

N.S. 125020



**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL**

**SECRETARÍA ACADÉMICA  
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN  
COORDINACIÓN DE ESPECIALIZACIONES  
ESPECIALIZACIONES EN DOCENCIA PARA EL BACHILLERATO**

PROPUESTA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL

**CONCEPTO DE FUERZA: 1ª Y 3ª LEYES DE NEWTON  
UNA VISIÓN CONSTRUCTIVISTA**

**T E S I N A**

**QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE LA ESPECIALIZACIÓN EN DOCENCIA PARA  
EL BACHILLERATO PRESENTA:**

**GABRIEL URREOLA SÁNCHEZ**

**DIRECTOR DE TESINA: DR. FERNANDO FLORES CAMACHO**

**MÉXICO D.F. OCTUBRE 2002**

## AGRADECIMIENTOS

**A la memoria de mis padres  
Como ofrenda,  
Por su amor y su eterno apoyo**

**A mis hermanos:  
Rogelio,  
José Luis y  
Nelly Verónica**

PN/MTA 06-06-05

Con profundo agradecimiento a la

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
Y A LA UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL**

Que a través de sus maestros contribuyó a nuestra formación profesional  
Particularmente a nuestros instructores:

Dr. Fernando Flores Camacho  
Dra. Leticia Gallegos Cázares  
Dr. Angel D. López Mota  
Dr. Jorge Barojas Weber  
Maestro Héctor Covarrubias Martínez  
Eduardo José Vega Murguía

Un agradecimiento muy especial al **COLEGIO DE BACHILLERES** que hizo posible el cumplimiento de nuestra meta académica especialmente al Director General de esta Institución el Lic. Jorge González Teyssier , a la Directora de Planeación académica Act. Lilia Himmelstine Cortés y a la Lic. Ana Bertha Cruz Linares jefa del Centro de Actualización y Formación de Profesores.

A todos ellos, muchas gracias.

## INDICE

1	Introducción.....	4
2	Marco de referencia.....	5
	2.1 Sustento teórico.....	5
	2.1.1 Temas principales considerados en la propuesta (diseño).....	6
	a) Justificación.....	8
	b) Concepción de ciencia y aprendizaje que se requiere instrumentar en la propuesta.....	11
	2.1.2 Propósitos, componentes de enseñanza y aprendizaje y evaluación en la propuesta.....	15
3	Desarrollo de la propuesta.....	17
3.1	Primera sesión de clase: Exploración de ideas previas sobre el concepto de fuerza y aspecto histórico de los conceptos de fuerza y movimiento.....	19
3.2	Segunda sesión de clase: La fuerza como medida de interacción y la fuerza neta para el caso de fuerzas colineales.....	25
3.3	Tercera sesión de clase: La Fuerza de fricción.....	32
3.4	Cuarta sesión de clase: Interpretación de la 1ª Ley de Newton.....	38
3.5	Quinta sesión de clase: Las interacciones de contacto.....	42
3.6	Sexta sesión de clase: Las interacciones a distancia.....	46
4.	Resultados.....	50
4.1	Organización, propósito y manera de recolectar las evidencias de aprendizaje.....	50
4.2	Análisis de la información recopilada.....	51
4.3	Resultados de la evaluación formativa aplicada en cada sesión.....	53

4.4	Resultados de la evaluación formativa global.....	59
4.5	Alcances y limitaciones de la propuesta.....	66
5.	Bibliografía.....	69
ANEXOS.....		70
Instrumentos de registro utilizados durante el desarrollo de la propuesta.....		71
SESIÓN 1.....		72
SESIÓN 2.....		86
SESIÓN 3.....		99
SESIÓN 4.....		107
SESIÓN 5.....		112
SESIÓN 6.....		122
Instrumento de evaluación formativa global "Juan el tendero".....		128
Evidencias de los aprendizajes..... (respuestas de los alumnos por sesión)		138

## 1. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales obstáculos que se presentan en el desarrollo de un curso básico de Física en el nivel medio superior (Bachillerato) es la comprensión del concepto de "Fuerza" en diversos aspectos, desde la adquisición misma del concepto, sus implicaciones, la manera en que ésta es interpretada por los alumnos y la forma de aplicar el concepto a diferentes fenómenos físicos donde se encuentra involucrado.

Tradicionalmente tanto la currícula escolar como la generalidad de los textos de Física proponen que este concepto sea abordado desde una perspectiva igualmente tradicional, es decir, desarticulada del desarrollo histórico, tratada de manera casi memorística e inmersa en el tratamiento igualmente memorístico y matematicista de las leyes de Newton. En algunos casos, la parte histórica es mencionada de manera casi enciclopedista, cuyo propósito pareciera ser ubicar a los personajes que intervienen en el desarrollo del concepto, exclusivamente de manera cronológica y con fechas que poco o ningún significado tienen para los alumnos. Esto nos muestra que la concepción de ciencia que entienden los alumnos, dista mucho de las pretensiones que se tienen en la enseñanza de esta disciplina, mostrar a los estudiantes que la ciencia, (particularmente la Física), es una disciplina en constante desarrollo. La historia nos muestra las dificultades que tuvieron los grandes científicos del pasado para encontrar respuestas plausibles y consistentes, que les permitieran comprender de la mejor manera los fenómenos que rigen a la naturaleza, esto pone en evidencia que la Física no permanece ni permanecerá estática, sino que muestra un gran dinamismo con el permanente surgimiento de ideas, leyes y teorías que propician el avance de la ciencia y la tecnología, con aportaciones significativas cuyo beneficio se deposita en la sociedad.

En virtud de lo anterior, la propuesta pretende que los alumnos desarrollen el concepto de fuerza, que establezcan la primera y tercera leyes de Newton, y que den cuenta de sus implicaciones, así como de las posibles aplicaciones en situaciones cotidianas y familiares, tratando de vincular los aspectos fenomenológicos con los aspectos teóricos de la disciplina.

Con el propósito de seguir una metodología constructivista, se parte de situaciones cotidianas a fin de que los estudiantes contrasten sus ideas previas más comunes con las ideas aceptadas científicamente en torno al concepto de fuerza. Esto es fundamental para que los alumnos arriben con mayor facilidad a la comprensión de conceptos con mayor nivel de complejidad, empleando para ello recursos de aprendizaje que no son de uso común en los cursos tradicionales, tales como la consideración del aspecto histórico, la evidencia empírica contemplada a la luz de la realización de actividades experimentales con un enfoque más dinámico, la solución de problemas y el análisis de ejemplos cotidianos y familiares a los alumnos.

## 2. MARCO DE REFERENCIA

### 2.1 SUSTENTO TEÓRICO

Se tratan aspectos históricos en torno al desarrollo de los conceptos de fuerza y movimiento en tanto recurso de aprendizaje y no sólo como pretexto para la memorización. Estos aspectos constituyen un elemento de reflexión que les permite a los alumnos observar las grandes dificultades a las que se enfrentaron los científicos del pasado en su afán de encontrar respuestas satisfactorias, congruentes y plausibles respecto al concepto de fuerza y sus implicaciones, mostrando con ello que las ideas científicas y la ciencia misma están en constante transformación.

Es conveniente aclarar que en éste bloque instruccional sólo se contempla el desarrollo del concepto de fuerza atendiendo a las ideas previas más comunes de los alumnos. Además se aborda la interpretación de la primera y tercera leyes de Newton partiendo de los esquemas alternativos, sin que se pretenda ser exhaustivo en el tratamiento de las ideas de los estudiantes. En bloques instruccionales posteriores se abundará sobre las ideas previas al tratar temas tales como la segunda ley de Newton del movimiento, la cantidad de movimiento, la caída de los cuerpos, el movimiento de satélites, ley de la Gravitación Universal, etc., Estas serán oportunidades de explorar las ideas de los alumnos en torno al concepto de fuerza y donde el alumno tendrá una visión integral de este concepto y sus implicaciones.

Durante el desarrollo de los conceptos se plantean situaciones problematizadoras que permitan al alumno poner en juego tanto sus ideas previas como sus conocimientos previos. Se espera en cierto momento que sus referentes de instrucción no sean suficientes para explicar situaciones donde se involucre el concepto de fuerza o movimiento (problematización), experimentando una desestructuración en sus esquemas mentales y a través de la confrontación de ideas reestructurará sus esquemas incorporando nueva información (asimilación en el sentido Piagetiano), con lo que se espera que logre el anhelado cambio conceptual.

