo.</p> <p>Responder en el cuaderno las preguntas orientadoras.</p> <p>Registrar y evaluar las respuestas de los compañeros.</p> <p>Preparar los materiales para la representación experimental de la situación descrita en la guía de trabajo. Figura 5-10a</p>	<p>Tiempo: 10 minutos</p> <p>Presentar los objetivos y la descripción general de la actividad.</p> <p>Conformar grupos de cuatro estudiantes.</p> <p>Iniciar con las preguntas orientadoras: Ver anexo F</p> <p>Registrar en el tablero los aportes de los estudiantes.</p> <p>Solicitar a los grupos la justificación o argumentos para las respuestas seleccionadas.</p>
FASE 2: Preconceptos e ideas previas	Orientación del docente
<p>Figura 5-10: Representación experimental</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Fuente: Elaboración propia</p> <p>Efectuar la representación experimental y registrar los resultados presentados.</p> <p>Discutir y contrastar los resultados obtenidos</p>	<p>Tiempo. 15 minutos</p> <p>Distribuir y preparar el material para realizar la representación experimental.</p> <p>Explicar la actividad experimental y solicitar su realización a cada uno de los grupos.</p> <p>Acompañar el proceso, solicitar la participación y observación detenida durante la práctica.</p> <p>Socializar los resultados obtenidos en cada uno de los grupos de trabajo.</p>

FASE 3: Lectura en Aula	Orientación del docente
Realizar la lectura en forma individual del texto propuesto en la guía de trabajo.	<p>Tiempo 10 minutos.</p> <p>Indicar el inicio de actividad de lectura del texto preparado en la guía de trabajo.</p> <p>Indagar por las inquietudes o aportes que realicen los estudiantes.</p>
FASE 4: Presentación de los videos	Orientación del docente
<p>Registrar en el cuaderno los aspectos o escenas que considere interesantes.</p> <p>Organizarse en grupos de cuatro estudiantes.</p> <p>Resolver las preguntas propuestas:.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Enuncie y explique las ideas aristotélicas que galileo confrontaba con sus trabajos de investigación. 2. ¿Quién invento el telescopio? ¿Qué importancia tiene el telescopio en el trabajo de Galileo? 3. Describe con tus palabras la situación imaginaria que empleo Galileo para comprender el movimiento de la Tierra. 4. Realiza una breve descripción del comportamiento y actitud que le atribuyes a de cada uno de los personajes (Mateo, Carolina, el profesor y los compañeros de clase). <p>Observar el segundo video.</p> <p>5. Elaborar 5 preguntas para compartir con tus compañeros.</p> <p>Socializar las preguntas elaboradas.</p>	<p>Tiempo: 75 minutos.</p> <p>Solicitar la toma de apuntes de los aspectos que consideren más relevantes durante la presentación de los videos.</p> <p>Figura 5-11: Capitulo I. El telescopio</p>  <p>Fuente: Adaptada de http://www.primatv.unal.edu.co/nc/detalle-serie/detalle-programa/article/el-telescopio.html</p> <p>Elaborar una síntesis general del video e indagar por las inquietudes del grupo.</p> <p>Conformar los grupos de trabajo y solicitar la solución de las preguntas propuestas en la guía.</p> <p>Figura 5-12: Video :Ley de inercia</p>  <p>Fuente: http://youtu.be/58cRjUjcTSU</p> <p>Socializar y favorecer la discusión y análisis de la información contenida en los videos observados.</p>
FASE 5: Socialización y cierre	Orientación del docente
<p>Realizar la autoevaluación del proceso realizado.</p> <p>Realizar el trabajo extra-clase.</p> <p>Dejar comentarios en el Blog.</p>	<p>Solicitar la revisión de los videos en casa y la elaboración de un mapa conceptual.</p> <p>Fin de la secuencia.</p>

5.2.7 Secuencia didáctica No 7: Retroalimentación de conceptos

CONCEPTUALIZACIÓN: ¿Qué utilidad tienen las leyes de Newton?

ESTÁNDAR: Relaciono el estado de reposo o movimiento de un objeto con las fuerzas aplicadas sobre éste.

EJES TEMÁTICOS: Fuerzas fundamentales, leyes de Newton, diagrama de cuerpo libre, fuerza neta, componentes rectangulares de una fuerza.

OBJETIVO: Formalizar los conceptos y aplicaciones de las leyes de Newton.

LOGROS ESPERADOS: El estudiante reconoce las interacciones fundamentales y las fuerzas mecánicas especiales que actúan sobre un cuerpo.

TIEMPO: Dos horas clase.

RECURSOS: Computador portátil, video beam, tablero, marcadores, texto de física, presentación en PowerPoint y videos de youtube.com

DESCRIPCIÓN DE LA SECUENCIA: En esta secuencia se deben formalizar los siguientes conceptos: Fuerzas fundamentales, Normal, tensión, fricción, fuerza neta y las leyes de Newton.

PROCEDIMIENTO: La metodología de esta secuencia será mediante una clase en donde el docente realizará la exposición teórica de los principios mencionados con el apoyo de diapositivas con los temas mencionados y la proyección de tres videos de corta duración referentes a las leyes de Newton.

Figura 5-13: Videos complementarios de las leyes del movimiento



Durante la exposición el docente debe relacionar las actividades propuestas en las sesiones anteriores con las leyes de Newton y se resolverán ejercicios del texto de física en donde se apliquen los conceptos discutidos en el aula.

5.2.8 Secuencia didáctica No 8: Relación masa, fuerza y aceleración

CONCEPTUALIZACIÓN: ¿Qué relación hay entre fuerza, masa y aceleración?

ESTÁNDAR: Relaciono el estado de reposo o movimiento de un objeto con las fuerzas aplicadas sobre éste.

EJES TEMÁTICOS: Segunda ley de Newton, fuerza neta, masa, aceleración velocidad.

OBJETIVO: Brindar al estudiante herramientas conceptuales que permitan la interpretación de la relación fuerza, masa y aceleración sobre un cuerpo.

LOGROS ESPERADOS: Establecer la relación entre fuerza y aceleración.

Representar vectorialmente las fuerzas que actúan sobre un cuerpo en un D.C.L.
Emplear un lenguaje claro y específico para diferenciar y relacionar los conceptos de fuerza, masa y aceleración en la explicación de fenómenos y problemas relacionados

TIEMPO: Dos horas clase.

RECURSOS: Pc portátil, video beam, video: EL Vehículo más veloz, carro dinámico, juego de masas, flexómetro, video Mass vs Weigth y guía de trabajo.

GUÍA DE TRABAJO: Anexo G.

DESCRIPCIÓN DE LA SECUENCIA: La secuencia tiene como propósito el análisis e interpretación de la segunda ley de Newton, mediante la demostración sencilla de la relación existente entre las cantidades físicas: fuerza, masa y aceleración.

PROCEDIMIENTO: El desarrollo de la propuesta contempla tres fases:

Fase 1: Presentación video.

Tiempo 4 minutos.

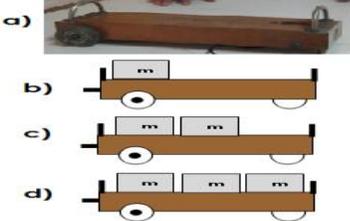
Fase 2: Experimento sencillo.

Fase 3: Socialización y cierre.

Figura 5-14: El vehículo más veloz



Fuente: <http://youtu.be/Zxz4j94Dvuk>

FASE 1: Presentación del video	Orientación del docente
<p>Conformar grupos de cuatro estudiantes.</p> <p>Analizar y discutir la pregunta orientadora, registrar en el cuaderno.</p>	<p>Tiempo. 20 minutos</p> <p>Presentar los objetivos y la descripción general de la actividad.</p> <p>Iniciar con la presentación de la diapositiva con la pregunta orientadora:</p> <p>¿Cuál vehículo crees que sea más veloz?</p>
<p>Figura 5-15: Vehículos de competencia</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Honda Dn 01</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Avión Sukhoi</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Porsche 911 Turbo Coupé</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">Fuente: Elaboración propia</p>	
<p>Describir como llevar a cabo esta competencia.</p> <p>Discutir y explicar los principios físicos involucrados en el desarrollo de la situación.</p> <p>Observar el video y realizar una descripción en el cuaderno en términos y lenguaje de la física.</p> <p>Evaluar los aportes e ideas de los demás grupos.</p>	<p>Solicitar a los grupos realizar la descripción de los principios físicos involucrados durante el desarrollo de la competencia.</p> <p>Presentar el video. Figura 5-14.</p> <p>Preguntar, ¿Qué relación tiene el video con la segunda ley de Newton?</p> <p>Socializar y registrar en el tablero los aportes significativos de los estudiantes.</p>
FASE 2: Experimento sencillo	Orientación del docente
<p>Tiempo: 40 minutos</p> <p>Colocar el carro sobre el piso. Impúlsalo apoyando contra la pared su mecanismo de propulsión, observa y registra la distancia recorrida. Repite el proceso colocando una masa en la parte superior como se indica en la figura 5-15. Compara la distancia recorrida de acuerdo en cada caso.</p> <p>Realiza y registra tus observaciones en el cuaderno.</p> <p>Responder las preguntas de la guía de trabajo.</p>	<p>Asignar el material para la práctica y hacer la descripción del proceso.</p> <p>Figura 5-16: Carro dinámico secuencia No 8</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Fuente. Elaboración Propia</p> <p>Acompañar el proceso y solicitar la realización de la experiencia sobre diferentes superficies.</p>
FASE 2: Socialización y cierre	Orientación del docente
<p>Socializar los resultados de la práctica.</p> <p>Resolver los ejercicios complementarios propuestos en el texto guía.</p> <p>Complementar con la lectura del texto de física.</p> <p>Fin de la secuencia.</p>	<p>Realizar la puesta en común de los resultados y observaciones de los diferentes grupos.</p> <p>Presentar el video Mass vs Weigth. Capítulo II</p> <p>Iniciar la el proceso de análisis y solución de ejercicios complementarios del texto guía.</p> <p>Aclarar y despejar dudas durante el desarrollo de la actividad</p> <p>Fin de la secuencia.</p>

5.2.9 Secuencia didáctica No 9: Fuerzas, dibujando voy interpretando

CONCEPTUALIZACIÓN: ¿Cuáles son las condiciones que se deben cumplir para que un cuerpo este en equilibrio?

ESTÁNDAR: Relaciono el estado de reposo o movimiento de un objeto con las fuerzas aplicadas sobre éste.

Utilizo las matemáticas como una herramienta para organizar, analizar y presentar datos.

EJES TEMÁTICOS: Leyes de Newton, condiciones de equilibrio, D.C.L

OBJETIVO: Reconocer e interpretar las diferentes interacciones de contacto que actúan sobre cuerpos y objetos cotidianos.

LOGROS ESPERADOS: Resolver ejercicios y aplicaciones relacionados con las leyes de Newton.

RECURSOS: Tablero, marcadores, texto de física y guía de trabajo.

TIEMPO: 2 horas clase o dependiendo del nivel de interpretación.

GUÍA DE TRABAJO: Anexo H.

DESCRIPCIÓN DE LA SECUENCIA: En esta secuencia se pretende consolidar la aplicación de la primera y segunda ley en el análisis y solución de ejercicios relacionados. El proceso se realizará mediante el análisis de situaciones problémicas concretas, con el acompañamiento permanente del docente. Los estudiantes contarán con la guía para su análisis y discusión de las situaciones propuestas.

PROCEDIMIENTO: El desarrollo de esta secuencia comprende el trabajo individual de los estudiantes en el análisis y solución de los ejercicios propuestos en la guía. El docente debe acompañar el proceso resolviendo las inquietudes que los estudiantes manifiesten durante la actividad.

En la segunda hora solicitar la conformación de equipos de tres estudiantes para confrontar procesos y evaluar los resultados obtenidos.

Discutir y explicar las características y propiedades de la fuerza de fricción.

El docente realizará la socialización con los aportes del grupo en general.

5.2.10 Secuencia didáctica No 10: El deslizador

CONCEPTUALIZACIÓN: ¿Qué fuerzas actúan sobre un cuerpo?

¿En qué condiciones un cuerpo está en equilibrio?

EJES TEMÁTICOS: Fuerza neta, Segunda ley de Newton, fuerza de fricción, coeficiente de fricción, D.C.L.

ESTÁNDAR: Establezco relaciones entre las diferentes fuerzas que actúan sobre los cuerpos en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme.

OBJETIVO: Identificar y reconocer las fuerzas que actúan sobre un cuerpo, su representación gráfica y algebraica para describir la interacción de fuerzas mediante ecuaciones.

LOGROS ESPERADOS: Reconoce y representa las fuerzas que actúan sobre un cuerpo mediante D.C.L

Relaciona e interpreta la interacción de diferentes fuerzas con las condiciones que producen un M.R.U y M.U.A

TIEMPO: 2 Horas clase.

GUÍA DE TRABAJO: Anexo I.

RECURSOS: Disco de madera de unos 14 cm de diámetro y globo.

Figura 5-17: Materiales secuencia 10



Fuente: Elaboración propia

DESCRIPCIÓN DE LA SECUENCIA

Para esta secuencia, se realizará una exposición por parte del docente en donde se utiliza un disco de madera sobre la superficie de una mesa, la actividad se centrará en la observación de diferentes estados de movimiento de este objeto, se realizarán diversas preguntas, con el ánimo de propiciar expectativa y consolidar la identificación de fuerzas.

PROCEDIMIENTO: Se inicia la clase con la descripción general de la actividad y sus objetivos.

- El docente entregará la guía de trabajo y se iniciará con la solución de las cuatro primeras preguntas de manera individual en el cuaderno de apuntes. Tiempo establecido 15 minutos.
- Al finalizar el tiempo, solicitar a los estudiantes discutir la respuesta de las preguntas con sus compañeros. El docente solicitará la participación para conocer las diferentes respuestas y realizara la síntesis general. Tiempo 10 minutos.
- Se le indica que para actividad el estudiante debe responder en su cuaderno en forma individual.

FASE 1:

- El docente colocará el disco de madera sobre la superficie del escritorio y pregunta: **¿Qué fuerzas actúan sobre el disco de madera? ¿Cuál debe ser el valor de la rapidez y la aceleración?**
- El estudiante debe describir las fuerzas, elaborar el D.C.L. y elaborar las ecuaciones de movimiento.

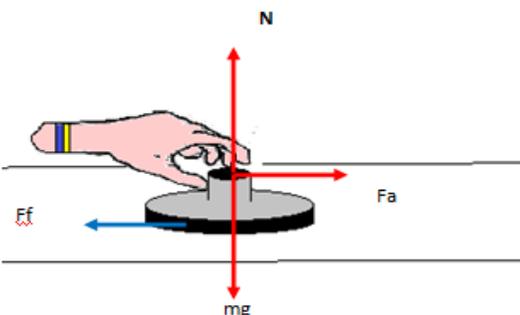
Figura 5-18: Deslizador sobre la mesa



Fuente: Elaboración Propia

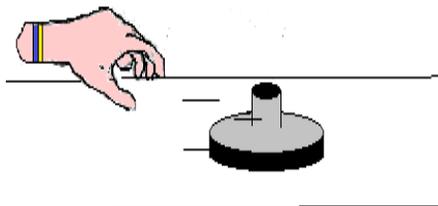
FASE 2: El docente preguntará:

- ¿Cómo se puede lograr que el disco se mueva en línea recta horizontal y a rapidez constante sobre la mesa? Dibujar el D.C.L.
- ¿Cuánta fuerza debe aplicarse para lograr arrastrar el disco?
- Si la fuerza aplicada es exactamente igual a la fuerza de fricción entre superficies, ¿Permanecerá en reposo o se lograra mover el disco?

<p>Resultado esperado:</p> <p>Figura 5-19: Fuerzas sobre el deslizador en movimiento.</p>  <p>Fuente: Elaboración propia</p>	<p>El docente debe brindar el tiempo necesario a los estudiantes para responder las preguntas. Durante este lapso acompañar el proceso y revisar el diagrama de cuerpo libre elaborado por los estudiantes.</p> <p>Socializar, discutir y registrar las respuestas de los estudiantes para consolidar los conceptos y procesos involucrados.</p>
--	--

FASE 3: Con la mano se le da un impulso suficiente al disco sobre la mesa para que se detenga sin salir de ella.