En el desarrollo de este bloque instruccional es indispensable contar con indicadores que nos muestren en que medida los alumnos han logrado los aprendizajes propuestos, para ello se realiza permanentemente una evaluación formativa a través de diversos instrumentos de registro, tales como cuestionarios, guías de lectura, actividades experimentales comentadas por los alumnos y mapas conceptuales. Al concluir el tema se propone la realización de una evaluación formativa integral de los aprendizajes adquiridos, utilizando para ello un instrumento de evaluación que tiene la modalidad de solución de problemas contextualizados, cuyo propósito es que los alumnos estén en posibilidades de revisar sus propios aprendizajes en torno a los conceptos de fuerza, primera ley y tercera ley de Newton.

Es interesante observar las respuestas que expresan los alumnos y de que manera justifican sus afirmaciones en torno a los conceptos físicos revisados. Tales respuestas constituyen una fuente de evidencia de como van logrando el cambio conceptual al notar que no sólo repiten de manera memorística (aprendizaje mecánico), sino que sus respuestas son razonadas y reflexivas, dando explicaciones consistentes (aprendizaje significativo), en la mayoría de sus respuestas.

Durante la solución del examen, el alumno tendrá la necesidad de realizar inferencias, formular hipótesis, hacer generalizaciones y por supuesto tendrá que tomar decisiones basadas en sus esquemas de razonamiento, al confrontarlos con los aprendizajes obtenidos. Los resultados en su conjunto, nos permitirán retroalimentar y reorientar nuestros esfuerzos a mejorar nuestra enseñanza y lograr con éxito que los alumnos adquieran los aprendizajes propuestos.

### **2.1.1 TEMAS PRINCIPALES CONSIDERADOS EN LA PROPUESTA**

En el presente trabajo se integran los temas principales de la disciplina presentes en la Especialidad en enseñanza de la Física en el nivel medio superior que tuvo oportunidad de cursar al considerar fundamentalmente los siguientes rubros:

- (1).- La interpretación fenomenológica del concepto de fuerza.
- (2).- La asociación de los aspectos fenomenológicos del concepto de fuerza.
- (3).- El análisis histórico del desarrollo del concepto de fuerza y su relación con el movimiento de los cuerpos.
- (4).- Las actividades de laboratorio en la enseñanza de la Física.
- (5).- La solución de problemas como recurso de aprendizaje y evidencia del cambio conceptual.

La propuesta didáctica se encuentra permeada en su desarrollo con estos elementos, siendo recurrentes en la integración de su contenido:

#### **(1).- La interpretación fenomenológica del concepto de fuerza**

A través de diversas técnicas grupales (discusión dirigida, diálogo socrático, solución de cuestionarios- guía, realización de lecturas, solución de guías de lectura, solución de instructivos-guía de actividades experimentales, etcétera), se propicia la participación activa de los alumnos para que puedan externar sus ideas previas en torno al concepto de fuerza y sus implicaciones, las cuales están directamente relacionadas con sus vivencias cotidianas y sus propios "observables".

No se debe perder de vista que en la enseñanza de la Física el profesor se enfrenta a una frecuente situación que es la de tratar de integrar dos esquemas cognitivos que posee el alumno: un esquema que es producto de su cotidianidad personal (extraescolar) y otro esquema que se propone curricularmente. Antes de lograr el cambio conceptual, el estudiante maneja dos concepciones diferentes para un mismo fenómeno, por lo que es indispensable unificar estos esquemas en uno sólo, el cual debe ser obtenido por consenso de ideas.

## **(2).-La asociación de los aspectos fenomenológicos con los aspectos teóricos.**

En la dinámica del grupo el profesor debe incidir significativamente en los alumnos apoyándolos en la interpretación de los conceptos de fuerza y movimiento, con el fin de que den cuenta de las posibles diferencias entre lo que ellos pueden "observar" en la cotidianidad y la interpretación aceptada científicamente como correcta de esos "observables". Este es un recurso de aprendizaje de gran utilidad para obtener evidencia empírica de las actividades experimentales, y promover el cambio conceptual en los alumnos, como se puede constatar en las fuentes de evidencia del presente trabajo (ver Anexo "evidencias de aprendizaje de alumnos").

## **(3).- El análisis histórico del concepto de fuerza y su relación con el movimiento.**

Otro elemento fundamental que se integra en la propuesta didáctica es el aspecto histórico, el cual se aplica de una manera distinta a la tradicional. Se hace una revisión histórica de los conceptos mencionados, con el propósito de que los alumnos asuman una actitud reflexiva encaminada a que se percaten de que sus ideas bien pueden coincidir con las ideas prevalecientes en alguna época del pasado. También es importante que observen que sus ideas o concepciones no son necesariamente erróneas, sino que al igual que los estudiantes, los hombres de ciencia del pasado basaron sus ideas inicialmente en el sentido común y que esas ideas se fueron transformando, al contrastarlas con la evidencia empírica, hasta obtener respuestas plausibles y consistentes que explicaran satisfactoriamente el comportamiento de la naturaleza.

Como se puede apreciar, la revisión histórica resulta un recurso de aprendizaje muy enriquecedor si se le da el tratamiento adecuado, alejándose de la forma tradicional, esto es, recurriendo a narraciones meramente anecdóticas o de información enciclopedista, que poco o nada aporta al cambio conceptual deseado. Con el tratamiento sugerido en la propuesta los alumnos comienzan a tener una concepción de ciencia muy diferente a la que tradicionalmente poseen.

#### **(4).- Las actividades de laboratorio en la enseñanza de la Física.**

La evidencia empírica juega un papel preponderante en el logro de este objetivo, pues aporta beneficios a los alumnos, siempre y cuando las actividades experimentales dejen de verse como simples "prácticas de banco". La propuesta sugiere que estas actividades sean más dinámicas, donde el alumno ponga en juego sus habilidades de pensamiento, su creatividad e ingenio y ejercite la toma de decisiones. Para el logro de este objetivo se propone el uso de instructivos de realización de prácticas, donde sea el alumno el que desarrolle paso a paso las actividades y que esté en posibilidades de construir los conceptos físicos basados en la evidencia empírica y el razonamiento lógico de dichas actividades.

#### **(5).- La solución de problemas como recurso de aprendizaje y evidencia del cambio conceptual.**

La "solución de problemas" tiene en el presente trabajo una connotación muy diferente a la de resolver problemas numéricos. Como recurso de aprendizaje la estructura de estos instrumentos es diferente pues son elaborados a manera de evaluación contextualizada en situaciones que ponen en juego la reflexión de los alumnos, su creatividad y toma de decisiones. Se pretende que los estudiantes se evalúen formativamente y retroalimenten en la comprensión de los conceptos de fuerza y los principios fundamentales del movimiento, considerando los aspectos históricos, epistemológicos, experimentales y la solución de problemas.

La fuente de evidencia del cambio conceptual lo constituyen las respuestas que expresan los alumnos en los registros que se incluyen en el anexo de registros de la propuesta didáctica.

#### **a) JUSTIFICACIÓN**

La línea principal de razonamiento que contiene la propuesta es la partir de los conocimientos previos de los alumnos llamados también por diversos epistemólogos y psicólogos de renombrado prestigio "ideas alternativas", "misconceptions", "ciencia de los alumnos", "esquemas alternativos" etcétera. Al respecto, considero importante mencionar que investigadores en la enseñanza de las ciencias tales como José Hierrezuelo Moreno y Antonio Montero Moreno, presentan de una manera muy objetiva los resultados obtenidos en una encuesta realizada en varias escuelas de bachillerato de Europa a grupos de alumnos representativos de cada una de ellas y conformando una muestra piloto (1)

---

1 Hierrezuelo M.J. y Montero M. M. "La ciencia de los alumnos". (Su utilización en la didáctica de la Física y Química). Editorial LAIA. Madrid. España. 1989

Estos resultados son producto de la experiencia de profesores empeñados en mejorar la enseñanza de la Física e inducidos por la investigación de la didáctica de esta disciplina. Y cabe mencionar que las ideas previas de los alumnos europeos no difieren en las ideas previas de nuestros alumnos, pareciera que existe un común denominador: las ideas basadas en el sentido común. Por tal motivo, las ideas mostradas por estos autores resultan de una riqueza favorable para sustentar la presente propuesta didáctica.

### **Breve descripción de los temas de física revisados en la propuesta**

Durante la enseñanza elemental y media, cuando se introducen las nociones fundamentales que constituyen el armazón de la ciencia, es frecuente no realizar una diferenciación detenida de los conceptos, lo que conduce, en la mayoría de los casos, a una formación ambigua y confusa de los mismos.

El profesor, acuciado con frecuencia por la amplitud de los programas, y repitiendo en muchos casos el tipo de enseñanza que él recibió, *no dedica el tiempo necesario para la aclaración del significado de las ideas básicas, limitándose a la memorización de fórmulas y la aplicación mecánica de las mismas en cierto número de ejemplos tipo.*

Refiriéndonos al concepto de fuerza, las actividades que suelen realizarse casi exclusivamente son problemas de composición de fuerzas o cálculos en los que se aplica la segunda ley de Newton. Se dedica poco tiempo a las actividades cualitativas de análisis de las fuerzas presentes en diferentes situaciones a diferenciar el término energía de la fuerza y corregir confusiones entre los conceptos de fuerza, movimiento, energía y cantidad de movimiento.

Por ello, consideramos indispensable que antes de abordar problemas numéricos, donde básicamente se desarrollan habilidades matemáticas en los alumnos, que se trabajen una cantidad suficiente de ejemplos que apoyen al estudiante a comprender, en principio, el significado de los conceptos

En los Anexos se presenta una descripción sintetizada de las ideas previas mencionadas por Herriezuelo y Montero cuyo propósito es contextualizar los conceptos leyes y teorías que se utilizarán durante el desarrollo de las sesiones de clase y que coinciden en gran medida con las ideas previas que sobre el concepto de fuerza tienen generalmente nuestros alumnos.

## -Carácter vectorial de las fuerzas

Es conveniente introducir a los alumnos en la comprensión de la fuerza como vector citando sus características principales (magnitud y dirección), su ubicación en un marco de referencia (ejes coordenados) y su representación gráfica a través del uso de escalas de dibujo adecuadas. Así mismo establecer con ellos las formas diversas en que pueden actuar las fuerzas identificando, a través de ejemplos, las fuerzas que se encuentran en un plano tales como: paralelas, concurrentes y colineales haciendo énfasis en éstas últimas, con el propósito de que realicen algunos **ejercicios para determinar la fuerza neta exclusivamente para el caso de fuerzas colineales**, ya que en otro momento del curso se profundizará en la obtención de la fuerza neta o fuerza resultante para el caso de fuerzas concurrentes o paralelas.

El estudio de las fuerzas colineales facilita la comprensión de las condiciones de reposo y movimiento rectilíneo uniforme o movimiento libre ya que se parte de ejemplos sencillos donde este tipo de fuerzas actúan sobre un cuerpo que permanece en reposo y sobre un cuerpo que se encuentra describiendo un movimiento rectilíneo cuando actúan sobre el fuerzas justamente colineales e incluso facilita la interpretación de la primera y tercera leyes de Newton.

## b) CONCEPCIÓN DE CIENCIA Y APRENDIZAJE QUE SE REQUIERE INSTRUMENTAR EN LA PROPUESTA

Para poder interpretar la concepción de ciencia y aprendizaje que se pretende instrumentar en la propuesta, iniciaré con las ideas que, en lo personal, constituyen mi concepción de ciencia y aprendizaje y que espero que coincidan con las ideas de algunos profesores dedicados a la enseñanza de la Física.

### ¿Qué es la ciencia?

La ciencia es un intento para descubrir por medio de la observación (evidencia empírica), los hechos particulares acerca del mundo, luego las leyes que conectan los hechos entre sí y que hacen posible la formulación de predicciones. Relacionada con el aspecto teórico de la ciencia está la técnica que utiliza el saber científico para producir bienestar y comodidad a la sociedad.

Pero más allá de la concepción teórica de la ciencia está lo que los alumnos entienden como ciencia. Para ellos la ciencia en general y particularmente la Física, es una gran cantidad de conocimientos perfectamente ordenados y sistematizados que se van "acumulando" durante los años y que estos son inamovibles, estáticos y que en un cierto momento se pueden utilizar para dar respuesta al comportamiento de la naturaleza en algún aspecto determinado.

Además consideran que la Física cuenta con un gran número de leyes y teorías sustentadas en modelos matemáticos que podrán resolver cualquier problema de nuestro entorno. Estos conocimientos no se transforman sino que son acumulativos a través de la historia, la cual sólo muestra cronológicamente los hechos y la labor de los hombres de ciencia del pasado a quienes habrá que agradecerles sus descubrimientos y aportaciones en beneficio de las sociedades de todos los tiempos.

Este panorama es evidentemente desalentador para los estudiantes que pudieran ser candidatos para el estudio de las ciencias. Afortunadamente en los últimos años, el desarrollo de la ciencia y de la enseñanza de las ciencias ha tenido un favorable giro, mostrando una concepción de ciencia muy diferente a la que tradicionalmente se tenía.

El desarrollo del **constructivismo** vino a apoyar esta nueva concepción de ciencia ya que actualmente **los profesores se constituyen como facilitadores del aprendizaje y el alumno es visto como responsable único y directo de la construcción de su propio conocimiento.**

En estas condiciones el profesor pretende, actualmente, que los alumnos den cuenta de que la ciencia es dinámica, evolutiva, en constante desarrollo y que los conocimientos adquiridos a través del tiempo no son simplemente acumulativos sino que están en constante transformación y que el acontecer histórico no es simplemente una serie de datos cronológicos y enciclopedistas. Por el contrario, tal información muestra justamente la dinámica de la ciencia y del conocimiento y las dificultades a las que se enfrentan los hombres de ciencia para encontrar respuestas consistentes y plausibles que explicarán satisfactoriamente el comportamiento de la naturaleza.

### **¿Cómo podemos transmitir esta concepción de ciencia a los estudiantes?**

Se debe considerar que actualmente el profesor puede recurrir a diversos recursos para lograr este propósito; en la operación de la propuesta se observan las ventajas y beneficios que aporta el uso de recursos de enseñanza y aprendizaje, tales como el aspecto histórico, el aspecto experimental y la solución de problemas. Sin embargo, transmitir a los alumnos la inquietud es lo difícil, es posible que para lograr este objetivo sea necesario, en principio, que el profesor esté convencido de su labor, que tenga dominio en su disciplina y que se preocupe por permanecer constantemente en su formación docente y profesionalización de la enseñanza de la ciencia, particularmente de la Física pero sobre todo, que esté dispuesto a cambiar su forma de enseñar. Tarea nada fácil la de enseñar en estas condiciones, pero con la utilización de los recursos mencionados y otros adicionales, es posible transmitir esa nueva concepción de ciencia, logrando en nuestros estudiantes el cambio conceptual y propiciando cambios de actitud hacia el estudio de las ciencias y particularmente de la Física.

### **¿Qué se entiende por aprender Física?**

El aprendizaje de la Física se puede entender considerando los propósitos de su aprendizaje en tres perspectivas diferentes pero indisolubles entre si:

- El aprendizaje de la Física atendiendo fundamentalmente a los conocimientos teóricos y conceptuales que permiten entender el mundo en el que vivimos y los fenómenos cotidianos explicados desde la perspectiva científica.
- El aprendizaje de la Física atendiendo a la comprensión de la naturaleza y la metodología de la Física.
- El aprendizaje de la Física considerando el desarrollo de conocimientos técnicos sobre la investigación científica y la resolución de problemas, donde es necesario el uso de modelos matemáticos para realizar diversas predicciones del comportamiento de fenómenos específicos.

*La perspectiva del aprendizaje de la Física, atendiendo a los conocimientos teóricos y conceptuales, se basa en las ideas previas de los alumnos, las cuales se entienden como elaboraciones conceptuales independientes del contexto escolar que dependen de la interpretación de la interacción cotidiana con la realidad. El reto al aprender o enseñar Física es lograr el cambio conceptual en los alumnos, el cual se propicia con el enfoque constructivista del aprendizaje. Sin embargo, para lograr este objetivo, es conveniente considerar que para que el alumno pueda sustituir sus ideas previas por los conocimientos científicos, estos deben ser:*

(1) *Entendibles*: esto es, que los conceptos sustituidos deben ser lo suficientemente interpretados dentro del contexto cognitivo y empírico del estudiante para que puedan ser asimilados.

(2) *Plausibles*: esta condición impone la posibilidad cognitiva del sujeto, de ponerlos como alternativos a sus concepciones, lo cual será posible sólo si se crean condiciones en la enseñanza que permitan esta posibilidad.

(3) *Fructíferos*: Esto es, deben mostrar ventaja sobre los anteriores, lo cual resulta sumamente complejo en la enseñanza.

**Considerando los elementos anteriores ¿Qué de ello he logrado en el tema propuesto?**

El tema propuesto propició que los alumnos interpretaran el concepto de "Fuerza" como "la medida de la interacción entre dos cuerpos", que identificaran la "pareja" de fuerzas que intervienen en toda interacción, que identificaran la "fricción" como una fuerza y con base en ello determinaran las condiciones en las que un cuerpo puede estar en reposo o en movimiento rectilíneo y uniforme (movimiento libre), que establecieran e interpretaran correctamente la "primera ley de Newton", que analizaran el comportamiento de las interacciones de "contacto" y a "distancia" y que establecieran e interpretaran correctamente la "tercera ley de Newton".