Figura 5-20: Deslizador impulsado



Fuente: Elaboración propia.

El docente preguntará:

- ¿Qué fuerzas actúan un instante después de impulsarlo? Realizar el D.C.L. y representar las ecuaciones de movimiento.

Indagar a los estudiantes que paso con la fuerza aplicada por la persona mientras se mueve el disco sobre la mesa.

- ¿Qué fuerzas antes de detenerse?
- ¿Qué tipo de movimiento describe?

- Si se logra la eliminación total de la fricción, entonces ¿Qué tipo de movimiento tendría el disco, qué ecuación lo representa y cuál sería el esquema de fuerzas que actúan?

FASE 4: En esta fase se solicitara la conformación de grupos de tres estudiantes y se les entregara el material para realizar la práctica.

Los estudiantes deben emplear el globo y el disco, impulsar el sistema sobre la mesa del laboratorio, registrando el tiempo y la distancia que recorre.

Figura 5-21: Deslizador y globo ²⁶



Fuente: Elaboración propia

Durante el proceso cada grupo debe identificar las fuerzas que actúan, representar vectorialmente en un D.C.L y describir la ecuación que caracteriza esta nueva situación.

Solicitar al grupo variar la masa del deslizador e impulsar horizontalmente y registrar lo observado en este proceso.

FASE 5: Socialización y cierre.

El docente realizará el registro de los aportes de los estudiantes en el tablero, y elaborara la conclusión general de la actividad.

Para finalizar se debe realizar la autoevaluación de esta secuencia en donde los estudiantes deben identificar sus fortalezas y debilidades en el manejo de las temáticas propuestas.

²⁶ Esta secuencia es una adaptación del proceso descrito por BARBOSA L.H en <https://sites.google.com/site/lhbfisica/exd>.

En el siguiente enlace se realiza una descripción para su elaboración: Experimentos caseros <http://youtu.be/1zP80Les3XM>

Elaborar preguntas sobre los aspectos o dudas que requieran resolver o profundizar.

5.2.11 Secuencia didáctica No 11: Simulaciones interactivas

CONCEPTUALIZACIÓN: ¿Cómo influye una fuerza externa sobre la velocidad y la aceleración de un cuerpo?

ESTÁNDAR: Modelo matemáticamente el movimiento de objetos cotidianos a partir de las fuerzas que actúan sobre ellos.

EJES TEMÁTICOS: Peso, fuerza normal, fuerza de fricción, D.C.L, fuerza neta, leyes de Newton.

OBJETIVO: interpretar las leyes de Newton mediante el uso de simulación interactiva “Fuerza y movimiento en una dimensión”.

LOGROS ESPERADOS: Reconocer e interpretar las fuerzas de contacto a través de la simulación interactiva.

Contrastar los conceptos y representaciones de D.C.L y el comportamiento de fuerzas mediante la simulación interactiva “Fuerza y movimiento en una dimensión”.

Interactuar con el simulador de fuerzas en una dimensión e interpretar y relacionar los conceptos teóricos de las leyes de Newton.

RECURSOS: PC, video beam, sala de sistemas, presentación en PowerPoint y Simulador interactivo de ciencia

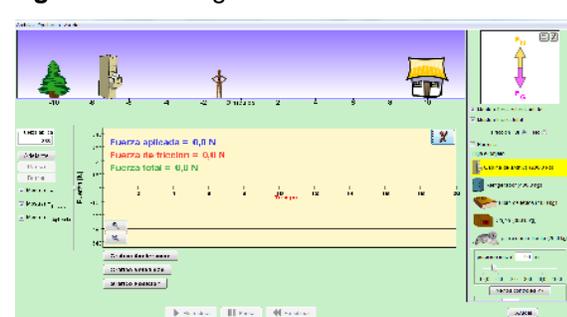
TIEMPO: Dos horas clase.

DESCRIPCIÓN DE LA SECUENCIA:

Para esta secuencia se propondrá un problema para ser analizado y resuelto por los estudiantes con el acompañamiento del docente.

Se empleará el programa de simulación descrito para contrastar el proceso teórico realizado y finalmente se dará un espacio de tiempo para que los estudiantes realicen exploración de la herramienta interactiva.

Figura 5-22: Imagen simulador Fuerzas 1D



Fuente: Imagen adaptada del PhET ²⁷

²⁷ En esta secuencia se emplean las simulaciones interactivas de ciencia, desarrolladas por departamento de física de la Universidad de Colorado. Estas simulaciones pueden trabajarse en línea o descargarse al computador personal en forma gratuita desde el siguiente enlace: <http://phet.colorado.edu/>.

PROCEDIMIENTO:

FASE 1: Situación Problemática 1.	Orientación del docente
<p>Analizar y resolver en parejas el problema propuesto en el cuaderno de apuntes.</p> <p style="text-align: center;">Empujando un mueble</p> <p>Una persona desea cambiar de lugar en su oficina un mueble archivador de documentos, la masa del mueble es de aproximadamente unos 200 Kg. El coeficiente de fricción estática es de 0,2 y el coeficiente cinético de fricción corresponde a 0,1 entre las superficies deslizantes. Figura 5-24.</p> <p>a. Si la persona aplica una fuerza de 200 Newton, ¿lograra mover el archivador? b. ¿Con que fuerza que debe empujar el mueble para moverlo con velocidad constante?</p> <p>Compara y socializar los resultados con los demás compañeros</p>	<p>Presentar los objetivos y la descripción general de la actividad.</p> <p>Presentar el problema en diapositivas: Figura 5-23: Empujando un mueble</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Fuente: Elaboración propia</p> <p>Solicitar el análisis e interpretación de los D.C.L y la elaboración de las ecuaciones dinámicas.</p> <p>Acompañar el proceso y evaluar el desempeño de los estudiantes.</p>
Fase 2: Practica con el simulador	Orientación docente
<p>Realizar la práctica en el aula de informática.</p> <p>Comparar y contrastar los resultados que se obtienen con el simulador.</p> <p>En parejas Realizar el bosquejo de las gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fuerza Aplicada y tiempo. - Aceleración y tiempo. - Velocidad y tiempo. - Posición y tiempo. <p>Analizar y compara los bosquejos de las gráficas con las obtenidas con la simulación.</p> <p>Realizar la practica libre.</p> <p>Elaborar tres problemas basados en la simulación y realizar la descripción del proceso efectuado y entregar al docente.</p> <p>Fin de la secuencia.</p>	<p>Presentar con el video beam la interfaz y características de los simuladores: “Fuerzas 1D” y “fuerza y movimiento”.</p> <p>Se ajustan los parámetros descritos en el problema inicial y se explican los resultados arrojados.</p> <p>Solicitar a los estudiantes el bosquejo de los siguientes gráficos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fuerza Aplicada y tiempo; Aceleración y tiempo; Velocidad y tiempo; Posición y tiempo. <p>Explicar las condiciones y parámetros para el bosquejo de cada grafico y acompañar el proceso.</p> <p>Presentar y explicar las gráficas que se obtiene con el simulador.²⁸</p> <p>Trasladar al grupo al aula de informática para realizar la práctica y exploración libre del software descrito.</p> <p>Fin de la secuencia.</p>

²⁸ Las simulaciones permiten grabar el proceso y desarrollo de las actividades, lo que permite apreciarlas con detalle en forma posterior. Esto favorece la observación y síntesis de las prácticas.

5.2.12 Secuencia didáctica No 12: El plano Inclinado

CONCEPTUALIZACIÓN: ¿Cómo actúan las fuerzas sobre un objeto que está en un plano inclinado? ¿El valor de la fuerza normal siempre es igual al peso del objeto?

ESTÁNDAR: Modelo matemáticamente el movimiento de objetos cotidianos a partir de las fuerzas que actúan sobre ellos.

EJES TEMÁTICOS: Componentes rectangulares, plano inclinado, leyes de Newton, fricción.

OBJETIVO: Identificar el comportamiento de las fuerzas que actúan sobre un cuerpo que se encuentra sobre una superficie inclinada a través de una simulación interactiva.

LOGROS ESPERADOS: Interpretar como actúan las fuerzas cuando un cuerpo se encuentra sobre una superficie inclinada.

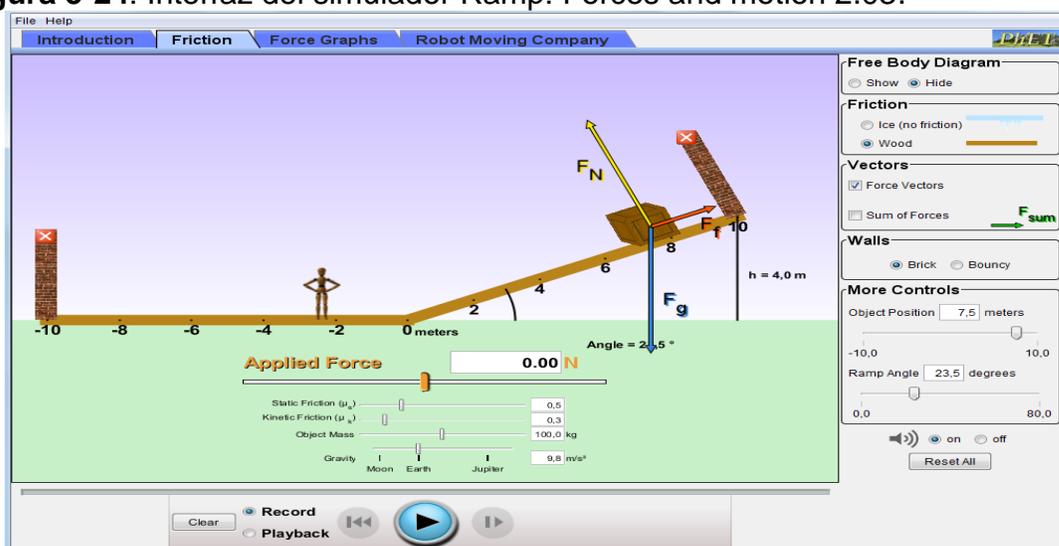
Identificar como se relacionan la fuerza normal y la fricción con el ángulo de inclinación.

TIEMPO: 2 Horas clase.

GUÍA DE TRABAJO: Anexo I.

RECURSOS: PC, video beam, simulador: *Ramp: Forces and motion 2.03*, aula de informática.

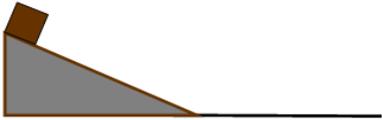
Figura 5-24: Interfaz del simulador Ramp: Forces and motion 2.03.



Fuente. Imagen tomada de PhET. <http://phet.colorado.edu/en/simulation/ramp-forces-and-motion>

DESCRIPCION DE LA SECUENCIA: En esta secuencia se propondrá el problema en donde un objeto se coloca en lo alto de un plano inclinado, se resolverá teóricamente y se empleará la simulación para analizar y formalizar los conceptos físicos involucrados.

PROCEDIMIENTO: Se realizará una clase teórica con el apoyo del video beam y el uso de la simulación, con el ánimo de consolidar conceptos y procedimientos.

FASE 1: Situación Problemática 1.	Orientación del docente
<p>Resolver en parejas en el cuaderno.</p> <p>Problema inicial: Un bloque de madera cuya masa es de unos 100 Kg, se coloca en lo alto de una rampa con una inclinación de unos 30 grados respecto a la horizontal, como se muestra en la imagen. Emplea los conceptos y principios newtonianos para:</p> <p>a) Elaborar la predicción de lo que ocurre con el bloque.</p> <p>b) Las fuerzas que actúan sobre la caja cuando se desprecia la fricción.</p> <p>c) Analiza y elabora el análisis del comportamiento las fuerzas que actúan cuando el coeficiente de fricción estático es de 0,7 y el cinético 0,3.</p> <p>Describir la metodología y procedimiento para el análisis y solución.</p> <p>Resolver el ejercicio y participar en la discusión y socialización de los resultados.</p>	<p>Presentar los objetivos y la descripción general de la actividad.</p> <p>Presentar el problema mediante el video beam. Solicitar la predicción: ¿Qué ocurre? ¿Estará en reposo o en movimiento?</p> <p>Figura 5-25: Problema de plano inclinado.</p>  <p>Fuente: Elaboración propia</p> <p>Acompañar el proceso y resolver las inquietudes que realicen los estudiantes.</p> <p>Solicitar el trazo del diagrama de cuerpo libre sobre la masa.</p> <p>Analizar y discutir los aportes de los estudiantes.</p> <p>Socializar y elaborar en el tablero el desarrollo del proceso, con los aportes e ideas del grupo.</p>
<p>Iniciar la simulación y recrear la situación descrita en el problema inicial.</p> <p>Registrar e interpretar los resultados que ofrece la simulación.</p> <p>Iniciar el desarrollo de la guía de trabajo y entregar al docente al finalizar la clase.</p> <p>Fin de la secuencia</p>	<p>Solicitar a los estudiantes la realización del ejercicio empleando la simulación.</p> <p>Solicitar a los estudiantes resolver la guía de trabajo y acompañar el proceso, recogiendo la guía al finalizar la clase.</p> <p>Fin de la secuencia.</p>

5.2.13 Secuencia didáctica No 13: Newton, vida y obra

CONCEPTUALIZACIÓN: ¿Quién es Isaac Newton?, ¿Cuáles fueron sus aportes a la ciencia?

EJES TEMÁTICOS: Biografía y contexto histórico.

OBJETIVO: Reconocer e identificar los principales acontecimientos de la vida y obra de Newton.

Favorecer el interés por la consulta y lectura de la historia de la ciencia como elemento fundamental para su proceso de aprendizaje.

LOGROS ESPERADOS: El estudiante reconoce e identifica los aspectos y características relevantes en la vida y contexto histórico de Newton.

TIEMPO: Trabajo virtual

RECURSOS: Texto: “El contexto cultural de la obra de Newton”²⁹, blog de clase.

DESCRIPCIÓN DE LA SECUENCIA: La presente secuencia pretende elevar el interés y curiosidad por los acontecimientos de la historia de la física, en particular sobre los aspectos y características en forma general de Isaac Newton.

PROCEDIMIENTO:

Videos de la vida de Newton	Actividades
Biografía Isaac Newton: La serie de cuatro videos se encuentra en los siguiente enlaces: Video 1/4 Tiempo 9,40 minutos. Enlace: http://youtu.be/sGPZndcbnz4	Solicitar la Lectura “El contexto cultural de la obra de Newton”. Elaborar un catalogo descriptivo de los mejores sitios en internet, en referencia a la vida y obra.
Video 2/4 Tiempo 9. 40 minutos. Enlace. http://youtu.be/BbZ2QoZZonY	Revisar los videos sugeridos. Elaborar un mapa conceptual con su contenido.
Video 2/3 Tiempo 9,37 minutos. Enlace: http://youtu.be/S_Dzml0DC5c	Organizar grupos de 4 estudiantes para profundizar y sintetizar los contenidos de las páginas de internet sugeridas mediante una exposición al grupo.
Video 4/4 Tiempo 3 minutos. Enlace: http://youtu.be/hfdXc5G-6bo Elaborar una línea de tiempo.	Trabajo: Elaborar una línea de tiempo.

²⁹ La lectura sugerida corresponde al capítulo II del texto de **GRANES S, José. Isaac Newton. Obra y contexto. Una introducción. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia.** Páginas 33 a 44. Para el trabajo pedagógico puede encontrarlo en el siguiente enlace: http://books.google.com.co/books/about/Isaac_Newton.html?id=r4jXSHE9uRYC&redir_esc=y

5.3 EI BLOG COMO HERRAMIENTA PEDAGÓGICA

Un Blog o bitácora digital es una herramienta flexible que permite la interacción entre diversas personas, permitiéndoles compartir, generar y publicar contenidos sin necesidad de llegar a ser un experto en informática o en la creación de páginas web. En estos sitios el autor puede enlazar contenidos, imágenes, videos o publicar información especializada para el público en general, sus usuarios tendrán la posibilidad de escribir y dejar sus comentarios directamente en este sitio.