Considerando los tres indicadores para lograr el cambio conceptual y basándonos en las respuestas y explicaciones que expresan los alumnos en la evaluación final, se observa que los alumnos aprenden y logran el cambio conceptual en un 70%. Por supuesto que no es todavía muy satisfactorio este resultado, pero la propuesta se puede mejorar enriqueciéndola con la propia experiencia de su aplicación.

Debemos entender que será difícil llegar a la propuesta final, la propuesta mágica que resuelva nuestros problemas de enseñanza. De ninguna manera, las propuestas también deben ser dinámicas y en constante transformación, incluyendo en ellas nuevas estrategias, nuevos recursos, materiales y nuevas formas de enseñar, para optimizar en lo posible la enseñanza y el aprendizaje de esta disciplina.

## ¿Cuál es el esquema general de razonamiento en la propuesta?

El esquema general de razonamiento de las ideas citadas anteriormente muestra que la concepción de ciencia y aprendizaje de la propuesta tiene una tendencia "**lógico empirista**", la cual establece que *"una proposición con significado debe ser susceptible de ser contrastada por referencia a la observación y al experimento. Los resultados de estas contrastaciones no necesitan ser concluyentes, pero deben proporcionar el sólo fundamento ara determinar la validez o falsedad de las proposiciones científicas"*. En contraste, debemos mencionar que la doctrina central del positivismo lógico es la "teoría verificacionista del significado" donde "una proposición es significativa, si y sólo si puede ser verificada empíricamente, es decir, si y sólo si hay un método empírico para decidir si es verdadera o falsa. Si no existe dicho método, es una pseudoproposición carente de significado". Esta postura resulta ser muy radical y la propuesta didáctica se basa mas bien en un "empirismo lógico", en el desarrollo de las actividades experimentales empleadas como recurso de aprendizaje, donde la contrastación proporciona justamente el fundamento para verificar o falsar las hipótesis.(2)

---

2Wartovsky Marx. W. Introducción a la Filosofía de las Ciencia. Alianza Editorial. Madrid. España. 1983 (Texto analizado en la Especialidad en enseñanza de la Física. En Filosofía de la Ciencia. UNAM-C:B, México. 1997.

## 2.1.2 PROPÓSITOS, COMPONENTES DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE Y EVALUACIÓN EN LA PROPUESTA

Para la construcción de conceptos físicos, particularmente referidos a los temas de fuerza, 1a. y 3a. leyes de Newton del movimiento y en concordancia con la perspectiva constructivista, en la propuesta didáctica se sugiere lo siguiente:

En la **primer sesión** a partir de las ideas previas de los alumnos sobre el concepto de fuerza y apoyadas en el aspecto histórico, se utilizan lecturas preparadas previamente por el profesor donde se incluyen las ideas históricas principales sobre los conceptos mencionados, sin pretender que sean exhaustivas para los alumnos. En el desarrollo de esta actividad los alumnos estarán en posibilidades de establecer, con ayuda del profesor, el concepto de fuerza analizando diversos ejemplos y contrastándolos con las ideas antiguas (aristotélicas, medievales y galileanas). Además abordando el conocimiento de la representación gráfica de las fuerzas podrán establecer la noción de fricción como una fuerza. Ya en este momento los estudiantes pueden definir el concepto de interacción como "la acción mutua entre dos cuerpos", pues en la exploración de ideas previas no había claridad al respecto. (ver en los anexos, **documentos: I -A, I - B y I - C** para el alumno)

Basándose en estos conocimientos, en la **segunda sesión** de la propuesta los alumnos establecen con mayor claridad la representación gráfica de manera cuantitativa de las fuerzas dando cuenta incluso del carácter vectorial de las mismas así estarán en posibilidades de distinguir las fuerzas colineales haciendo énfasis en el equilibrio de fuerzas para establecer las condiciones de reposo y movimiento rectilíneo uniforme (actividad A). En una segunda actividad (B) se profundiza en la interacción de los cuerpos, las fuerzas colineales para casos en que actúan sobre cuerpos de manera vertical y horizontal, destacando para el primer caso el concepto de "fuerza normal".

Con estos referentes se proponen a los estudiantes diversos ejemplos donde tienen que determinar la fuerza neta para el caso de fuerzas colineales, distinguiendo sobre que objetos actúan dichas fuerzas. En esta sesión se construye la noción de interacciones (fuerzas) de "contacto" y a "distancia", que serán analizadas con mayor detenimiento en sesiones posteriores. Consideré conveniente mencionar la distinción entre fuerzas coplanares (colineales, concurrentes y paralelas) y las no coplanares. En este bloque instruccional sólo se hará énfasis en las fuerzas colineales, ya que posteriormente se profundizará en la determinación de la fuerza neta o resultante para fuerzas no colineales. (ver en los anexos, **documentos II-A y II-B** para el alumno)

En la **tercera sesión**, es recomendable abordar el tema de "fuerza de fricción", ya que generalmente los alumnos no distinguen, en principio, esta fuerza y no la asocian como la "pareja de fuerzas" que interviene al interactuar un cuerpo con la superficie sobre la cual se mueve.

Este concepto facilita la comprensión de las condiciones de reposo y movimiento rectilíneo uniforme necesarias para establecer la primera ley de Newton del movimiento. Durante el desarrollo de la sesión se identifican las fuerzas de fricción estática y cinética (dinámica) a través de la evidencia empírica en la realización de la actividad experimental propuesta para tal fin. Es importante mencionar que en esta actividad no se contempla el coeficiente de fricción ni se llega a establecer el modelo matemático correspondiente, ya que el propósito es dar cuenta de las causas de detención del movimiento en la interpretación del primer principio de Newton del movimiento. El modelo matemático de la fuerza de fricción es motivo de ajuste a la propuesta y si es necesario incluirlo ( $F = \mu N$ ).

Para consolidar los aprendizajes de la sesión, los alumnos realizan una lectura que evoca justamente los experimentos de Galileo sobre las causas de detención del movimiento y la ley de la inercia, lo cual complementa la instrucción. (ver en los anexos: **documento III** para el alumno).

En la **cuarta sesión** se realizó prácticamente una recapitulación de ideas y conceptos vistos en sesiones anteriores, lo cual da pie para establecer con los alumnos de manera formal la **primera ley de Newton** del movimiento y analizar conceptos complementarios tales como: fuerza externa, fuerza externa equilibrada, fuerza externa desequilibrada y las características del movimiento libre. En esta parte es recomendable abundar con ejemplos cotidianos la aplicación e interpretación de esta ley. Los ejemplos propuestos fueron comentados por los alumnos con gran asertividad en su mayoría, (ver en los anexos: **documento IV** para el alumno).

En la **quinta sesión** se hizo nuevamente una recuperación de ideas para vincularlas con la realización de la actividad experimental (A) cuyo propósito es el de establecer los elementos necesarios para interpretar la **tercera ley de Newton** del movimiento, aprovechando el fenómeno de las colisiones simples (colineales) entre dos cuerpos para establecer el concepto de "**fuerzas de contacto**".

Al concluir esta actividad experimental los estudiantes realizan una recapitulación de ideas (¿qué aprendimos en esta sesión?), complementándola con la solución de un cuestionario, (ver en los anexos: **documento V** para el alumno).

En esta **sexta sesión** se realiza una segunda actividad experimental (B), con el fin de consolidar los conceptos relacionados con las "**fuerzas de contacto y a distancia**" y establecer formalmente el **enunciado de la tercera ley de Newton** y su correcta interpretación. Al concluir la instrucción se realiza una evaluación formativa cuyo propósito es que los alumnos exploren el dominio y manejo de los conceptos de fuerza y las leyes de Newton (1a. y 3a.). El instrumento de evaluación propuesto pretende evaluar básicamente aspectos conceptuales necesarios para la interpretación de las leyes y principios de la Mecánica que serán abordados a lo largo del curso completo de Física I, (ver en los anexos: **documento VI** para el alumno).

### 3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

Consecuencias que para la enseñanza representan las concepciones de ciencia y aprendizaje.

Dada la concepción de ciencia y aprendizaje que nos proponemos transmitir a los alumnos, es evidente que la labor del profesor es ardua en el sentido ya que debe estar plenamente convencido de la concepción actual de la ciencia para ello requiere, además del dominio de la disciplina, un buen acervo pedagógico y conocimiento sobre la epistemología y la filosofía de la ciencia, que implican el uso de diversos recursos de aprendizaje (y enseñanza) tales como los aspectos histórico, experimental y solución de problemas permeados por los elementos epistemológicos, las habilidades de pensamiento y las líneas de razonamiento de los alumnos. Es la integración de estos elementos la que da la pauta para tener éxito en el logro del cambio conceptual a la luz de la concepción constructivista del aprendizaje.

En la presente propuesta didáctica esta concepción se ve plasmada a lo largo de las actividades sugeridas, tomando en cuenta sistemáticamente las ideas previas de los alumnos, empleando el aspecto histórico como recurso de aprendizaje al revisar de manera reflexiva los "aciertos" y "errores" cometidos por los hombres de ciencia y encontrando coincidencias de pensamiento entre las ideas de los alumnos y las ideas antiguas. El recurso de la experimentación se aplica no sólo para realizar "prácticas de banco de laboratorio" para "comprobar" la teoría vista en clase, sino como un verdadero recurso de aprendizaje donde los alumnos ponen en juego sus esquemas de razonamiento, su capacidad reflexiva, su creatividad e ingenio y por supuesto la generación de analogías y razonamientos inductivos - deductivos que propician la toma de decisiones ante la evidencia empírica. En este sentido, expongo una reflexión acerca de lo que ocurrió durante la operación al aplicar la propuesta didáctica en las aulas al pasar del diseño a la práctica.

El diseño pretendió incluir todos los aspectos citados anteriormente, sin embargo, hubo necesidad de efectuar algunos ajustes sobre la marcha, atribuibles a la dinámica de los grupos en cuanto a sus conocimientos previos, actitud, desempeño frente a las tareas y tiempos disponibles de instrucción.

La propuesta didáctica consiste en desarrollar los temas correspondientes a la enseñanza y aprendizaje de la tercera y primera leyes de Newton, invirtiendo seis sesiones de clase cuya duración sea de una hora cincuenta minutos.

## CONSIDERACIONES PARA EL REPORTE LABORAL DE LAS SESIONES

Para elaborar este reporte se consideraron diversos elementos tales como la planeación, la interpretación y las conclusiones de la propuesta tomando en cuenta las aportaciones de los alumnos, tales aportaciones fueron expresadas en los registros diseñados para tal efecto que constituyen las fuentes de evidencia. (ver registros anexos de los alumnos).

Al final de los registros de las observaciones se muestran los aspectos más relevantes de cada sesión, antes, durante y al finalizar la clase (apertura, desarrollo y cierre), tomando en cuenta:

- Aspectos motivacionales
- Desempeño de los alumnos frente a las tareas
- Ideas de los alumnos
- Articulación de contenidos previos con los nuevos
- Caracterización de la sesión
- Línea principal de razonamiento de cada sesión

Al final de la aplicación de la propuesta didáctica (seis sesiones) se presenta una síntesis general abordando los mismos rubros anteriores en un nivel más general de explicación. También se muestra el instrumento de evaluación "*formativa*" que fue aplicado por el profesor y resuelto por los alumnos al término de las seis sesiones (propuesta didáctica).

En un último capítulo se muestran las evidencias de aprendizaje anexando algunos instrumentos resueltos por los alumnos en donde se observa con mayor claridad el logro de los objetivos y el cambio conceptual. Así mismo se hace un análisis de los resultados obtenidos después de la aplicación de la propuesta didáctica y los alcances y limitaciones de la misma.

### 3.1 sesión 1

La primera sesión es determinante, ya que la disposición y actitud de los estudiantes hacia el estudio de la disciplina (Física) depende en gran medida de cómo se contextualice la forma en que serán abordados los temas de estudio (marco conceptual), si esto se logra adecuadamente será más eficiente la atención del grupo.

El cuestionario sobre ideas previas acerca del concepto de fuerza aporta utilidad en la medida que haya intercambio de ideas entre alumnos y profesor (diálogo socrático). No se pretende evidenciar que los alumnos están "equivocados" en sus aportaciones sino de romper justamente con la "barrera del silencio" detrás de la cual se encuentran generalmente escondidos en el anonimato con una actitud pasiva que va en contra totalmente de la concepción constructivista del aprendizaje. Al romper esta "barrera" se propicia la participación de los estudiantes en un ambiente de cordialidad y respeto por las ideas de los demás, con lo que se logran sorpresivamente consensos al escuchar las explicaciones de los alumnos (situación difícil de lograr en una enseñanza tradicional con alumnos pasivos) y se arriba con mayor facilidad a los nuevos conocimientos.

Al analizar las ideas previas sobre el concepto de fuerza, no se descubre nada nuevo, simplemente se confirman las ideas previas más comunes que tienen los alumnos al respecto. Estos resultados se toman como pretexto para contextualizar a los alumnos sobre la lectura del desarrollo histórico de los conceptos de fuerza y movimiento. La lectura sobre el desarrollo histórico de los conceptos de fuerza y movimiento es de gran utilidad para que los alumnos adquieran confianza en las respuestas, y se den cuenta que sus ideas previas coinciden en un momento determinado con las ideas que tenían los científicos de la antigüedad, y que al igual que ellos, tendrán que modificar sus esquemas de entendimiento, al no ser los anteriores satisfactorios para explicar el comportamiento de la naturaleza.

Tal es el caso de las ideas aristotélicas del reposo como lugar natural de los cuerpos en la Tierra o las ideas medievales basadas en la teoría del "impetus". Estas ideas coinciden de manera importante con las ideas de los alumnos al expresar que " los cuerpos en movimiento se van deteniendo porque se les va acabando la fuerza con la que fueron movidos", etcétera. Esta es la verdadera utilidad del análisis histórico y no el de aprender fechas de sucesos científicos, datos biográficos o descubrimientos monumentales que poco aportan al *aprendizaje significativo*.

Los conceptos tratados en la propuesta parecerían repetitivos, sin embargo, se debe aprovechar cada oportunidad para asociar la interpretación actual de los conceptos de fuerza y movimiento con la interpretación que se tenía en épocas pasadas, con el fin de conocer la génesis de su transformación a través del tiempo y lograr una buena reflexión en los alumnos sobre la naturaleza de la ciencia.

**EXPLORACIÓN DE IDEAS PREVIAS SOBRE EL CONCEPTO DE FUERZA  
BREVE RESEÑA HISTÓRICA SOBRE EL DESARROLLO DEL CONCEPTO DE  
FUERZA Y MOVIMIENTO**

**SESIÓN 1**

Momento de realización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al concluir el tema de metodología de la física e investigación científica</li> </ul>
Lugar de realización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salón de clase (aula)</li> </ul>
Forma de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solución de Cuestionario sobre ideas previas</li> <li>• Lectura (comprensión de texto científico)</li> <li>• Solución de la guía de lectura</li> </ul>
Materiales necesarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documento I-A</li> <li>• Documento I-B</li> <li>• Documento I-C</li> </ul>
Propósito	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar las ideas previas de los alumnos en torno al concepto de fuerza</li> <li>• Reflexión sobre el desarrollo histórico de los conceptos de fuerza y movimiento</li> </ul>
Contenidos abordados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La noción del concepto de fuerza</li> <li>• Las ideas aristotélicas, medievales y galileanas sobre los conceptos de fuerza y movimiento</li> </ul>
Ideas previas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuerza es la “potencia” con que se empuja un cuerpo</li> <li>• Los cuerpos se detienen porque se les va “acabando” la fuerza</li> <li>• La fuerza la ejercen sólo los humanos o los animales</li> </ul>
Conocimientos previos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuerza es un “jalón” o un “empujón”</li> <li>• Las fuerzas se pueden representar gráficamente con flechas</li> </ul>
Aspecto histórico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Breve revisión sobre las ideas antiguas sobre los conceptos de fuerza y movimiento</li> </ul>
Forma de registro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los alumnos registran sus ideas en los documento I-A y I-B</li> </ul>
Tiempo de sesión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 hora 50 minutos</li> </ul>

## GUÍA GENERAL DE OBSERVACIÓN PARA LA SESIÓN 1 (1- A, 1- B y 1- C)

La presente guía muestra los puntos observados durante la primera sesión de clase. Este registro general tiene el propósito de apoyar la observación de los aspectos más relevantes de esta sesión en cuanto a las ideas y actitudes de los estudiantes durante la aplicación de la propuesta didáctica.

Tema de la estrategia didáctica: El concepto de Fuerza, 1ª y 3ª Leyes <sup>de</sup> Newton  
Tema de sesión: Ideas previas y breve análisis histórico del concepto de Fuerza.