En la actualidad la internet ofrece diferentes posibilidades educativas; es posible encontrar presentaciones, videos, cursos virtuales, tutoriales y simulaciones que permiten interactuar y contribuir de alguna manera en el aprendizaje de cualquier tema.

Reconocidas estas posibilidades, se diseñó e implementó un blog especializado en las leyes del movimiento de Newton, como una herramienta complementaria para la ejecución de las diferentes secuencias didácticas contenidas en esta propuesta. En este blog se publicarán los videos propuestos, simulaciones interactivas, textos en línea y páginas con información relacionada con las leyes del movimiento.

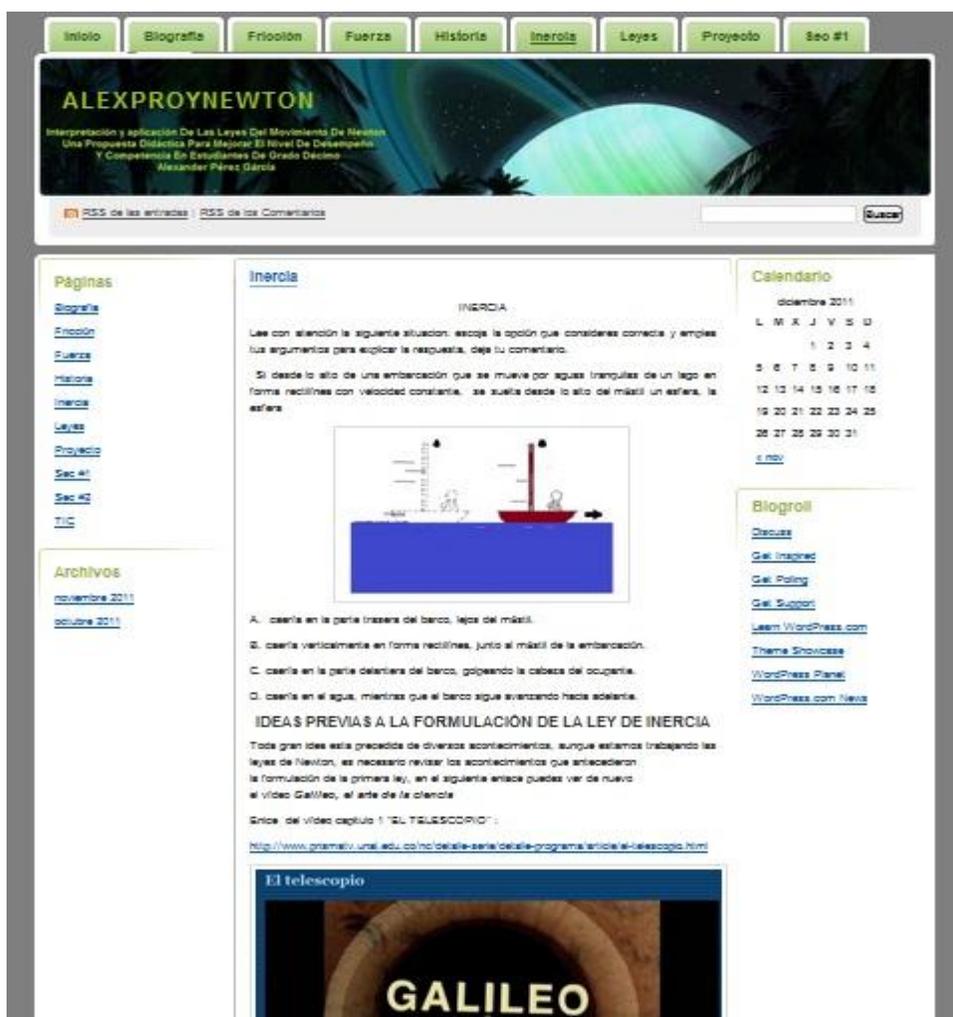
El blog permitirá mejorar el nivel de comunicación con los estudiantes y compartir sus comentarios e inquietudes que se generen en el aula durante el desarrollo de las actividades propuestas. En este aspecto se sabe que los jóvenes son los principales usuarios de internet, su entorno social y comunicativo giran esencialmente alrededor de las redes y herramientas en la web, por lo que seguramente el blog será bien acogido y servirá como una oportunidad para aprovechar al máximo los contenidos de carácter formativo que hacen parte de los diferentes sitios de la internet.

Para su diseño se empleo la plataforma gratuita de *wordpress* por su facilidad en el manejo y administración de los contenidos y también por la llamativa interfaz

gráfica que le permite al usuario interactuar de manera rápida y sencilla con los contenidos que allí se publiquen.

La información y actividades se dispondrán en forma secuencial de acuerdo a los avances y necesidades que se den durante el desarrollo de las secuencias didácticas en el aula.

Figura 5-26: Interfaz del blog *alexproynewton*



Enlace en internet: <http://alexproynewton.wordpress.com/>

6. RESULTADOS CUALITATIVOS

Los actuales niveles de desinterés y apatía que reflejan los jóvenes de bachillerato frente al proceso de aprendizaje de las ciencias en general constituyen un problema claro y conocido por los docentes. Se dice que los estudiantes cada vez aprenden menos y se interesan menos por lo que aprenden. El desarrollo de la propuesta jugó un papel relevante para contrarrestar dicha sensación. Se evidenció en forma cualitativa una muy buena acogida y recepción frente a las actividades y problemáticas aplicadas en el aula.

El desarrollo de las clases se apartó de la exposición tradicional de los contenidos para dar lugar a un espacio favorable para la lectura, la discusión, el desarrollo de experimentos sencillos y sobre todo a la duda, el debate y a la pregunta permanente. En este aspecto se observó un ambiente propicio para el diálogo y la comunicación de las ideas. Como en todo proceso, la participación inicialmente era liderada por unos pocos estudiantes; el temor a la burla o a equivocarse fue dejándose a un lado en el transcurso de las sesiones. En este sentido la estrategia de aprendizaje activo fue crucial para lograr involucrar a la gran mayoría de estudiantes en el proceso de proponer y comunicar sus predicciones.

El otro indicador de favorabilidad de la propuesta se evidenció en el cumplimiento de los trabajos y consultas complementarias asignadas para ser desarrolladas en el tiempo extraescolar de los estudiantes.

Estos aspectos se resaltan, debido a la reconocida importancia que tiene la disposición y motivación para propiciar un buen aprendizaje en el estudiante.

Los niveles de desempeño e interpretación de los conceptos en cada uno de los grupos, fue un proceso en ascenso. El objetivo central de las secuencias se enfocaba en el aspecto conceptual y la aplicación descriptiva de las leyes en situaciones particulares. Durante el desarrollo de cada una de las secuencias los procesos matemáticos ocuparon un espacio de tiempo relativamente breve en cada sesión. Este aspecto no fue deliberado, ya que sin duda el análisis matemático y algebraico con mucha frecuencia se convierte en un obstáculo para la correcta interpretación de los conceptos en este nivel de educación. Sin embargo la vinculación de los procesos numéricos y algebraicos se realizó en forma gradual por parte del docente, lo que permitió la comprensión y aplicación de las leyes del movimiento por parte de los estudiantes.

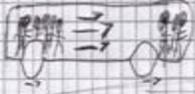
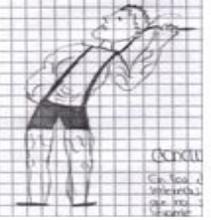
El desarrollo de la propuesta se realizó con los estudiantes del grado 1001 y 1002 del Instituto Técnico Industrial Piloto, durante sesiones de 120 minutos cada una aproximadamente, su ejecución se realizó en el orden descrito en el capítulo anterior.

A continuación se dan a conocer algunos de los aportes de los estudiantes durante las diferentes sesiones.

En la secuencia inicial frente a la situación “empujando un bus”, un buen número de estudiantes estaba de acuerdo en que sería improbable lograr de algún modo hacer mover el autobús cuando las personas aplican la fuerza desde su interior, sin embargo al compartir y socializar los diferentes puntos de vista (Figura 5-26a) el debate enriqueció el análisis, contraste y la confrontación de ideas entre pares.

Para la segunda situación problema (el hombre más fuerte del mundo), el grupo la relaciona con la situación del bus. Consideran de nuevo que para esta situación por sentido común es evidente que es imposible que un cuerpo pueda aplicarse fuerza a sí mismo.

Figura 6-1: Predicciones de los estudiantes en la secuencia No: 1.

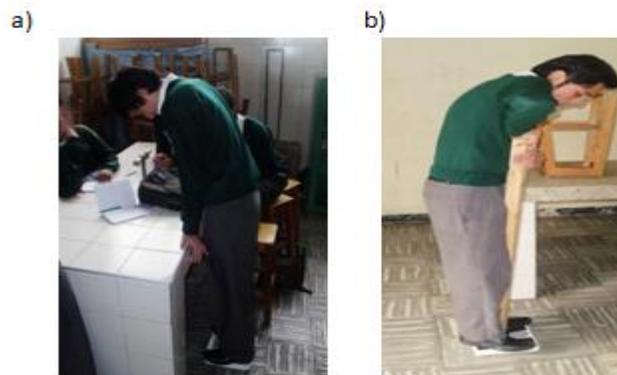
<p>a)</p> <p>El bus se movería si todas las personas aplicaran la fuerza al mismo tiempo con un impulso.</p> 	<p>b)</p> <p>El autobús solo se puede mover al aplicar una fuerza externa, el objeto es muy pesado y al empujarlo desde adentro solo se está aplicando una fuerza a la parte delantera y hay que aplicarla en toda el bus para que se mueva.</p>
<p>c)</p>  <p>Consideramos que no se podría mover el bus porque fuerza en la parte delantera del bus y no se distribuye en toda el bus. Hay que tener un punto de apoyo donde se podría generar fuerza dentro del bus.</p> <p>Para aplicar fuerza necesitamos dos objetos. Los son los puntos de apoyo para contrar la resistencia del bus.</p>	
<p>d)</p> <p>No se puede levantar el mismo porque tiene que apoyarse en algo. Tocar el piso no es posible por muy fuerte que tenga. Porque si se levantara caería al suelo lo máximo que puede es pararse en puntas.</p>	
<p>e)</p> <p>Sera imposible porque hay mucha fuerza de gravedad del piso a el entonces hay actúan dos fuerzas diferente pero ambas gravitacionales.</p> <p>En una escena hipotética se podría generar en el espacio ya que no hay gravedad ni ninguna fuerza que lo atraiga.</p>	
<p>f)</p> <p>CONCLUSION:</p> <p>En las dos cosas se aplican fuerzas internas y NO EXTERNAS que hace que no sea posible que se mueva o levante.</p>	

La imagen muestra los diferentes aportes que elaboraron en equipo los estudiantes durante el desarrollo de la primera secuencia. Aunque el grupo en general estaba de acuerdo con la imposibilidad de las situaciones se resalta el aporte mostrado en la imagen (6-1a) por la controversia y discrepancia que generó en el proceso de argumentación.

Para la segunda secuencia se realizó el reconocimiento del dinamómetro y la interpretación de las escalas de medida de cada instrumento, se evidenció dificultades en algunos estudiantes en la comprensión y lectura al momento de socializar los diferentes registros de masa y peso durante el proceso de medición. En la segunda etapa se hizo énfasis en la observación y el registro de la fuerza requerida para lograr desplazar un bloque de madera sobre una superficie horizontal. Frente a la pregunta: ¿Cuánta fuerza debe aplicarse a un bloque de madera para lograr que se mueva? La predicción más frecuente fue la de considerar siempre una fuerza mayor al peso del objeto, para lograr el deslizamiento.

La tercera secuencia, jugando con una báscula, propició la discusión e interacción entre docente y estudiante en forma constructiva a través de la estrategia del aprendizaje activo.

Figura 6-2: Estudiantes en la ejecución de la secuencia No: 3.

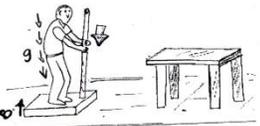
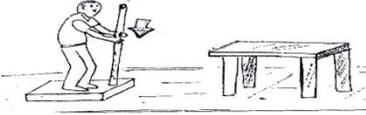
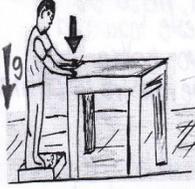


Durante la discusión y acompañamiento se observó lo siguiente:

- Los estudiantes reconocen e interpretan que la fuerza es una interacción entre mínimo dos cuerpos y describen los cuerpos involucrados.
- Determinan el peso de un objeto y lo expresan en unidades del sistema internacional de medidas.
- Se evidenció dificultades para representar las fuerzas en los diagramas de cuerpo libre.
- La situación que más llamo la atención del grupo es la descrita en la imagen 6-2b, en donde el estudiante estando sobre la báscula debía aplicar fuerza con un

con un palo sobre la misma báscula. Esta experiencia generó la discrepancia entre las predicciones y los resultados obtenidos. Como caso especial un solo equipo de trabajo, en su explicación y socialización de los resultados, relaciono la situación descrita con los problemas iniciales “empujando un bus” y “el hombre más fuerte del mundo”, haciendo alusión a la diferencia existente entre las fuerzas internas y externas a un sistema.

Figura 6-3: Predicciones en grupo de las secuencia No: 3

<p>a)</p>  <p>La balanza muestra la lectura de la persona, por que no se ejerce una fuerza adicional sobre el cuerpo</p>	<p>b)</p>  <p>R/ LA LECTURA DE LA BALANZA AUMENTARÁ POR QUE EL ESTA EFECTUANDO UNA FUERZA PRESION SOBRE EL PALO, Y LA FUERZA DE GRAVEDAD TAMBIEN ACTUA SOBRE EL MUCHACHO.</p> <p>CONCLUSION: LA LECTURA DE LA BALANZA AUMENTA YA QUE EL PESO DEL MUCHACHO Y EL PALO SE SUMAN.</p>
<p>c)</p>  <p>el registro de la balanza es mayor debido a que parte del peso de la mesa se suma con el peso total de Carlos.</p> <p>5. Situación 4: Finalmente Carlos Andres, subido en la balanza, ahora toma un palo de escoba y lo apoya sobre la balanza, aplica una gran Fuerza hacia abajo, como se indica en la imagen ¿Que registrará la balanza? Analiza y explica.</p>  <p>la balanza registrará el peso de los dos cuerpos ya que están en la misma superficie, por lo tanto no aumenta ni disminuye. Porque el peso ejercido en el palo puede ser equivalente al peso que ejerce Carlos sobre dicha fuerza.</p>	
<p>d)</p>  <p>la fuerza que se aplica a la balanza eleva la medición de masa en la misma balanza mostrará más.</p>	<p>e)</p> <p>hacia abajo, como se indica en el dibujo:</p>  <ul style="list-style-type: none"> • La balanza mostrará un valor menor que la masa de Carlos, ya que éste hace más peso sobre la mesa por ende distribuye su masa en dos puntos de apoyo. • Las fuerzas que actúan son: <ul style="list-style-type: none"> - El peso que hace Carlos sobre la mesa - La gravedad de la Tierra sobre el cuerpo de Carlos

La cuarta secuencia permitió a los estudiantes reconocer mediante representaciones sencillas los efectos de la primera ley de Newton. La disposición y el trabajo en el aula fue dinámico y entretenido.

El desarrollo de la quinta y sexta secuencia permitieron el acercamiento a los aspectos históricos que antecedieron la formulación de las leyes del movimiento. Las actividades involucraron el pensamiento aristotélico y la influencia galileana en la obra de Newton a través de la lectura y el uso del video en el aula, en la ejecución se evidenció el interés en la socialización y análisis exhaustivo de la información contenida en los videos.

En las secuencias siete, ocho y nueve se formalizaron los conceptos desarrollados hasta ese momento. Se realizó la discusión y presentación de las leyes y finalmente se discutieron los procesos numéricos necesarios para la solución de ejercicios relacionados. Las actividades contribuyeron en la interpretación de la primera y segunda ley en el análisis de situaciones sencillas. El seguimiento y evaluación se realizó mediante la revisión de las actividades propuestas, la discusión y participación durante los diferentes conversatorios. En la secuencia nueve se identificaron dificultades en el análisis y desarrollo de los ejercicios propuestos, debido al bajo nivel de interpretación matemática en algunos estudiantes.

La secuencia 10 no se efectuó, debido a diversas actividades de carácter institucional que se realizaron durante el último periodo académico, sin embargo los estudiantes de la especialidad de ebanistería elaboraron los discos de madera requeridos en esta práctica.

El proceso de evaluación fue concertado desde el comienzo con los grupos y se realizó en forma cualitativa de manera continua, participativa y dialógica teniendo en cuenta los siguientes ítems:

Emotividad e interés por las actividades.

Participación y discusión en el aula.

Reflexiones y apuntes registrados en el cuaderno.

Desarrollo de las guías de trabajo.

Consultas extra clase y trabajos complementarios.

Participación con comentarios en el blog.

Manejo y aplicación de los conceptos en preguntas abiertas.

Como examen final se propuso el desarrollo y presentación de un proyecto denominado “*las fuerzas y nuestro entorno*”. El estudiante debía emplear una cámara digital para fotografiar diferentes situaciones, lugares o estructuras en donde se pudiese identificar las diferentes fuerzas discutidas durante el desarrollo de las secuencias, las imágenes debían estar acompañadas por una descripción de las leyes de Newton que se pudiesen inferir de la situación escogida.

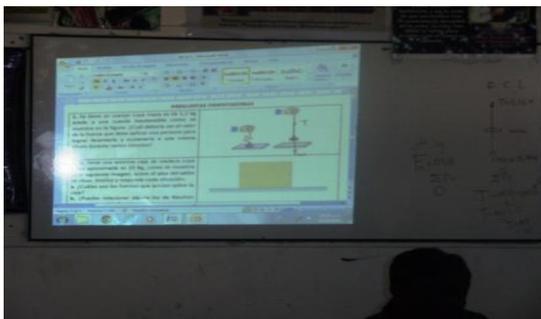
Figura 6-4: imágenes del trabajo realizado en aula



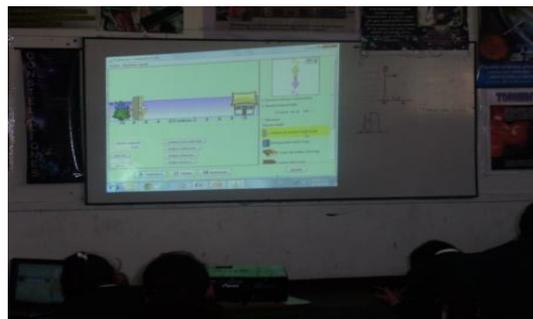
Secuencia No: 7



Secuencia No: 8



Secuencia No: 9



Secuencia N:11

El uso de la imagen y los videos generaron un buen ambiente para el aprendizaje, la descripción y manejo de los conceptos por parte de los estudiantes mejoraron registraron un cambio favorable. las imágenes muestran las diferentes sesiones trabajadas en el aula de clase.

7. Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

La propuesta del diseño y elaboración de un conjunto de secuencias didácticas para la enseñanza de las leyes de Newton ha sido un proceso plenamente enriquecedor para mi formación profesional como docente. Durante su proceso inicial se fortalecieron procesos de carácter disciplinar, en especial el aspecto histórico del desarrollo de las ideas que antecedieron a la formulación de dichas leyes. En este análisis se reconocieron diferentes elementos conceptuales que se utilizaron en los contenidos y aplicación de las secuencias didácticas.

Los lineamientos y actividades organizadas contenidas en esta propuesta quedan a disposición de los docentes para que puedan ser empleadas en la enseñanza de las leyes del movimiento; ellas vinculan diferentes alternativas didácticas en el aula (lecturas, empleo de videos, experimentos sencillos o juegos y exposiciones magistrales) que en principio deben mejorar el nivel de desempeño de los estudiantes del grado décimo.

Es importante aclarar que lo que este trabajo se ha propuesto es presentar las secuencias didácticas que se elaboraron para la enseñanza de las leyes de Newton. La puesta a prueba experimental de estas secuencias debe ser objeto de un nuevo trabajo. La propuesta didáctica que condujo a las secuencias se elaboró a lo largo de los últimos dos años y que se implementó en el Instituto Técnico Industrial Piloto IED, secuencia tras secuencia, solamente en el último período académico del año anterior. Los cambios de actitud de los estudiantes fueron evidentes, pero, en ausencia de controles experimentales, que deben hacer parte del trabajo futuro, por ello no se presentan aquí estudios ni resultados

cuantitativos, sino que se hace un balance cualitativo de los cambios de actitud de los estudiantes que, en principio, sirven para validar la propuesta como propuesta.

Se han organizado trece secuencias didácticas en las que se reunieron diferentes actividades y situaciones problémicas, acompañadas de algunas actividades experimentales, lecturas, videos y simulaciones interactivas.

El diseño y ejecución inicial de la propuesta se realizó con los estudiantes del grado décimo del Instituto Técnico Industrial Piloto, con los que previamente se había abordado los fundamentos y algoritmos para el trabajo con cantidades vectoriales, por lo que se considera que el conocimiento de los vectores es prerrequisito para iniciar el estudio de las leyes del movimiento mediante la aplicación de las secuencias didácticas propuestas.

La ejecución de las secuencias, para afinar la propuesta, se realizó durante dos meses. En este tiempo el contenido y las actividades se fueron adaptando y mejorando de acuerdo a las observaciones y resultados obtenidos con los estudiantes. En general el proceso y el desarrollo de las actividades fueron positivos, generando expectativa e interés hacia la clase. Se evaluaron cualitativamente aspectos como motivación, participación, cumplimiento, actitudes y desarrollo de las actividades, a través de un continuo diálogo y seguimiento permanente; en este punto es conveniente insistir en que se hace necesario a futuro realizar un proceso sistemático, descriptivo y cuantitativo para medir el nivel de desempeño y competencia a través de un test normalizado que permita dar cuenta del nivel de interpretación de las leyes del movimiento alcanzado por los estudiantes después de la aplicación de esta serie de secuencias.

Teniendo como referente las actitudes y compromisos de los estudiantes durante el tiempo de ejecución puede decirse que de alguna manera se propició un espacio para la reflexión y discusión, favorable tanto para el docente en su ejercicio profesional como para el estudiante. Esta experiencia inicial con las secuencias permite concluir que hay muchas maneras diferentes para abordar el

conocimiento de la física. Se espera que esta sencilla propuesta tenga eco y trascendencia tanto en las prácticas docentes como en el desempeño de los estudiantes.

Finalmente se concluye que las secuencias propuestas deben alimentarse y optimizarse en forma permanente, procurando adaptarlas a los diferentes contextos y necesidades de los propios estudiantes; su planeación debe extenderse hacia los diferentes contenidos de la física. De la misma manera no debe dejarse a un lado la evaluación que esperamos afinar en el próximo estudio y que sin duda alguna es pieza clave en la consolidación de cualquier proceso educativo.

Recomendaciones

El contenido y duración de las secuencias se estableció para una duración aproximada de ciento veinte minutos; sin embargo este lapso de tiempo puede ser modificado según el desempeño y avance de los estudiantes.

Se recomienda de manera especial al docente, descargar y organizar los diferentes videos y aplicativos para las simulaciones sugeridas para el acompañamiento y discusión de las diferentes secuencias. En la actualidad en internet se dispone de diferentes herramientas que facilitan este proceso. De esta forma se va alimentando un buen banco de videos y aplicaciones para los estudiantes.

La ejecución de las secuencias requiere de un acompañamiento y diseño de una evaluación especial y formativa, adaptada a las características del grupo de estudiantes con los que se va a trabajar. Esto demandará al docente un pleno reconocimiento de las habilidades y fortalezas del grupo, para no caer en círculo de una evaluación sumativa y memorística de los conceptos.

Debido a las condiciones particulares de la intensidad horaria de la asignatura en la institución, se aplicaron en el orden descrito en esta propuesta una tras otra. En otros contextos se sugiere, para mejorar el proceso, realizar sesiones adicionales de retroalimentación a fin de consolidar los diferentes conceptos y principios desarrollados en cada una de las secuencias.

Finalmente para mejorar el proceso de comunicación y socialización de las diferentes temáticas en cada una de las secuencias, se propuso e implementó el uso de un blog. Sin embargo, este espacio puede optimizarse mediante el uso de herramientas para la educación virtual como las plataformas ofrecidas por moodle o Blackboard.

A. Anexo: Guía del estudiante.

Secuencia No: 1



INSTITUTO TÉCNICO INDUSTRIAL PILOTO
TODOS LA RECONOCEMOS Y OBSERVAMOS ALGUNOS DE SUS EFECTOS
PERO... ¿QUE ES FUERZA?

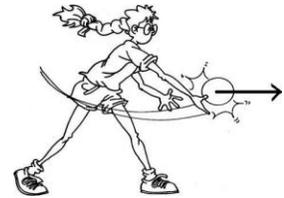
INTEGRANTES: _____

ESTÁNDAR: Relaciono el estado de reposo o movimiento de un objeto con las fuerzas aplicadas sobre éste.

EJES TEMÁTICOS: Fuerza, masa y peso.

OBJETIVO: Desarrollar habilidades y competencias que permitan al estudiante reconocer e interpretar el concepto de fuerza.

TIEMPO: Dos horas clase.



FUERZA: Este término es muy común y frecuente en nuestra cotidianidad, seguramente la has experimentado o visto en muchas ocasiones, pero alguna vez te preguntaste: ¿QUE ES FUERZA?

Instrucciones: En forma grupal retroalimente y comparta cada una de las respuestas individuales para establecer en equipo un informe de la secuencia.

Fase 1: Preconceptos e ideas Previas

a. ¿Qué entiendes por fuerza?

b. ¿Qué fuerzas reconoces o distingues en el entorno? ¿Qué efecto producen?

c. ¿Hay diferencia entre Masa y Peso? Explica

d. Dibuja al respaldo de la hoja situaciones o fenómenos en donde se manifieste la acción de una fuerza.

Fase 2: Empujando un Bus.

- a. Realiza el dibujo de la situación hipotética.
- b. ¿Lograrían hacer mover el bus?

	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
---	---

Fase 3: El hombre más fuerte del mundo

¿Podría levantarse a si mismo nuestro concursante?



Un estudiante de grado décimo argumentaba que sí era posible, puesto que si es capaz de levantar un objeto tan pesado como un auto, le quedaría muchísimo más fácil levantar su propio peso ¿Estás de acuerdo? Analiza y Explica.

Trabajo Autónomo: Elabora la síntesis general de los conceptos discutidos en el aula, consulta diferentes textos especializados de física, internet el concepto de fuerza y sus características generales, elabora un cuadro comparativo de los diferentes definiciones.

B. Anexo: Guía del estudiante

Secuencia No: 2

INSTITUTO TÉCNICO INDUSTRIAL PILOTO UTILIZANDO EL DINAMÓMETRO GUÍA DE TRABAJO



INTEGRANTES:

CONCEPTUALIZACIÓN: ¿Cómo se miden las fuerzas? ¿Cómo se mide la masa? ¿Cómo se representa la fuerza? ¿Cómo calcular el peso de un cuerpo? ¿Cómo se construye un dinamómetro?

ESTÁNDAR: Realizo mediciones con instrumentos adecuados a las características y magnitudes de los objetos de estudio y las expreso en las unidades correspondientes.

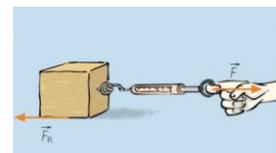
Comparo masa, peso, cantidad de sustancia y densidad de diferentes materiales.

RECURSOS: Dinamómetros didácticos, diferentes masas, plastilina, bloques de madera, soporte universal, balanza, guía metodológica.



OBJETIVO: Desarrollar habilidades y competencias que permitan a los estudiantes reconocer e interpretar el concepto de fuerza, su medida y representación gráfica vectorial.

1. El dinamómetro nos permiten medir fuerza y la masa de un objeto que se suspende de él, por tanto es indispensable reconocer la escala de medida que se utiliza en el instrumento, toma cada uno y observa determina la escala de medida de cada uno.



AMARILLO	VERDE	AZUL	NARANJA
Fuerza Masa	Fuerza Masa	Fuerza Masa	Fuerza Masa
Mínimo: Máximo:	Mínimo: Máximo:	Mínimo: Máximo:	Mínimo: Máximo:

1.1 Toma y mide la masa y el peso de 12 objetos diferentes, puedes utilizar la plastilina para elaborar diferentes masas, emplea la balanza y el dinamómetro, organiza los valores en la siguiente tabla:

MIDIENDO MASA Y PESO.				MIDIENDO MASA Y PESO.			
OBJETO	MAS A (g)	MASA (Kg)	FUERZ A (N)	OBJETO	MAS A (g)	MASA (Kg)	FUERZ A (N)



¿? En un texto de física lees la siguiente información: "se tienen dos cuerpos cuyo peso es de 539 N y 900 Dinás respectivamente" ¿Cuál debe ser la masa de cada uno?

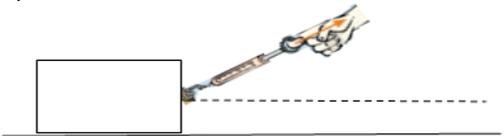
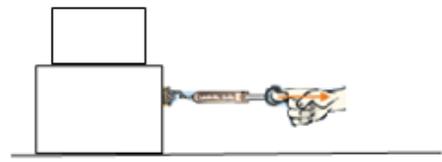
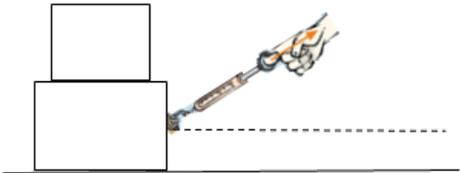
¿? En un concurso hipotético un astronauta recibió un premio representado en un lingote de oro que pesa 4 N en la Luna y una persona en la Tierra recibió un lingote cuyo peso es de 4 N. ¿Cada uno recibió la misma cantidad de oro?

Análisis y observaciones:

FASE 2:

2.1 Los bloques de madera suministrados cuentan con una superficie lisa y otra áspera, emplea el dinamómetro y aplica una fuerza F como se indica y mide.

a. Registrar la máxima fuerza que se puede aplicar antes que se produzca el desplazamiento del bloque para cada una de las situaciones descritas en la imagen.

<p>a)</p> 	<p>b)</p> 
<p>c)</p> 	<p>d)</p> 

Realiza varias mediciones, discute con tus compañeros y registra la más acertada en la tabla:

OBJETO	SUPERFICIE LISA	SUPERFICIE ÁSPERA
Kg	FUERZA APLICADA (N)	FUERZA APLICADA (N)

Análisis y observaciones:

b. Registrar el valor de la fuerza que produce un desplazamiento uniforme en cada una de las situaciones descritas en la imagen.

OBJETO	SUPERFICIE LISA	SUPERFICIE ÁSPERA
Kg	FUERZA APLICADA (N)	FUERZA APLICADA (N)

Análisis y observaciones:

VIDEO COMPLEMENTARIO: Mass vs Weigth.

Revisa y realiza una descripción general de este video realizado en la estación espacial internacional. Lo puedes ver en línea en el enlace:

<http://education.ssc.nasa.gov/massvsweight.asp>.



QUE DICEN LOS TEXTOS: Si un cuerpo pesa en Cartagena 20 N (nivel del mar), al ubicar este cuerpo en el polo norte o en un sitio elevado como la cima del monte Everest ¿Crees que habrá algún tipo de variación del peso?

TRABAJO COMPLEMENTARIO: cada grupo de trabajo debe indagar por las características generales de un dinamómetro y presentar un informe por escrito

- Cual es el fundamento para su funcionamiento.
- Como se determina experimentalmente la constante elástica.
- Cual debe ser el proceso para calibrar su escala de medida.
- Diseñar y elaborar un dinamómetro casero.

C. Anexo: Guía del estudiante

Secuencia No: 3



INSTITUTO TÉCNICO INDUSTRIAL PILOTO
JUGANDO CON UNA BÁSCULA
¿Que mide la báscula, el peso o la masa?
HOJA DE PREDICCIÓN INDIVIDUAL



Nombre: _____

Curso: _____

CONCEPTUALIZACIÓN

¿Son lo mismo masa y el peso? ¿Qué es un diagrama de cuerpo libre? ¿Cómo se representan las fuerzas?