### Actividad 1-A

#### APERTURA(Antes)

**Objetivo:** Identificar las ideas previas de los alumnos en torno al concepto de fuerza.

**Operación:** A través de una discusión dirigida se exploran las nociones que tienen los alumnos en torno al concepto de fuerza. Algunas ideas previas que manifiestan son las siguientes:

- Fuerza es *"algo"* que permite que los cuerpos se muevan
- Fuerza es un *"jalón o un empujón"*
- Fuerza es la *"potencia"* con la que se empuja un cuerpo
- Fuerza es el *"esfuerzo"* que hace una persona para mover, detener o levantar un cuerpo.
- Al ir empujando un cuerpo, durante su movimiento *"sólo actúa la fuerza que ejerce el hombre sobre él"*.

#### DESARROLLO: (Durante)

#### SESIÓN 1-A

Con el fin de tener un registro formal de las ideas de los alumnos se les propuso que resolvieran un cuestionario de "ideas previas" (ver registro de ideas previas), para explorar sus ideas acerca del concepto de fuerza donde tuvieron la oportunidad de expresar con sus propias palabras las nociones que tienen al respecto, antes de recibir la instrucción formal correspondiente.

Las preguntas del cuestionario exploran las ideas previas más comunes que se han detectado a través de años de experiencia en diversos países de Europa y América Latina, incluyendo por supuesto México, en torno a los preconceptos que tienen los alumnos respecto al concepto de fuerza.

## **CIERRE (Al final)**

Al concluir la exploración de ideas de los alumnos se realiza una plenaria para contrastar las respuestas de los alumnos con las ideas aceptadas científicamente, sin profundizar mucho en ello pues más adelante los alumnos construirán los conceptos acordes con la perspectiva científica.

**Motivación:** Para resolver el cuestionario se solicitó a los alumnos que lo resolvieran por parejas aprovechando la disposición de las "mesas binarias" del salón de clase para facilitar el trabajo con la "ayuda de iguales" y que se sintieran motivados a trabajar en equipo desde el inicio. Esto propició una aportación de ideas con mayor riqueza y fluidez.

**Desempeño de los alumnos frente a la tarea:** El desempeño fue de buena calidad como se puede constatar en las respuestas que asentaron los alumnos en los registros. Sin embargo, se puede apreciar cierta "instrucción formal" sobre el concepto de fuerza recibido en su educación secundaria, las ideas previas persisten en la mayoría de los estudiantes. Esto denota que el aprendizaje ha sido deficiente o simplemente en su momento repitieron lo que "aprendieron" mecánicamente, es decir, que el aprendizaje hasta este momento no había sido "*significativo*" para ellos.

**¿Qué piensan los alumnos?** : Las ideas previas de los alumnos se observan en el cuestionario correspondiente, el cual constituye una fuente de evidencia confiable de la forma en que piensan los alumnos antes de abordar y desarrollar el tema, (ver en los anexos: documento I-A).

**Articulación de contenidos previos con los nuevos:** Hasta el momento sólo se les solicitó que resolvieran el cuestionario de ideas previas. Las respuestas serán comentadas después de haber realizado la siguiente actividad de la sesión en la que se les proporciona una lectura sobre el desarrollo histórico del concepto de fuerza (breve reseña histórica), después de la cual se pretende articular las ideas previas de los alumnos, el concepto de fuerza en la antigüedad y el concepto de fuerza visto desde la perspectiva científica actual.

## **Actividad 1- B**

(sesión 1- B)

**Objetivo:** Contrastar las ideas previas de los alumnos con el desarrollo histórico del concepto de fuerza.

**Desarrollo:** Hasta este momento los alumnos tienen poco o casi nulo conocimiento al respecto ya que prácticamente no tienen referentes históricos del concepto de fuerza.

Manifiestan que es algo nuevo para ellos y que es la primera vez que hacen una revisión histórica del desarrollo de este concepto y lo toman con agrado e interés. La lectura es una breve reseña de las principales ideas aristotélicas, medievales y galileanas acerca del concepto de fuerza (ver en los anexos: documento I- B).

El propósito de la lectura es que los alumnos observen que sus ideas previas no son necesariamente erróneas sino que muchas de ellas son producto del sentido común y que no necesariamente coinciden con la explicación correcta, es decir, no necesariamente coinciden con la perspectiva científica.

**Desempeño de los alumnos frente a la tarea:** Para llevar a cabo la lectura, se solicitó a los alumnos agruparse en equipos de cuatro personas para leer, subrayar y discutir las ideas principales del texto, comentando entre ellos y haciendo preguntas sobre las palabras o párrafos que no fueran claros, y que estuvieran en posibilidades de resolver la guía de lectura que se anexan al final del documento para afianzar las ideas principales del desarrollo histórico del concepto de fuerza.

**¿Qué piensan los alumnos? :** Las respuestas del cuestionario guía son resueltas por los alumnos y discutidas en clase con el fin de que las ideas expresadas por ellos fueran correctas en función del análisis del texto, la comprensión lectora y el apoyo del profesor, (ver en los anexos: documento I – C).

**Cambio Conceptual:** El conocimiento de los hechos y el desarrollo histórico del concepto de fuerza fue muy significativo para los alumnos ya que pudieron percatarse de que sus ideas coinciden en buena medida con las ideas antiguas. Con base en ello modificaron sus estructuras cognitivas dando lugar a la interpretación correcta de este concepto. Al mismo tiempo se percatan de que la ciencia está en constante desarrollo y que no es estática ni los conocimientos se acumulan como “cajas” unas encima de otra, sino que se va transformando.

**Articulación de conocimientos previos con los nuevos:** Para iniciar la transformación de preconceptos se retoma el cuestionario de “ideas previas” aplicado al principio de la sesión y se comentan las ideas, propiciando el sentido crítico y la reflexión, comparando las ideas históricas con la concepción aceptada como correcta. El cuestionario de ideas previas se constituye como un POST TEST corrigiendo, con ayuda del profesor, las respuestas iniciales y asentando las ideas aceptadas científicamente, (ver respuestas de los alumnos a la guía de lectura en los anexos: documento I-C ).

211843

## CARACTERIZACIÓN DE LA SESIÓN 1

**1.-Línea principal de razonamiento:** El conocimiento de los hechos históricos propician la reflexión en los alumnos al percatarse de que sus ideas previas pueden coincidir en cierto momento con las ideas prevalecientes durante alguna época histórica y con base en ello se facilita la transformación de sus esquemas cognitivos, dando cuenta de que la física y los conceptos físicos han estado en constante desarrollo y que ha sido tarea difícil establecerlos en la forma que actualmente los conocemos.

**2.- Desempeño de los alumnos frente a la tarea:** La actitud de los alumnos fue muy favorable. Es importante hacer notar que esta actitud se debe en gran medida a la contextualización que se hace respecto a los aprendizajes a lograr. Esto es, se hace énfasis en que el aprendizaje de la física debe basarse en primer lugar en la comprensión de los conceptos, lo cual facilita la interpretación de los fenómenos y después la representación matemática de los conceptos físicos. Esta situación baja significativamente la tensión y la resistencia natural que tienen los alumnos al enfrentarse al estudio de esta disciplina.

**3.- ¿Qué piensan los alumnos? :** Los alumnos proponen, en un discurso personal, algunos ejemplos donde se pueden observar las ideas históricas, identificando a qué época corresponde la explicación de la idea previa. Por ejemplo, al darle un puntapié a un balón, el cual se desplaza sobre una superficie horizontal y en línea recta, expresan cómo se explicaría este fenómeno durante la época aristotélica (estado natural), qué explicación se daría durante la época medieval (teoría del ímpetus) y como lo explicaría el propio Galileo a la luz de su experimento de planos inclinados (principio de inercia).

**4.-Resultados:** Los alumnos muestran interés y aún asombro al contrastar sus ideas previas con las aceptadas como correctas, ya que las actividades propuestas los motivan a la reflexión crítica de sus propios esquemas de razonamiento. En este sentido se evidencia la gran utilidad de plantear diversos ejemplos en los que los estudiantes pongan en juego sus ideas con el verdadero comportamiento de fenómenos relacionados con el concepto de fuerza.

Estas actividades facilitan la construcción gradual de nuevos conocimientos, lo cual se pone de manifiesto tanto en sus expresiones orales como escritas y externalan ideas más razonadas y dejan de repetir simplemente "definiciones" que no representaban conocimiento significativo alguno.

**5.-Ajustes.-** Es recomendable entregar previamente la lectura 1- B (una sesión antes) y solicitarles que sea leída y reflexionada para agilizar la siguiente sesión, pues el tiempo real rebasa el tiempo programado.

### 3.2 sesión 2

En la segunda sesión se establece la fuerza como medida de la interacción entre dos cuerpos; es conveniente emplear el tiempo necesario para que el alumno identifique de manera significativa la existencia de la "pareja de fuerzas" que intervienen en toda interacción ya que esta situación no es común para ellos, sólo a través de un buen número de ejemplos es posible que lo logren.