ESTÁNDAR: Relaciono el estado de reposo o movimiento de un objeto con las fuerzas aplicadas sobre éste.

EJES TEMÁTICOS: Fuerza neta, diagrama de cuerpo libre, operación entre vectores.

OBJETIVO: Reconocer e interpretar las fuerzas que actúan sobre un cuerpo mediante la representación vectorial en un diagrama de cuerpo libre.

TIEMPO: 2 horas clase.

ANALIZA E INTERPRETA

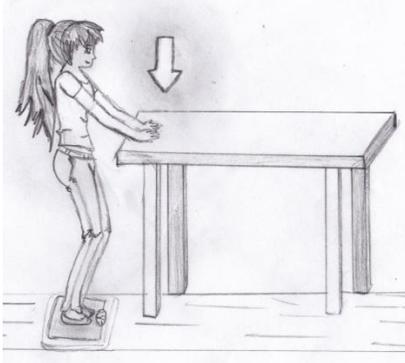
1. ¿Que se mide con la báscula el peso o la masa?

En el laboratorio de física, hay una báscula que se emplea para el control del “peso” de las personas, Milena, aprovecha su tiempo libre para realizar diferentes medidas. En cada una de las siguientes situaciones realiza la predicción indicada:

2. Situación 1 “sobre la báscula”: Milena se sube a la báscula como se indica en el dibujo. ¿Cuál debe ser la lectura que mostrará la báscula? ¿Cuáles crees que sean las fuerzas actúan sobre Milena?

Realiza el dibujo de las fuerzas que actúan sobre: **a)** Milena. **b)** Báscula

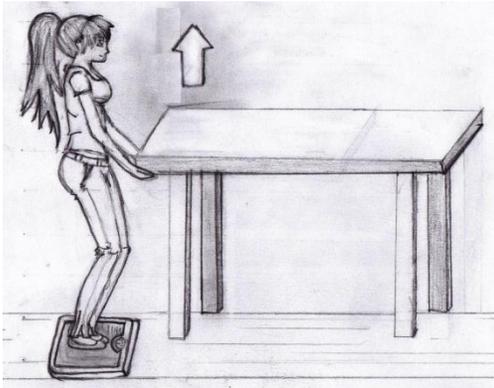




3. Situación 2 “apoyadonse en la mesa”: Milena, subida en la báscula, coloca sus brazos sobre el escritorio y empuja hacia abajo, como se indica en el dibujo. ¿Cuál debe ser la nueva lectura que indicará la báscula ahora?

Realiza el dibujo de las fuerzas que actúan sobre:
a) Milena. b) Báscula c) Mesa.

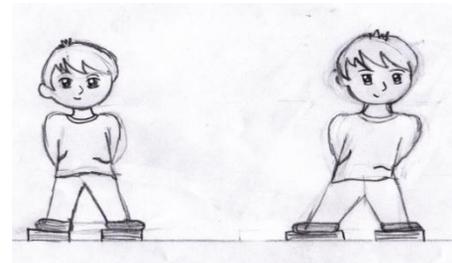
4. Situación 3 “levantado la mesa”: Milena, subida en la báscula, coloca sus brazos debajo del escritorio y empuja hacia arriba intentando levantarlo, como se indica en el dibujo. Explica ¿Qué ocurre con la lectura registrada en la báscula? Realiza el dibujo de las fuerzas que actúan sobre:



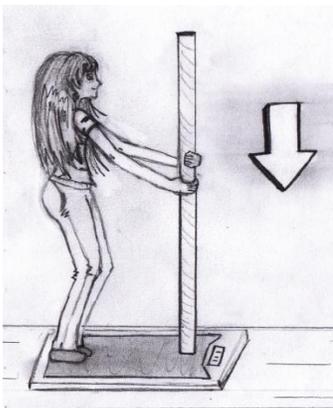
a) Milena. b) Báscula c) Mesa.

5. Situación 4 “sobre dos básculas”: Carlos, un compañero de Milena se para en dos básculas al mismo instante ¿Cuánto indicara cada una? ¿Y si se apoya mas en el pie izquierdo que el derecho que ocurrirá? Explica y elabora el dibujo de las fuerzas que actúan sobre:

a) Carlos. b) Báscula.



6. Situación 5 “empujando con un palo”: Finalmente Milena, subida en la báscula,



ahora toma un palo de escoba y lo apoya sobre la balanza, aplica una gran Fuerza hacia abajo, como se indica en la imagen ¿Que registrará la báscula? Analiza y explica.

D. Anexo: Guía del estudiante

Secuencia No: 4

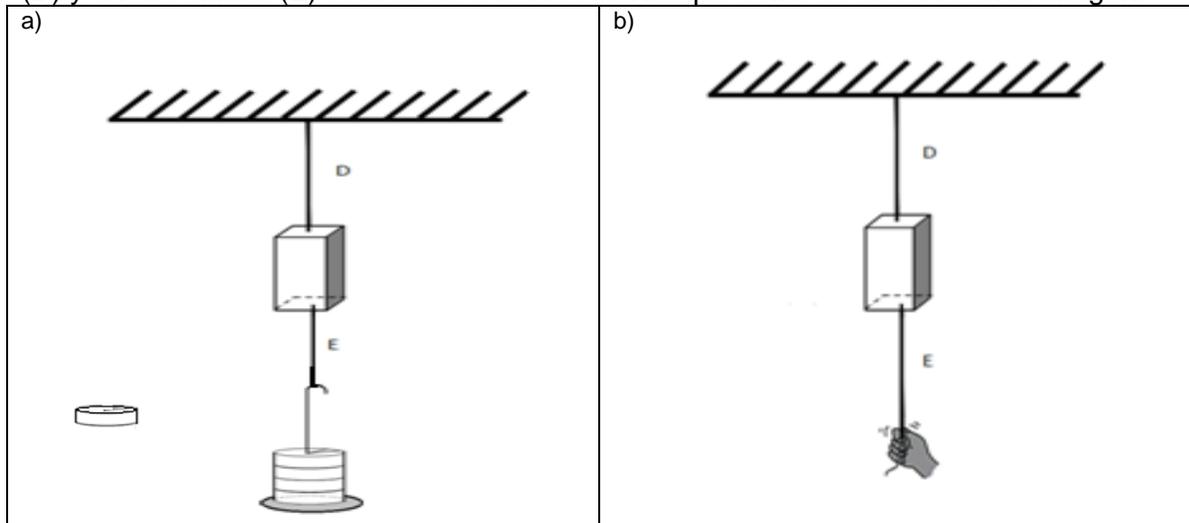


INSTITUTO TÉCNICO INDUSTRIAL PILOTO
JUGANDO CON LA INERCIA
HOJA DE PREDICCIÓN INDIVIDUAL

Para cada una de las siguientes situaciones analiza, explica y escribe tu predicción sobre lo que ocurriría en cada una.

1. Quebrando un hilo

Un pequeño bloque de madera está suspendido del techo, mediante un hilo inextensible (D) y un hilo similar (E) está atado a la base del bloque como se observa en la imagen.



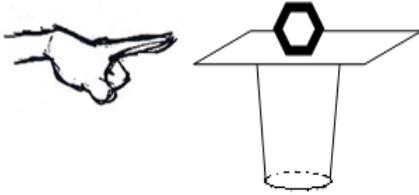
Analiza y responde las siguientes situaciones:

1.1 Al suspender del hilo en forma gradual varias masa de masa m , ¿cuál de los dos hilos se romperá? **Figura a.**

1.2 Si un estudiante le da un tirón rápido y fuerte hacia abajo, ¿Cuál de los dos hilos se romperá D o E? **Figura b.**

2. Juega e interpreta:

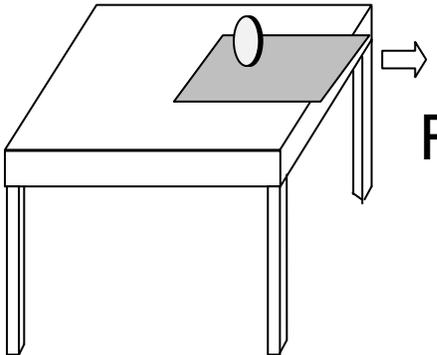
2.1 Sobre un vaso de vidrio se coloca una lámina de cartón, sobre esta se pone encima una pequeña tuerca, como se muestra en la imagen, si se retira la lámina de cartón mediante una fuerza constante y lenta ¿Que ocurrirá con la tuerca? ¿Qué ocurre si se hace un tirón, rápido de la lámina de cartón?



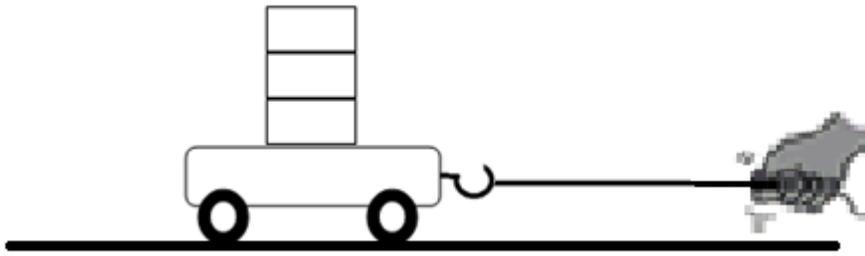
2.2 Se colocan con cuidado verticalmente unas 4 o 5 tuercas sobre un aro de madera como se ilustra en la imagen ¿Al quitar con rapidez el aro, pueden caer todas las tuercas dentro de la botella?



2.3 Se coloca una moneda de quinientos pesos sobre una hoja de papel, explica lo que ocurre al retirar rápidamente la hoja en la dirección que se indica.



2.4 Al pequeño carrito dinámico de laboratorio, se le ha colocado sobre él un grupo de bloques de masa m , se ha atado un hilo inextensible, al realizar un tirón rápido y fuerte ¿Que ocurriría?



2.5 Si se repite el tirón fuerte y rápido pero el carrito libre de masas, ¿Qué crees que ocurriría?



Realiza el proceso ahora en grupo en la hoja de predicción grupal. Discute y elabora un argumento para explicar cada situación.

E. Anexo: Guía del estudiante

Secuencia No: 5



INSTITUTO TÉCNICO INDUSTRIAL PILOTO LA CONCEPCIÓN DEL MUNDO EN EL SIGLO XVII GUÍA DEL ESTUDIANTE

¿Qué aspectos históricos antecedieron a la formulación de las tres leyes del movimiento de Newton?

ESTÁNDAR: Reconozco las ideas y aspectos históricos que revolucionaron la concepción del universo y que forjaron el nacimiento de la ciencia moderna.

EJES TEMÁTICOS:

Modelo geocéntrico, modelo heliocéntrico, concepciones aristotélicas, Copérnico, Galileo y ley de inercia.

OBJETIVO: Analizar, interpretar y reconstruir algunos de los acontecimientos históricos que precedieron la formulación de las leyes del movimiento.

BIBLIOGRAFÍA:

[1] HECHT, E. Física en perspectiva. Addison Wesley. México 1999 P. 35-64

[2] HEWITT, PAUL. Física conceptual. Pearson educación, Novena edición. 2004. P 20-26

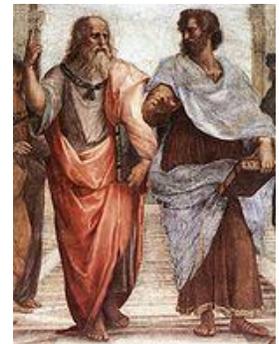
FASE 1: lectura en el aula.

1. LAS CONCEPCIONES ARISTOTÉLICAS DEL MOVIMIENTO



Una de las mayores influencias sobre el pensamiento científico correspondería a la filosofía de Platón y en especial de su discípulo Aristóteles (384 a. C. – 322 a. C.), los cuales dominarían el pensamiento durante 20 siglos.

Sus ideas determinarían la forma de observar el mundo, de manera tal que resultaba inaceptable imaginar que la Tierra se movía y que nuestro sol no giraba en torno a esta. En la física, los estudios de



Aristóteles estaban dedicados fundamentalmente al análisis de las causas y su relación con el movimiento, siendo más de carácter intuitivo que experimental. Los principios aristotélicos fueron desarrollados teniendo en cuenta las siguientes concepciones:

Inexistencia del vacío. La sola idea de un espacio totalmente vacío era inaceptable e inimaginable dentro del pensamiento aristotélico; resultaba inadmisibles pensar en un movimiento continuo.

Existencia de una causa eficiente en todo cambio. En el "movimiento natural" es la inclinación que todo cuerpo posee a ocupar el lugar que le corresponde por su propia naturaleza. En el "movimiento violento" se necesita un motor.

CONCEPCIONES ARISTOTÉLICAS

El principio de la acción por contacto. En todos los movimientos excepto en los naturales, debe existir como causa eficiente un agente de contacto con el cuerpo móvil.

La existencia de un primer agente inmóvil. La hipótesis aristotélica establece que *"todo lo que se mueve es movido por algo"* este algo podría ser una causa o un motor.

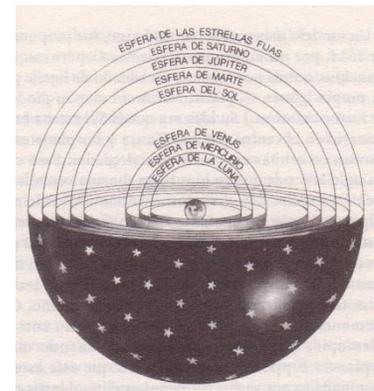


Los estudios de Aristóteles lo llevaron a clasificar el movimiento en dos clases principales: el movimiento natural y el movimiento violento. El **movimiento natural** se relacionaría con la "naturaleza" del objeto, dependiendo de qué combinación de los cuatro elementos poseía (tierra, aire, fuego, agua; toda la materia terrestre estaba compuesta de cantidades diferentes de estos elementos). Es así como Aristóteles explicaba que todo objeto en el universo tenía un lugar propio, determinado por esta "naturaleza" (la esfera de la tierra en el centro del mundo, luego la esfera del agua, luego la del aire y el fuego en la periferia), y que cualquier objeto que no está en su lugar propio "trataría" de ir a su sitio. Una roca es predominantemente una sustancia terrestre y por tanto descendía hacia el centro del universo, una pluma es una mezcla de aire y tierra, pero principalmente de esta última, entonces caería al suelo, pero no con la misma rapidez que la roca; por tanto Aristóteles afirmaba que los objetos más pesados deberían caer a rapidezces proporcionales a sus pesos; mientras más pesado era un cuerpo, más rápido debería caer. En general, el movimiento natural debía ser hacia arriba, hacia la periferia, o directo hacia abajo, hacia el centro, como sucede con todas las cosas pesadas sobre la Tierra.

Para esta época la concepción del mundo era la de una Tierra inmóvil, como centro del universo, rodeada por esferas que contenían a los diferentes planetas, siendo este lugar eterno, inmutable e incorruptible; el cielo era dominado por el movimiento circular, sin principio ni fin, que se repetía sin desviarse. Aristóteles creía que los cielos se regían con

reglas distintas, asegurando que los cuerpos celestes eran esferas perfectas compuestas por una sustancia perfecta e inalterable que denominó *éter*.

El **movimiento violento** era explicado por la acción permanente de un agente. Debía ser un empuje o tracción: “*sin una fuerza impulsora no hay movimiento*”. Si se deja de realizar o ejercer dicha fuerza, el movimiento de progresión cesa, deteniéndose, siendo el reposo lo más natural.



Cuando se arroja una roca o se lanza un dardo, se puede observar que después de que el objeto deja la mano no se puede apreciar qué o quién le hace fuerza para que se siga moviendo. Aristóteles imaginaba que el aire separado por el movimiento del objeto causaba un efecto impulsor, al reagruparse detrás del objeto para colmar el vacío producido, haciéndolo mover hacia adelante. Ver figura 1.

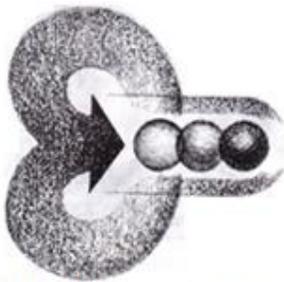


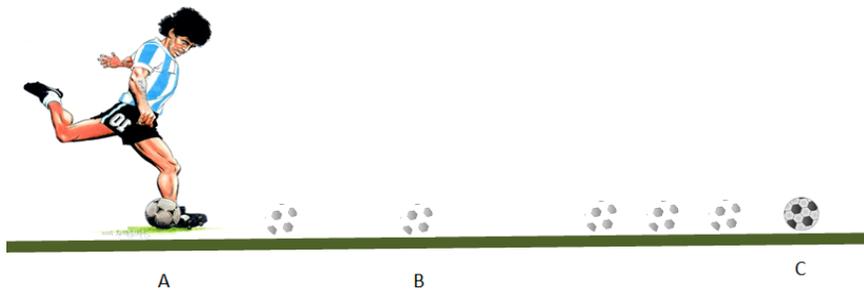
Figura 1. El aire va acumulándose detrás e impulsando así al objeto lanzado.

Finalmente, la concepción del movimiento se debe a la naturaleza del objeto en movimiento o a una fuerza de contacto sostenida durante el transcurso del movimiento. Si un objeto está en su lugar propio no se moverá, sino cuando se le someta a una fuerza, a excepción de los cuerpos celestes que se mueven eternamente en círculos.

Frente a esta idea aristotélica, **Juan Filopón** en el siglo VI de nuestra era, se interesó por desarrollar un argumento para explicar el movimiento de los cuerpos sin la influencia de agentes externos (teoría del “*ímpetus*”). Posteriormente en el siglo XIV **Jean Buridan**, pensaba que el aire circundante no impulsaba los cuerpos en movimiento, sino que por el contrario, los frenaba, su argumento establecía que el *ímpetus* que actuaba sobre un cuerpo le daba una cualidad a éste, permitiéndole mantener su velocidad hasta que fuese afectado por la resistencia que ofrecía el medio en el cual se movía. El *ímpetus* era una alternativa que pretendía mantener el principio aristotélico de que el movimiento era producido por una causa o motor.

ACTIVIDADES

1. Elabora un glosario de palabras o términos desconocidos.
2. Observa con atención el video: "Geocentrismo y Heliocentrismo: Evolución de la percepción del universo." <http://youtu.be/pAK2t3znuYk>
3. Realiza una síntesis o mapa conceptual del video.
4. Diseña y elabora una sopa de letras.
5. Cuál era el argumento de Nicolás Copérnico para explicar la validez de su modelo Heliocéntrico.
6. Elabora 2 Preguntas para compartir con tus compañeros.
7. Consulta el blog para explorar otros videos complementarios.
<http://alexproynewton.wordpress.com/historia/>
8. Para discutir en aula: El jugador patea un balón de futbol, de manera que hace que se mueva horizontalmente sobre el césped hasta que se detiene varios metros delante de él, dibuja y describe las fuerzas que actúan sobre el balón en: (A) cuando lo impacta, en el punto (B) y cuando se detiene completamente en (C).



¿Cuál sería la explicación de Aristóteles para el movimiento del balón?

9. Indaga y profundiza un poco más sobre la vida de **Juan Filopón** y **Jean Buridan**.
10. Realiza la autoevaluación de la secuencia didáctica. Elabora un pequeño cuadro en donde describas fortalezas, debilidades y aspectos a mejorar de:
 - Tu proceso de aprendizaje y avance personal dentro de la temática trabajada hasta el momento.
 - El contenido de la guía y la metodología empleada.

Si deseas puede realizar comentarios o recomendaciones personales adicionales en el blog de la clase.

F. Anexo: Guía del estudiante Secuencia No: 6



INSTITUTO TÉCNICO INDUSTRIAL PILOTO INERCI A GALILEANA GUÍA DEL ESTUDIANTE

CONCEPTUALIZACIÓN: ¿Qué aspectos históricos antecedieron a la formulación de las tres leyes del movimiento de Newton?

ESTÁNDAR: Reconozco las ideas y aspectos históricos que revolucionaron la concepción del universo y que forjaron el nacimiento de la ciencia moderna.

EJES TEMÁTICOS: Modelo geocéntrico, modelo heliocéntrico, concepciones aristotélicas, Copérnico, Galileo, el telescopio y ley de inercia.

OBJETIVO: Analizar, interpretar y reconstruir algunos de los acontecimientos históricos que precedieron la formulación de las leyes del movimiento.

TIEMPO: 2 horas clase.

PREGUNTA ORIENTADORA

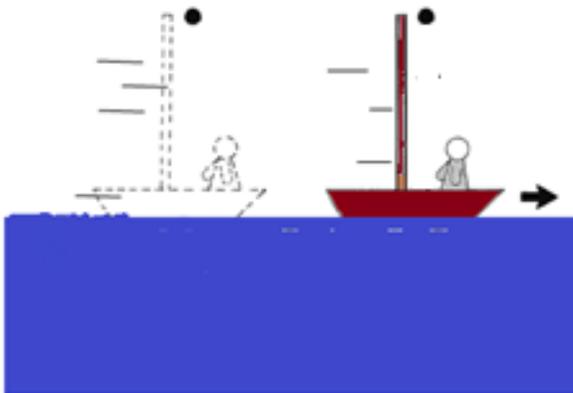
La Tierra está en continuo movimiento, ¿Por qué entonces no sentimos este movimiento?

Fase 1: Tiempo: 10 minutos

1. Analiza y responde las siguientes situaciones, debes escoger la opción y elaborar el argumento por el cual escogiste dicha opción, en el cuaderno.

Una embarcación se mueve horizontalmente con velocidad constante sobre aguas muy tranquilas de un gran lago, en un instante dado en dicha embarcación, se suelta desde lo alto del mástil una

esfera, la esfera



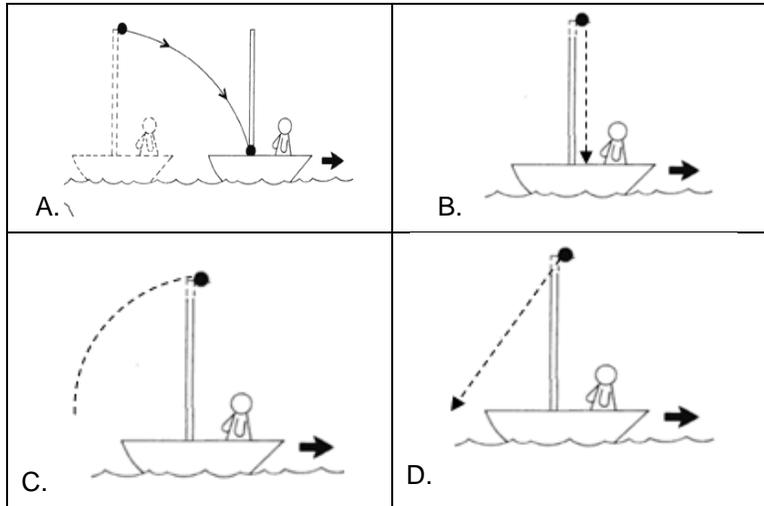
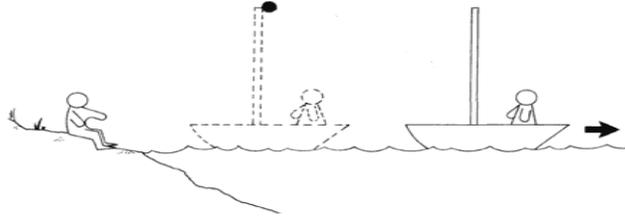
A. caería en la parte trasera del barco, lejos del mástil.

B. caería verticalmente en forma rectilínea, junto al mástil de la embarcación.

C. caería en la parte delantera del barco, golpeando la cabeza del ocupante.

D. caería en el agua, mientras que el barco sigue avanzando hacia adelante.

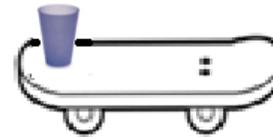
1.2 La trayectoria descrita por la esfera que cae vista por una persona que se encuentra fuera de la embarcación en la orilla del lago correspondería a la mostrada en



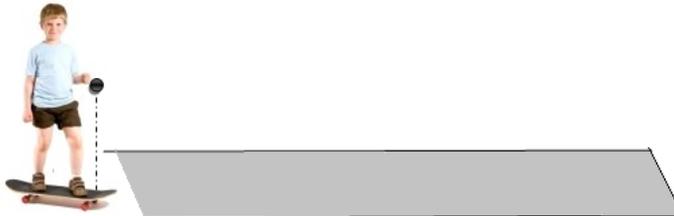
Fase 2: Preconceptos e ideas previas. Tiempo 15 minutos.

Se requieren los siguientes materiales: patineta, recipiente plástico, cuerpo de madera o platilina y una cuerda.

Procedimiento: ajustar el recipiente plástico sobre la parte superior de la patineta con una cuerda, de manera que no se mueva, manteniéndolo fijo sobre la patineta.



Actividad: al estar en movimiento uniforme sobre la patineta el estudiante dejará caer verticalmente el objeto de plastilina en el recipiente plástico, intentando recrear la situación problemática de la embarcación.



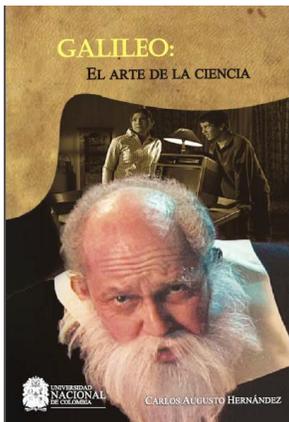
Cuando se este moviendo con una rapidez constante, dejar caer el objeto

Observar y registrar los resultados obtenidos de la experiencia con la patineta.

Fase 3: Lectura en el aula. Tiempo 10 minutos

Lectura II. “Galileo: El arte de la Ciencia. Autor Carlos Augusto Hernández” P. 17-19.

El texto lo puedes descargar completo y en forma gratuita del siguiente enlace: <http://www.galileogalilei.unal.edu.co>.



El telescopio

“A comienzos de 1610, Galileo examina el Cielo con el telescopio y lo que observa le ofrece razones suficientes para pensar que los cuerpos celestes no son perfectos, como se creía en su tiempo, y que la Tierra da la vuelta al Sol como los demás planetas, mientras la Luna gira alrededor de ella como lo hacen, entorno a Júpiter, cuatro satélites nunca antes vistos. El espectáculo del telescopio tiene para él una consecuencia importante. La Tierra se mueve, pero este movimiento es invisible.

Copérnico había llegado antes de Galileo a esa extraordinaria idea porque le parecía lógico que el Sol, luz del universo, el más grande de los cuerpos celestes por debajo de las estrellas fijas, ocupara el centro del mundo. Para él el movimiento de la Tierra no era visible porque nos movemos junto con ella. Pero la experiencia sensible nos dice que la Tierra está firme bajo nuestros pies y nada la empuja para que se mueva. La física de Aristóteles se soporta en la experiencia sensible, aunque su teoría sobre el Cielo, como veremos más adelante, trataba de ir más allá de esa experiencia.

Puesto que la experiencia sensible sola no permitía saber que la Tierra estaba en movimiento, para sostener la teoría de Copérnico era necesario explicar el movimiento de la Tierra y por qué ese movimiento era invisible. Se trataba en cierto sentido de enfrentar inicialmente la razón a los sentidos. La afirmación del movimiento de la Tierra resultaba increíble para quienes no experimentaban sensiblemente ese movimiento. Los filósofos, que acudían a las enseñanzas de Aristóteles, y los teólogos, que tenían como referencia los libros sagrados, no estaban dispuestos a cambiar sin resistencias su imagen de la Tierra inmóvil. La dinámica newtoniana sería más tarde una razón suficiente para abandonar la inmovilidad de la Tierra y se encontrarían luego experiencias, que Galileo no podía siquiera imaginar, para borrar cualquier duda sobre el movimiento de la Tierra. Pero Galileo quería mostrar que ese movimiento era posible y que la experiencia no lo contradecía.

En tiempos de Galileo las dos teorías sobre el orden del universo, la que suponía la Tierra inmóvil en el centro (Ptolomeo y Aristóteles) y la que suponía el movimiento de la Tierra alrededor del Sol (Copérnico), podían enfrentarse sin que fuera posible decidir entre ellas. Parte importante de la decisión de consideraciones estéticas. Para los partidarios del copernicanismo, el sistema geocéntrico de Aristóteles y Ptolomeo parecía más complicado que el heliocéntrico de Copernico y Galileo; la fuente de luz, el Sol, debía estar en el centro del universo y el sistema heliocéntrico era más simétrico que el

ptolemaico. El orden copernicano era más convincente para Galileo y él podía demostrar que las pruebas aristotélicas de la inmovilidad de la Tierra no eran definitivas. Según esas pruebas, al soltar un cuerpo desde lo alto, el cuerpo cae debajo del sitio de donde se soltó. Si la Tierra se moviera, el cuerpo que cae quedaría atrás. Pero Galileo aseguraba que los cuerpos que caen no se quedaban atrás porque mantienen el movimiento que tenían al soltarlos. Eso significaba que el movimiento se mantiene, un principio de la ciencia moderna que contradice la experiencia cotidiana.

Paro los contemporáneos de Galileo era evidente que la Tierra estaba inmóvil. Nosotros en cambio, aprendimos muy temprano que la Tierra se mueve y no discutimos esa enseñanza porque no nos parecía imaginable contradecir al maestro o al libro. De este modo perdimos el asombro que nos hubiera llevado a preguntar como es posible que la Tierra rote sobre si misma y se mueva alrededor del Sol a terribles velocidades sin que sintamos ese movimiento de la Tierra, pero aceptamos que no está quieta porque éste es uno de los descubrimientos de la ciencia...”

Fase 4: Presentación de los videos.

Video: Galileo: El arte de la Ciencia. El telescopio. Capítulo I.

Duración del video: 24 Minutos

Observa con atención el desarrollo del video y registra en tu cuaderno los aspectos que te llamen la atención.



Esta video pertenece a una serie disponible en forma completa en el siguiente enlace:<http://www.primatv.unal.edu.co/nc/detalle-serie/detalle-programa/article/el-telescopio.html>

ACTIVIDADES

1. Del video: Galileo: El arte de la ciencia, enuncie y explique las ideas aristotélicas que galileo confrontaba con sus trabajos de investigación.
2. ¿Quién invento el telescopio? ¿Qué importancia tiene el telescopio en el trabajo de Galileo?

3. Describe con tus palabras la situación imaginaria que empleo Galileo para comprender el movimiento de la Tierra.
4. Realiza una breve descripción del comportamiento y actitud que le atribuyes a de cada uno de los personajes (Mateo, Carolina, el profesor y los compañeros de clase).
5. Elabora 5 preguntas para compartir con tus compañeros.
6. Observa el siguiente video: Serie Universo Mecánico "Ley de Inercia" 14 minutos.



Enlace: <http://youtu.be/58cRiUjcTSU>

7. Realiza un resumen del contenido del video Ley de inercia.
8. Elabora un glosario de términos
9. Utilizando tus apuntes y los diferentes contenidos de la clase elabora un mapa conceptual.

G. Anexo: Guía del estudiante

Secuencia No: 8

INSTITUTO TÉCNICO INDUSTRIAL PILOTO RELACIÓN MASA, FUERZA Y ACELERACIÓN GUÍA DEL ESTUDIANTE



CONCEPTUALIZACIÓN: ¿Qué relación hay entre fuerza, masa y aceleración?

ESTÁNDAR: Relaciono el estado de reposo o movimiento de un objeto con las fuerzas aplicadas sobre éste.

EJES TEMÁTICOS: Segunda ley de Newton, fuerza neta, masa, aceleración velocidad.

OBJETIVO: Brindar al estudiante herramientas conceptuales que permitan la interpretación de la relación fuerza, masa y aceleración sobre un cuerpo.

TIEMPO: Dos horas clase.

RECURSOS: Pc portátil, video beam, video: EL Vehículo más veloz, carro dinámico, juego de masas, Flexómetro, video Mass vs Weigth y guía de trabajo.

FASE 1: Presentación del video.

¿Cuál vehículo crees que sea más veloz?