La representación gráfica de manera cualitativa y cuantitativa es mucho más fácil para los estudiantes ya que tienen buenos referentes al respecto y pueden acceder sin dificultad a la comprensión del carácter vectorial de las fuerzas y a su forma de aplicación geométrica (fuerzas colineales, concurrentes, paralelas, etcétera.)

## SESIÓN: 2-A

### LA FUERZA COMO MEDIDA DE INTERACCIÓN ENTRE DOS CUERPOS

Momento de Realización	<ul style="list-style-type: none"><li>• Al concluir la lectura del desarrollo histórico de Fuerza y movimiento</li></ul>
Lugar de Realización	<ul style="list-style-type: none"><li>• Salón de clase (aula) o Laboratorio</li></ul>
Forma de trabajo	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diálogo socrático y actividad experimental (en equipos) o actividad demostrativa. (intercambio de ideas).</li></ul>
Materiales necesarios	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bloques de fricción (cubos de madera con caras de diferentes rugosidades en sus caras) y dinamómetros proporcionados por el laboratorio.</li></ul>
Propósito:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Identificar la pareja de fuerzas que intervienen en toda interacción y representar gráficamente las fuerzas, enfatizando su carácter vectorial.</li></ul>
Contenidos abordados	<ul style="list-style-type: none"><li>• La noción de fuerza</li><li>• Las interacciones de contacto</li><li>• La representación gráfica de las fuerzas</li><li>• El carácter vectorial de las fuerzas</li></ul>
Ideas previas	<ul style="list-style-type: none"><li>• No se identifica a la fricción como una fuerza</li><li>• Se asocia la fuerza exclusivamente al esfuerzo muscular</li><li>• No se identifica a la fuerza como la medida de la interacción entre dos cuerpos</li></ul>
Conocimientos previos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Noción de fuerza</li></ul>
Aspecto histórico	<ul style="list-style-type: none"><li>• "Descubrimiento de la fuerza de fricción</li></ul>
Forma de registro	<ul style="list-style-type: none"><li>• Documento II-A: La fuerza como medida de la interacción entre dos cuerpos (estrategia didáctica)</li></ul>
Tiempo de sesión	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1 hora.</li></ul>

## FUERZA NETA PARA EL CASO DE FUERZAS COLINEALES

### SESIÓN 2-B

Momento de Realización	<ul style="list-style-type: none"><li>• Al concluir el tema de carácter vectorial de las fuerzas</li></ul>
Lugar de Realización	<ul style="list-style-type: none"><li>• Salón de clase (aula) o laboratorio</li></ul>
Forma de trabajo	<ul style="list-style-type: none"><li>• Actividad experimental demostrativa, diálogo socrático, intercambio de ideas.</li></ul>
Materiales necesarios	<ul style="list-style-type: none"><li>• Carros de baja fricción y dinamómetros. Proporcionados por el laboratorio.</li></ul>
Propósito	<ul style="list-style-type: none"><li>• Identificar las fuerzas que actúan sobre los objetos</li><li>• Determinar la fuerza neta o fuerza resultante para el caso de fuerzas colineales</li><li>• Identificar las condiciones en las que un cuerpo se encuentra en movimiento rectilíneo uniforme</li><li>• Identificar las formas en que pueden actuar las fuerzas</li></ul>
Contenidos abordados	<ul style="list-style-type: none"><li>• Representación gráfica de las fuerzas</li><li>• Fuerza neta para el caso de fuerzas colineales</li><li>• Noción de fuerzas no colineales</li><li>• Condiciones de reposo y movimiento rectilíneo uniforme</li></ul>
Ideas previas	<ul style="list-style-type: none"><li>• No concebir el movimiento "sin fuerzas" (movimiento libre)</li><li>• No concebir el movimiento en ausencia de "fricción"</li></ul>
Conocimientos previos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Concepto de fuerza</li><li>• Representación gráfica de fuerzas</li><li>• Concepto de fricción</li><li>• Concepto de fuerza resultante</li></ul>
Aspecto histórico	<ul style="list-style-type: none"><li>• Recordando el desarrollo histórico del concepto de fuerza</li></ul>
Forma de registro	<ul style="list-style-type: none"><li>• Documento II-B: Fuerza neta para fuerzas colineales (lectura comentada con preguntas intercaladas)</li></ul>
Tiempo de sesión	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1 hora</li></ul>

## GUÍA GENERAL DE OBSERVACIONES DE LA SESIÓN 2 (2- A Y 2- B )

La presente guía es una sugerencia de puntos a observar y anotar al final de las sesiones, el propósito es el de apoyar la observación de los aspectos más relevantes de la sesión en cuanto a las ideas y actitudes de los estudiantes durante la aplicación de la propuesta didáctica.

Tema de la estrategia didáctica: el concepto de fuerza: 1ª. Y 3ª. Leyes de Newton

**Tema de la sesión:** La noción del concepto de fuerza como la medida de la interacción entre dos cuerpos (2- A) y el concepto de fuerza neta para el caso de fuerzas colineales (2- B).

Actividad 2- A

### APERTURA

**Objetivo:** Abordar la noción del concepto de fuerza como la medida de la interacción entre dos cuerpos proporcionando diversos ejemplos donde se observen objetos en contacto, para mostrar el tipo de interacción entre ellos e identificar la "pareja" de fuerzas que interviene en toda interacción.

**Operación:** se pretende que los alumnos identifiquen la fricción como una fuerza y desarrollen la noción de fricción estática y cinética las cuales serán estudiadas con mayor profundidad en sesiones posteriores.

**Recuperación de conocimientos:** Se observa que al revisar lo más relevante de la sesión anterior, los alumnos construyen de manera más consistente el concepto de fuerza, situación que se observa en sus respuestas orales y escritas pues, comienzan a "explicar" con sus propias ideas y referentes los fenómenos relacionados con el concepto. También se aprovecha la revisión para recordar en cierta medida las ideas antiguas sobre el concepto de fuerza con resultados favorables.

**DESARROLLO:** El documento 2- A (La noción del concepto de fuerza como la medida de la interacción entre dos cuerpos), pretende en un primer momento, contextualizar a los estudiantes en la construcción del concepto de fuerza, nuevamente se exploran las ideas previas, observándose que han sido impactadas por los nuevos conocimientos y se van presentando mejores esquemas de razonamiento lo cual permite acceder con mayor facilidad al nuevos conceptos tales como la fuerza de fricción.

**CIERRE:** con la revisión de diversos ejemplos de cuerpos en reposo y movimiento, los alumnos son capaces de identificar y trazar gráficamente las fuerzas que intervienen, en un primer momento, sólo de forma cualitativa, sin utilizar escalas de dibujo y en otro momento posterior se aborda el trazo gráfico de fuerzas. Esta actividad es un buen pretexto para dar cuenta del carácter vectorial de las fuerzas.

**¿Qué piensan los alumnos?** Los alumnos comienzan a manifestar seguridad en sus respuestas al ser capaces de distinguir de manera reflexiva y no memorística las ideas antiguas sobre el concepto de fuerza y diferenciarlas de las ideas aceptadas como correctas. Estos logros se pueden apreciar en las respuestas de los alumnos. ( ver anexo de evidencias de los aprendizajes)

## actividad 2- B

Tema de la propuesta didáctica: Fuerza, 1ª. Y 3ª. Leyes de Newton

**Tema de la sesión:** El concepto de fuerza neta para el caso de fuerzas colineales.

### APERTURA

**Objetivo:** Identificar el tipo de fuerzas que actúan sobre diversos objetos que se encuentran en reposo o en movimiento haciendo énfasis en las fuerzas colineales y en la determinación analítica de la fuerza neta para este tipo de fuerzas y en las condiciones de reposo y de movimiento rectilíneo uniforme (M.R.U), con fuerza neta igual a cero.

**Operación:** Al iniciar la sesión se hace entrega a los alumnos del documento **2-B** (la fuerza neta para el caso de fuerzas colineales)) y se les proporcionan instrucciones con el fin de que en equipos de cuatro personas realicen la lectura y resuelvan las cuestiones planteadas para contextualizar el tema y centrar la atención en las características de las fuerzas colineales. Esta actividad esta programada para realizarse en 30 minutos aproximadamente.

El documento **2-B** (documento guía), ubica fácilmente a los alumnos en la representación gráfica de las fuerzas, en la determinación analítica de la magnitud de la Fuerza neta para el caso de fuerzas colineales y en la identificación de las condiciones para que un cuerpo (o partícula), esté en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme.