Honda Dn 01



Avión Sukhoi



Porche 911 Turbo Coupé

ACTIVIDAD 1. En grupo de cuatro estudiantes discutir, analizar y resolver las siguientes inquietudes:

1.1 Imagina que pudieses realizar una competencia para resolver la pregunta inicial. ¿Como la idearías?

1.2 ¿Qué reglas y condiciones plantearías para realizar una competencia equilibrada y justa?

1.3 ¿Qué magnitudes físicas se podrían medir en una competencia como esta?

1.4 ¿Cuál vehículo crees que sea más veloz?

ACTIVIDAD 2. Observa con atención el siguiente video:



Fuente: <http://youtu.be/Zxz4j94Dvuk>

- 2.1 Después de ver el video brindar una explicación de lo ocurrido en términos y lenguaje de la física.
- 2.2 Describe y enumera los diferentes conceptos y principios físicos que pueden inferirse de la situación que se muestra en el video.
- 2.3 Define en tus propios términos los conceptos establecidos en el punto anterior.
- 2.4 ¿Qué relación tiene el video con la segunda ley de Newton?
- 2.5 ¿Qué relación hay entre fuerza, masa y aceleración?

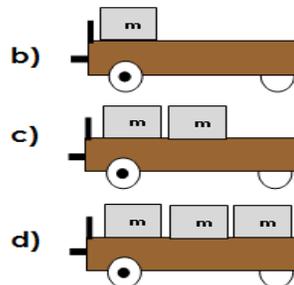
FASE 2: Experimento sencillo.

Materiales: Carro dinámico, juego de masas y Flexómetro.

Procedimiento: Colocar el carro sobre el piso. Impulsalo apoyando contra la pared su mecanismo de propulsión, observa y registra la distancia recorrida y el tiempo que dura el movimiento.

Ahora coloca una masa en la parte superior y repite el procedimiento anterior, registra la distancia recorrida y el tiempo que dura el movimiento. Repite en lo sucesivo colocando gradualmente las masas sobre el carrito. Registra las mediciones y elabora la descripción de tus observaciones.

Organiza los datos, compara y realiza una conclusión general la experiencia realizada.



Analiza y discute con tus compañeros de grupo las siguientes preguntas:

1. ¿Qué relación hay entre la fuerza y la masa?
2. ¿Qué relación hay entre la fuerza y aceleración?

3. ¿Qué ocurre con la velocidad?
4. ¿Qué fuerzas actúan sobre el carrito? Realiza la representación del D.C.L.
5. Observa con atención e interpreta la información del siguiente video:

Mass vs Weighth. “Accelerating mass”



<http://education.ssc.nasa.gov/massvsweight.asp>.

Discute e interpreta con tus compañeros la información contenida en el video, Escribe tus preguntas y compártelas al grupo.

6. Revisa el tema de la segunda ley en libro de física, busca inicialmente los ejercicios resueltos y revisa la metodología empleada para su solución. Resuelve los cinco primeros ejercicios recomendados para este tema.

H. Anexo: Guía del estudiante Secuencia No: 9

INSTITUTO TÉCNICO INDUSTRIAL PILOTO
FUERZAS, DIBUJANDO VOY INTERPRETANDO
GUÍA DEL ESTUDIANTE



CONCEPTUALIZACIÓN: ¿Cuáles son las condiciones que se deben cumplir para que un cuerpo este en equilibrio?

ESTÁNDAR: Relaciono el estado de reposo o movimiento de un objeto con las fuerzas aplicadas sobre éste.

Utilizo las matemáticas como una herramienta para organizar, analizar y presentar datos.

EJES TEMÁTICOS: Leyes de Newton, condiciones de equilibrio, D.C.L.

OBJETIVO: Reconocer e interpretar las diferentes fuerzas de contacto que actúan sobre cuerpos y objetos cotidianos.

Recomendaciones generales: Durante las secuencias didácticas han sido analizados diferentes conceptos y fundamentos de las leyes del movimiento, a continuación se presentan algunas recomendaciones para tener en cuenta:

Para cada fuerza que se describa debe identificarse el par (quien la ejerce – quien la recibe). Recordar las conclusiones y definiciones de la secuencia 1, los cuerpos **no tienen fuerza** solo la ejercen o la reciben, teniendo claro que se necesita siempre dos cuerpos.

Para cada una de las imágenes debe identificarse las fuerzas que intervienen, únicamente sobre el objeto o cuerpo en estudio, utilice el D.C.L. para representar dichas fuerzas.

Se debe tener atención en la escala, forma y calidad de los D.C.L, esto facilita el proceso de interpretación, recuerde que las fuerzas actúan directamente en el centro de gravedad del objeto.

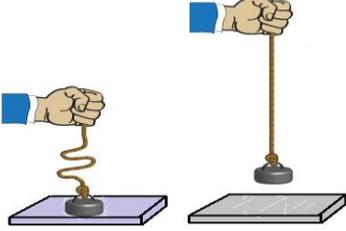
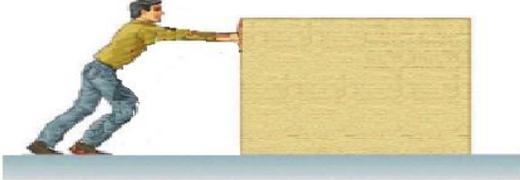
Recuerde que las fuerzas de contacto corresponden a casos particulares de las fuerzas fundamentales.

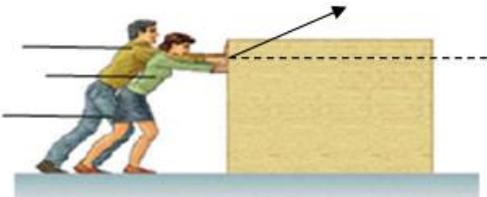
Revisa tus apuntes y realiza periódicamente lectura en diferentes textos de física en donde puedas complementar y profundizar las temáticas discutidas en el aula.

1. Analiza y responde las siguientes preguntas.

- ¿Cuánta fuerza se debe aplicar a un cuerpo de masa m para lograr moverlo de un sitio a otro?
- ¿Qué factores intervienen en la fuerza de fricción?
- ¿Cuáles son las condiciones que se deben cumplir para que un cuerpo ese en equilibrio?

2. Resuelve en el aula y ten presente las diferentes recomendaciones que te dará el docente. En todos los casos elabora el D.C.L.

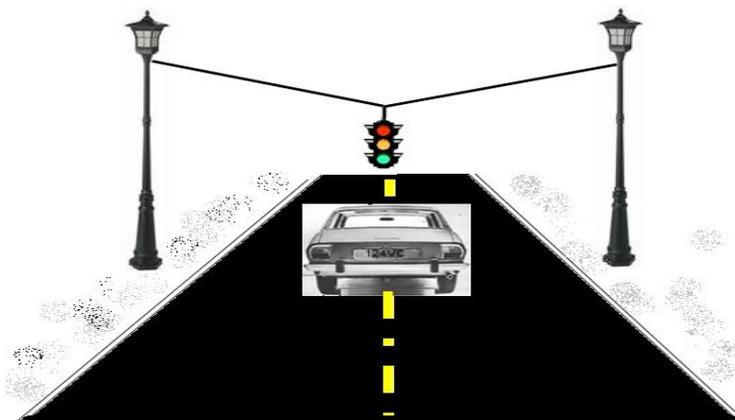
<p>2.1 Se tiene un cuerpo cuya masa es de 1,2 kg atada a una cuerda inextensible como se muestra en la figura. ¿Cuál debería ser el valor de la fuerza que debe aplicar una persona para lograr levantarla y sostenerla a una misma altura durante varios minutos?</p>	
<p>2.2 Se tiene una enorme caja de madera sobre el piso del salón de clase, cuya masa aproximada es 25 Kg, como se muestra en la siguiente imagen. Analiza y responde:</p> <ol style="list-style-type: none"> ¿Cuáles son las fuerzas que actúan sobre la caja? Determine el valor de cada una. ¿Puedes relacionar alguna ley de Newton con esta situación? Explica. 	
<p>2.3 Un estudiante aplica una fuerza horizontal como se indica pero no logra moverla.</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Cuál debe ser la razón? - ¿Crees que se podría predecir cuanta fuerza se requiere para mover la caja? ¿Cuál crees que debe ser el valor de la fuerza requerida para lograr mover la caja? <p>Representa el diagrama de cuerpo libre para el caso en el que se logra mover.</p>	<p>Dibuja las fuerzas que actúan sobre la caja.</p> 

<p>2.4 Imagina que se ha podido eliminar completamente la fricción entre el piso y la caja, la persona aplica una fuerza permanente y constante durante unos 5 segundos y la suelta, Realiza una descripción de cómo debe ser durante este tiempo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El tipo de movimiento descrito por la caja. - la velocidad de la caja - La aceleración de la caja. - El diagrama de fuerzas. <p>-¿Cuál será el comportamiento de las anteriores cantidades en un tiempo posterior a los 5 segundos?</p>	<p>Dibuja las fuerzas que actúan sobre la persona</p> 
<p>2.5 Realiza el dibujo de las fuerzas que actúan sobre la caja, cuando se logra moverla como se indica en el siguiente dibujo, las dos personas aplican la fuerza en la dirección que se nos indica en la imagen</p> <p>a) Con fricción b) Sin fricción</p>	 <p>Ángulo aproximado 20° con la horizontal.</p>

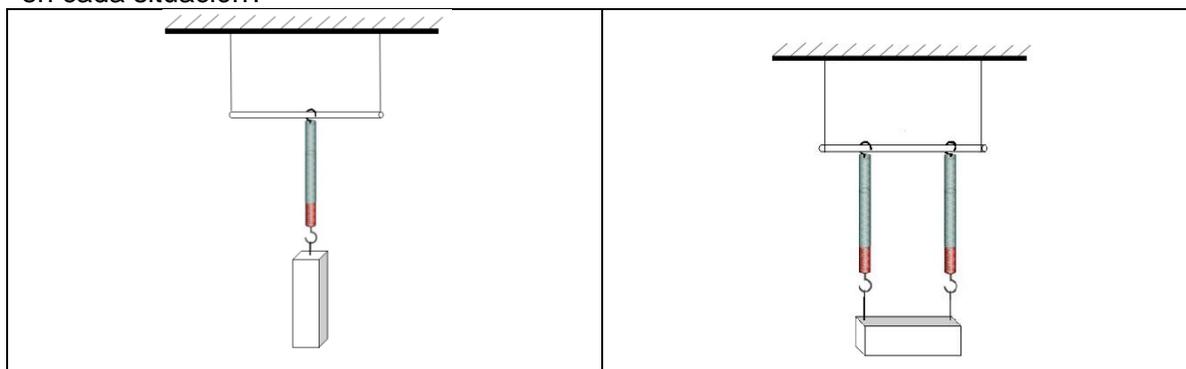
2.6 Cuando crees que se requiere aplicar una mayor fuerza sobre la caja:

- a. Al empujar la caja inicialmente en reposo para lograr deslizarla por la superficie.
- b. Al aplicar la fuerza cuando la caja ya está en movimiento deslizándose por la superficie.

2.7 Observa la siguiente imagen, el semáforo tiene una masa aproximada de unos 3 kg y el automóvil alrededor de unas 2.5 Toneladas. Identifica y representa las fuerzas que actúan sobre el semáforo y sobre el automóvil. Escribe la representación algebraica para cada cuerpo.

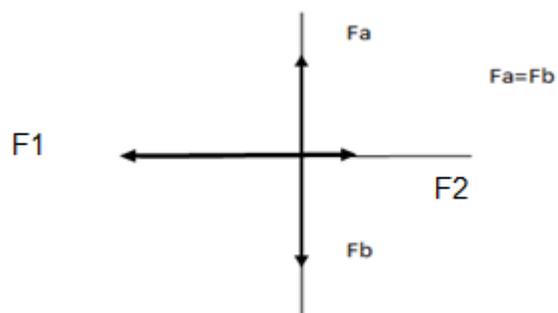


2.8 Una bloque de madera de unos 250 gramos se suspende como se indica en la imágenes de un dinamómetro, ¿Cuál debe ser la lectura en newton que deben mostrar en cada situación?



2.9 Utiliza los dinamómetros y los bloques de madera para realizar la representación de la pregunta anterior. Observa, registra y compara con tus resultados teóricos.

2.10 Observa y describe el comportamiento que debería experimentar una partícula cuando sobre está actúan las fuerzas que se muestran en el siguiente diagrama de cuerpo libre.



- Representa algebraicamente la sumatoria de fuerzas en el eje horizontal y eje vertical.
- Determine el vector fuerza neta resultante mediante el método gráfico.

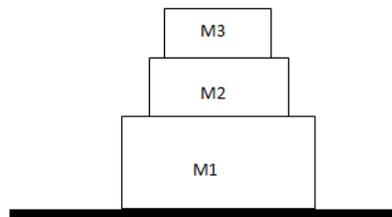
3. ACTIVIDAD COMPLEMENTARIA

3.1 Realiza una revisión y lectura en el texto de física y otras fuentes que encuentres en el internet.

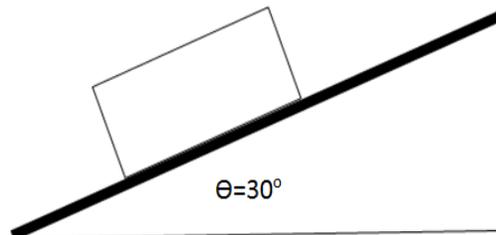
3.2 Elabora un mapa conceptual con la información que obtuviste y contrasta con los conceptos discutidos en clase.

3.3 Analiza y pon en práctica tus conocimientos con las siguientes situaciones:

- Identifica y elabora el D.C.L para cada una de las masas.
- Realiza la representación algebraica correspondiente.



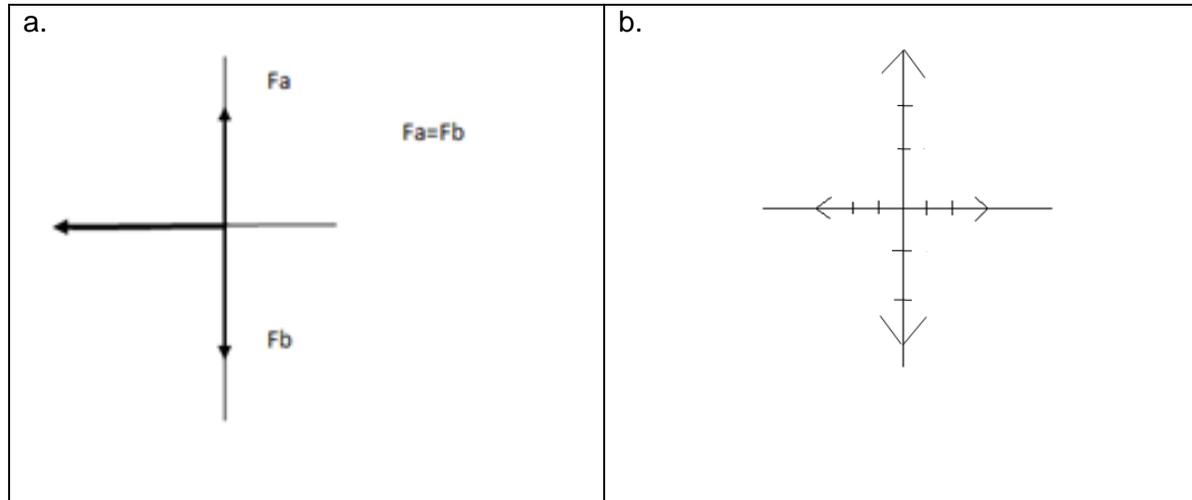
3.4 Considera un bloque de madera de 200 gramos sobre una superficie inclinada, como se indica en la imagen.



- Si la fricción es despreciable, ¿Cuál sería el comportamiento y que fuerzas actuarían sobre el bloque?
- Si el coeficiente de fricción estático entre las superficies es $\mu_s = 0,3$ ¿Se deslizará el bloque?

3.5 Usted le revisa los apuntes de su compañero y encuentra un D.C.L como el de la siguiente imagen.

Que información puede se puede inferir de cada D.C.L.



I. Anexo: Guía del estudiante

Secuencia No: 10

INSTITUTO TÉCNICO INDUSTRIAL PILOTO EL DESLIZADOR GUÍA DEL ESTUDIANTE



EJES TEMÁTICOS: Fuerza neta, Segunda ley de Newton, fuerza de fricción, coeficiente de fricción, ecuaciones de equilibrio.

ESTÁNDAR: Establezco relaciones entre las diferentes fuerzas que actúan sobre los cuerpos en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme.

OBJETIVO: Identificar y reconocer las fuerzas que actúan sobre un cuerpo, su representación gráfica y algebraica para describir la interacción de fuerzas mediante ecuaciones.

RECURSOS: Disco de madera de unos 14 cm de diámetro y globo.



1. Responde en forma individual en tu cuaderno las siguientes preguntas:
 - a. ¿En qué condiciones se presenta el reposo?
 - b. ¿Cuándo se sabe que un objeto esta en equilibrio?
 - c. Describa las características de un movimiento rectilíneo uniforme MRU.
 - d. ¿Qué fuerzas actúan cuando un cuerpo describe un MRU?
2. El docente realizará la exposición de una situación particular con el disco de madera, elabora en tu cuaderno la descripción de los pares de fuerza que se pueden reconocer. Elabora el D.C.L.
3. Realizar la descripción de las leyes de Newton relacionadas con la situación descrita por el docente.
4. Seguir con atención las instrucciones y preguntas que se realicen durante la clase.
5. **EVALUACIÓN:** Al finalizar la clase, debe realizar la autoevaluación del proceso.
 - Describe los aspectos conceptuales que se afianzaron en esta secuencia.
 - Identifica los procesos o temas en los que tienes confusión o dificultad.
 - Elabora preguntas para hacerle al docente.
 - Realiza una síntesis o diagrama de flujo del proceso realizado en la secuencia.

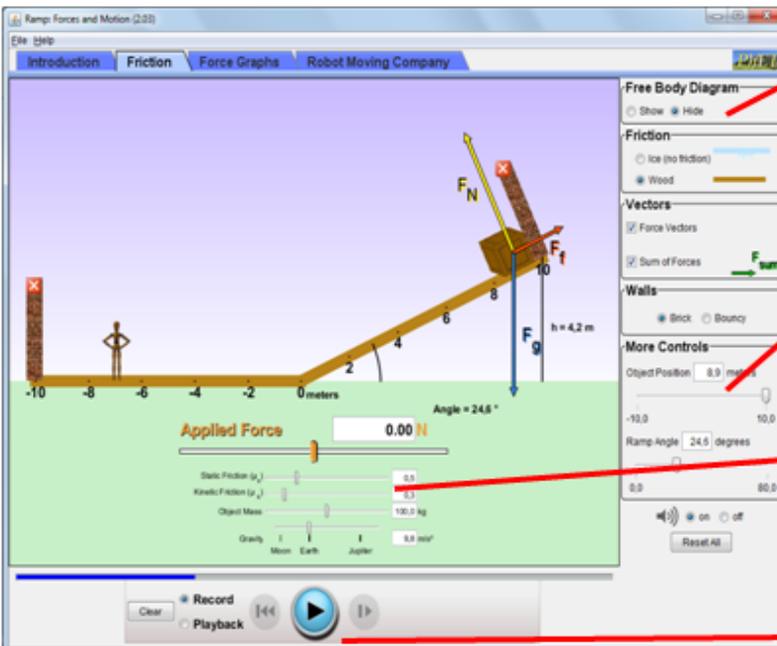
J. Anexo: Guía del estudiante

Secuencia No: 12

INSTITUTO TÉCNICO INDUSTRIAL PILOTO EL PLANO INCLINADO GUÍA DEL ESTUDIANTE



1. Practica con el simulador Ramp: Forces and motion 2.03.



Nos muestra el D.C.L de la situación.

Con estos controles se puede variar la posición y el ángulo de inclinación de la plataforma.

Controles para variar los coeficientes de fricción, la masa del objeto y el valor de la aceleración gravitacional

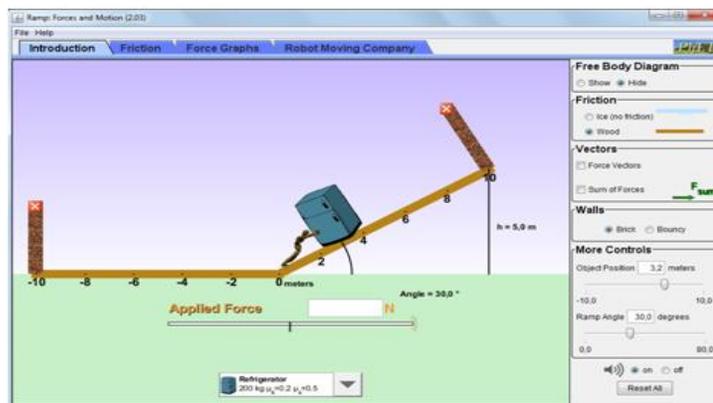
Todas las aplicaciones nos permiten grabar el proceso, para poder observar con detalle cada situación.

Realiza la práctica y describe en forma detallada los resultados y observaciones del proceso efectuado, al finalizar debes presentar el informe completo de esta actividad.

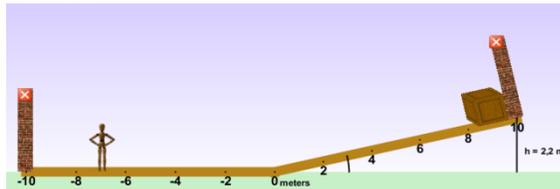
a. Utiliza el cuadro de controles para asignar los siguientes valores:

- Ubica la caja de madera en la posición 10 m, ángulo en 0° .
- Coeficientes de fricción cinético $\mu_k = 0,3$ y coeficiente estático $\mu_s = 0,5$.
- Gravedad terrestre.

- b.** Inicia la simulación para determinar el valor aproximado del ángulo de inclinación para el cual se produce el deslizamiento de la caja de madera. Registra en el cuaderno el D.C.L. y las observaciones del proceso.
- c.** Cambia el valor de la gravitación y registra en tu cuaderno las variaciones que se muestran en la simulación. Analiza y compara.
- d.** Emplea la herramienta para la elaboración de gráficas e interpreta lo que describe la simulación para cuando la caja de madera se desliza por la rampa.
- e.** Intenta asignar un valor de 0,7 para el coeficiente de fricción cinética y 0,2 para el coeficiente de fricción estática. Explica e interpreta el resultado.
- f.** Determina con el simulador cuanta fuerza debe estar aplicando la persona para sostener el refrigerador en reposo, como se muestra en la imagen. Realiza el proceso en forma teórica y contrasta con los datos observados en la simulación.



Ejercicios complementarios.



Se coloca en reposo un bloque de madera de 5 Kg, sobre un plano, cuya inclinación es de 13 grados. Los coeficientes de fricción entre las superficies son $\mu_s = 0,3$ y $\mu_k = 0,2$.

- ¿Cuál es la fuerza de rozamiento que se experimenta?
- ¿Cuál es el valor de la fuerza neta?

Si el ángulo de inclinación se eleva 40 grados. ¿Se deslizará la caja?

Explica que ocurre con la fuerza normal, el valor de la fuerza neta y la aceleración que experimenta el bloque.

K. Anexo: Guía del estudiante

Secuencia No: 13

INSTITUTO TÉCNICO INDUSTRIAL PILOTO NEWTON, Vida y Obra GUÍA DEL ESTUDIANTE



Durante las sesiones se ha revisado y analizado las leyes del movimiento, sin embargo, también es necesario indagar por su autor. En esta guía la invitación es para responder las siguientes preguntas:

¿Quién es Isaac Newton?

¿Cuáles fueron sus aportes a la ciencia?

OBJETIVO: Reconocer e identificar los principales acontecimientos de la vida y obra de Newton.

LOGROS ESPERADOS: El estudiante reconoce e identifica los aspectos y características relevantes en la vida y contexto histórico de Newton.

Enlaces en la internet:

- **Newton's dark secrets:** <http://www.pbs.org/wgbh/nova/newton/>

- **Biografía:** <http://www.biografiasyvidas.com/monografia/newton/>

- **Lectura:** “El contexto cultural de la obra de Newton” Disponible en línea en: http://books.google.com.co/books/about/Isaac_Newton.html?id=r4jXSHE9uRYC&redir_esc=y



ACTIVIDADES

1. Emplea la internet para indagar y consulta la biografía de Isaac Newton, revisa diferentes fuentes y elabora un resumen de los aspectos significativos y relevantes en su vida, que den cuenta de los aspectos personales, estudios e investigaciones y obras escritas.

2. Para tener una pequeña idea de la época y contexto en que vivía nuestro personaje debes realizar la lectura del texto: “*El contexto cultural de la obra de Newton*” Publicado en el siguiente libro: **GRANES S, José. Isaac Newton. Obra y contexto. Una introducción. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. Páginas 33 a 44.** Elabora el resumen en el cuaderno.



3. Curiosidades.

a) Entre las muchas historias de Newton la más mencionada es la siguiente: Dice la historia que Newton descansaba debajo de un manzano, protegido de los rayos del sol por la sombra del árbol. De la nada, una manzana cae y choca contra la cabeza del físico y alquimista. En un súbito pensamiento, se da cuenta de que la misma fuerza que hizo a la manzana caer, es la que mueve la luna alrededor de la tierra, y los planetas alrededor del sol: la gravedad.

Y que piensas, ¿Es verdad o es una leyenda? Investiga y realiza la explicación.

b) Consulta que dice el epitafio en la tumba de Newton.

4. Visita el blog de la clase: <http://alexproynewton.wordpress.com/biografia/> y revisa los videos de la biografía de Newton, registra en el cuaderno los aspectos más relevantes y con toda la información que has conseguido en el desarrollo de la guía elabora una línea de tiempo.

5. En grupo de cuatro estudiantes deben planear y organizar una exposición para el grupo en donde se presente una síntesis de la información relacionada con la información contenida en **Newton's dark secrets** y otras fuentes que estimen relevantes.

L. Anexo: Recursos y enlaces en la Internet

A continuación se presentan algunas direcciones de internet en la que es posible encontrar diferentes alternativas para complementar el trabajo en el aula con los estudiantes.

1. Proyecto Newton (Recursos interactivos para la enseñanza de la física): Este enlace es desarrollado por el Ministerio de Educación de España, a cargo del Instituto de Tecnologías Educativas ITE. En este sitio web se encuentran diferentes contenidos para los estudiantes.

- Enlace principal: <http://recursostic.educacion.es/newton/web/>
- Fuerza: http://recursostic.educacion.es/newton/web/materiales_didacticos/EDAD_4eso_fuerzas/4quincena3/4q3_index.htm
- Estática: http://recursostic.educacion.es/newton/web/materiales_didacticos/estatica/indice_estatic.htm

2. Leyes de Newton: Información complementaria.

<http://redescolar.ilce.edu.mx/educontinua/conciencia/fisica/newton/index.htm>

3. Applets de Física (Walter Fent): Diferentes aplicaciones en lenguaje Java para ser utilizados en línea.

Enlace: <http://www.walter-fendt.de/ph14s/>

4. Galileo el arte de la ciencia:

Contenido y descripción del proyecto: <http://www.galileogalilei.unal.edu.co/>

Videos: <http://www.prismatv.unal.edu.co/nc/detalle-serie/cat/galileo-galilei-el-arte-de-la-ciencia.html>

5. Inventario del concepto fuerza: Ejercicios y simulaciones con applets java.

http://hp.fciencias.unam.mx/Fisica/Laboratorio_de_Mecanica/icf/

6. Laboratorio virtual: En este sitio cuenta con actividades y ejercicios acompañados de simulaciones en flash.

Enlace principal: <http://www.ibercajalav.net/>

Aplicaciones didácticas:

<http://www.ibercajalav.net/actividades.php?codopcion=2252&codopcion2=2257&codopcion3=2257>

7. Animaciones de física (Universidad Politécnica de Madrid): La página brinda conceptos, problemas resueltos, actividades y diferentes animaciones en formato flash.

<http://acer.forestales.upm.es/basicas/udfisica/asignaturas/fisica/animaciones.html>

8. Applets de Física y Química:

<http://www.iestiempomodernos.com/700appletsFQ/index.htm>

9. Simulaciones interactivas (Phet Colorado): En este sitio se pueden descargar en forma gratuita diferentes simulaciones para complementar las clases de física.

<http://phet.colorado.edu>

Bibliografía

[1] EISBERG, Robert M. Física. Fundamentos y aplicaciones. Volumen I. Mc Graw-Hill. México. 1981

[2] FRENCH, A. Mecánica Newtoniana. Editorial Reverté. Barcelona 1978.

[3] GALILEO, GALILEI. Dialogo sobre los dos máximos sistemas del mundo Ptolemaico y Copernicano. Alianza Editorial. 1994 Madrid. Edición de Beltrán Mari, Antonio.

[4] GALLEGO, PÉREZ, Et al. Didáctica de las Ciencias: Aportes para una discusión. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, 2007.

[5] GRANÉS, HERNÁNDEZ, Et al. Fundamentación conceptual área de ciencias naturales. ICFES. Bogotá, 2007.

[6] GRANÉS SELLARES J. Isaac Newton. Obra y Contexto. Una Introducción.. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 2005.

[7] HACYAN, Shahen. Relatividad para principiantes. Fondo de cultura económica. México. 1996

Disponible en:

<http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/078/htm/relativ.htm>

[8] HECHT, E. Física en perspectiva. Addison Wesley. México 1999.

[9] HERNÁNDEZ, Carlos A. Galileo: El arte de la ciencia. Universidad Nacional de Colombia. Colciencias. Fundación Mazda para el arte y la ciencia. 2004.

Disponible en: <http://www.galileogalilei.unal.edu.co>

[10] HERNÁNDEZ, Carlos A. Et al. Estados del arte de la investigación en educación y pedagogía en Colombia Vol II: Aproximación a un estado del arte de la enseñanza de las ciencias en Colombia. COLCIENCIAS. Volumen II Bogotá.

Disponible en:

<http://portales.puj.edu.co/didactica/PDF/EstadosdeArte/EnsenanzadelasCiencias/CarlosAugustoHernandez.pdf>

[11] HEWITT, Paul. Física conceptual. Pearson educación, Novena edición. 2004.

[12] KOYRÉ, ALEXANDRE. Estudios Galileanos. Siglo veintiuno editores. 1981.

[13] NEWTON ISAAC, *Principios Matemáticos de la Filosofía Natural*. Ediciones Altaya. Edición de Escohotado, Antonio. Barcelona. 1993.

[14] MINGUEZ PÉREZ, Carlos. Traducción y estudio Preliminar, Nicolás Copérnico, Sobre las revoluciones. Ediciones Altaya 1994.

[15] MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Lineamientos Curriculares para el área de ciencias naturales y educación ambiental. Bogotá. Serie lineamientos curriculares. Bogotá, 1998.

[16] OREALC-UNESCO. ¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada por la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años. Santiago, CHILE. 2005.

Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001390/139003s.pdf>

[17] PÉREZ ABRIL, Mauricio. Un marco para pensar configuraciones didácticas en el campo del lenguaje, en la educación básica. La producción de la crónica para participar de las prácticas discursivas del periodismo Escrito: un ejemplo de Secuencia Didáctica (SD) para el trabajo en el Aula.

[18] RESNICK, Robert Et al. Física. Volumen I. Cuarta edición. CECSA. México. 1994.

[19] ROLDAN CH, Jairo. Et al. La complementariedad: una filosofía para el siglo XXI. Universidad del valle. Cali. 2004.

[20] SEARS, Francis W. Et ál. Física Universitaria. Volumen I. Pearson educación. México.

[21] SERCE–OREALC-UNESCO. Aportes para la enseñanza de las ciencias naturales. Santiago, CHILE. 2009.

Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001802/180275s.pdf>

[22] TAMAYO ALZATE, OSCAR Didáctica de las ciencias: La evolución conceptual en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Editorial Universidad de Caldas. 2009.

[23] TIPLER, Paul A, Física para la ciencia y la tecnología. Editorial Reverté S.A. Volumen I. 2010.

[24] WILSON, BUFFA. Física. 5a Edición, Pearson educación. México, 2003.