**DESARROLLO:** Por medio de la lectura y solución a las cuestiones planteadas, se recuperan diversos conceptos vistos en las sesiones anteriores, tales como la representación gráfica de las fuerzas y el concepto de fuerza y estar en condiciones de establecer nuevos conceptos que son adquiridos por los estudiantes por recepción sin que estos sean memorísticos ya que se construyen a través del análisis de diversos ejemplos sencillos. Se abordan nuevos conceptos tales como "la fuerza Normal" (N), y el concepto de partícula.

Con la asimilación de estos nuevos conocimientos se accede con relativa facilidad a la determinación analítica de la fuerza neta para el caso de fuerzas colineales en la dirección del movimiento, tanto en dirección vertical como en dirección horizontal.

Con el análisis de casos cotidianos establecen las condiciones de reposo y movimiento rectilíneo uniforme, considerando la fuerza neta e identificando a la fricción como una fuerza, los “pares” de fuerza que intervienen en toda interacción y sobre que cuerpos actúan.

Es importante hacer notar que se tomó como pretexto el análisis de las interacciones entre los cuerpos y las superficies sobre las cuales se mueven para diferenciar entre las fuerzas de “contacto” y a “distancia”, aunque, estas últimas serán tratadas con mayor profundidad en sesiones posteriores. De la misma forma es conveniente tratar de manera muy general (noción), la existencia de otros tipos de fuerza tales como las fuerzas concurrentes y paralelas que también serán estudiadas con mayor detenimiento en temas posteriores.

**CIERRE:** Se realizó una “lluvia de ideas” al término de la sesión **2- B** y con diversas “preguntas dirigidas” en torno a las respuestas que asentaron los alumnos en los documentos proporcionados a los alumnos en esta sesión con el fin de socializar y consolidar sus respuestas corrigiendo las posibles desviaciones en ellas.

## **CARACTERIZACIÓN DE LA SESIÓN 2 (2-A y 2- B)**

**1.-Línea de razonamiento:** Las actividades propuestas requieren en este caso, mayor capacidad de abstracción por parte de los alumnos, así como realizar diversas analogías e interpretar fenómenos que comúnmente no son “observables” a simple vista, tales como la interacción de los objetos con la superficie sobre la cual, se encuentran en reposo o en movimiento, las fuerzas de “contacto” o a “distancia”, e incluso, identificar la forma en que actúan como es el caso de las fuerzas colineales. En general los alumnos deben centrarse en la identificación de la “pareja de fuerzas” que intervienen en las interacciones para poder comprender e interpretar correctamente la naturaleza de las fuerzas.

**2.-Actitud y desempeño frente a las tareas:** El enfoque constructivista de la propuesta genera en los alumnos una actitud favorable en la comprensión de los conceptos, particularmente en lo que se refiere al análisis de casos donde participan externando sus propias ideas y compartiéndolas con sus compañeros. Es notorio el interés que muestran por el tratamiento de temas con este enfoque, ya que, incluso se generan discusiones que propician la obtención de consenso de ideas que satisfagan a los alumnos.

**3.-¿Qué piensan los alumnos?** Los alumnos proponen ejemplos diferentes a los expuestos por el profesor, buscando analogías que satisfagan su curiosidad en casos particulares, lo cual les facilita la solución a los cuestionarios guía proporcionados en esta sesión (ver en los anexos: documentos II- A y II- B)

**4.-Ajustes:** Es posible que las actividades 2-A y 2- B propuestas requieran ajuste si rebasaran el tiempo programado. Esto es atribuible a que el enfoque constructivista requiere normalmente tiempos adicionales que dependen de la dinámica de los grupos, de los conocimientos previos y de los referentes de los alumnos, ya que son ellos los que proponen sus nuevas concepciones basándose en sus propios esquemas conceptuales, lo que propicia discusiones muy ricas que se aprovechan para lograr el cambio conceptual.

### 3.3 Sesión 3

En la tercera sesión se trata el concepto de "fricción". Es importante incluir este concepto ya que en principio, los alumnos no identifican a la fricción como una fuerza y por ende no la asocian a la "pareja de fuerzas" que intervienen al mover un cuerpo sobre una superficie rugosa aplicando una fuerza para ello. En esta sesión los alumnos identifican de manera cualitativa la existencia y comportamiento de la fuerza de fricción estática y la fuerza de fricción cinética (llamada en ocasiones fricción dinámica).

Es conveniente tener cuidado en la cuantificación de la fuerza de fricción estática y cinética en el desarrollo experimental, ya que los alumnos deben ser cautelosos al dar cuenta que si un cuerpo se mueve con velocidad constante sobre una superficie rugosa (aplicando una fuerza para ello) significa que la fuerza aplicada y la fuerza de fricción (estática o cinética) son de la misma magnitud por lo que la fuerza neta será igual a cero. Si consideramos a los cuerpos como partículas entonces estas fuerzas serán colineales y la fuerza aplicada y la fuerza de fricción tienen el mismo valor.

Resulta interesante que al analizar las variables de las cuales depende el valor de la fuerza de fricción, los alumnos mencionan como variable significativa y relevante el área de contacto entre las superficies y al contrastar su hipótesis descubren sorpresivamente por sí mismos el error de su idea previa basada seguramente en el "sentido común". Esta situación constituye una de las principales ideas previas que resulta muy difícil de erradicar en los alumnos.

### SESIÓN 3

#### LA FUERZA DE FRICCIÓN

Momento de realización	<ul style="list-style-type: none"><li>• Al concluir el tema de fuerza neta para el caso de fuerzas colineales</li></ul>
Lugar de realización	<ul style="list-style-type: none"><li>• Laboratorio: (actividad experimental)</li></ul>
Forma de trabajo	<ul style="list-style-type: none"><li>• En equipos de 4 a 6 alumnos</li></ul>
Materiales necesarios	<ul style="list-style-type: none"><li>• 3 bloques de baja fricción (cubos de madera con diferentes rugosidades de igual masa)</li><li>• 2 dinámómetros de 0-10 Newtons</li><li>• 1 flexómetro o escala de madera de 1 m.</li></ul>
Propósito	<ul style="list-style-type: none"><li>• Identificar y establecer los conceptos de fricción, fricción estática y fricción cinética</li><li>• Identificar el "movimiento libre"</li><li>• Establecer la primera ley de Newton</li></ul>
Contenidos abordados	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fuerzas de fricción</li><li>• Movimiento libre</li><li>• 1ª Ley de Newton</li></ul>
Ideas previas	<ul style="list-style-type: none"><li>• No identificar la fuerza de fricción estática ni la fuerza de fricción cinética</li></ul>
Conocimientos previos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Concepto de fuerza</li><li>• Representación gráfica de las fuerzas</li></ul>
Aspecto histórico	<ul style="list-style-type: none"><li>• Evocando el experimento de Galileo sobre planos inclinados para identificar el "movimiento perpetuo"</li></ul>
Forma de Registro	<ul style="list-style-type: none"><li>• Documentos III-A: La fuerza de fricción (instructivo de actividad experimental)</li><li>• Documento III-B: movimiento libre (instructivo de actividad experimental).</li><li>• Documento III-C: Conociendo más sobre la fuerza de fricción y el movimiento (lectura comentada)</li></ul>
Tiempo de sesión	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1 hora 50 minutos</li></ul>

## GUÍA DE OBSERVACIÓN DE LA SESIÓN 3 (3-A Y 3- B)

La presente guía es una sugerencia de los puntos a observar y anotar al final de la sesión con el propósito de apoyar a la observación de los aspectos más relevantes en cuanto a ideas y actitudes durante la aplicación de la propuesta didáctica.

Tema de la estrategia didáctica: El concepto de fuerza: 1ª y 3ª Leyes de Newton

**Tema de la sesión:** La fuerza de fricción

### ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

#### APERTURA

**Objetivo:** Identificar la fricción como una fuerza a través de experimentos sencillos para construir los conceptos de fuerza de fricción estática ( $F_e$ ) y fuerza de fricción cinética ( $F_c$ )

**Operación:** Antes de iniciar la instrucción formal del concepto de fricción, se contextualiza a los alumnos en el análisis de la “detención” del movimiento a fin de que externen sus ideas previas al respecto. Los alumnos inicialmente tienen la tendencia a responder a las preguntas con ideas muy cercanas a la realidad física, atribuyendo el fenómeno a la “aspereza”, a la “rugosidad”, “menos liso” y en un menor número a la “fricción” de la superficie sobre la cual se mueve el cuerpo. Se proporciona a los alumnos en este momento el documento guía **3-A** para la realización de una actividad experimental sencilla. Este documento tiene instrucciones de desarrollo a manera de instructivo de práctica.

**CIERRE:** Es interesante observar como los alumnos ya no atribuyen la “detención del movimiento” de los cuerpos a que “ se detienen porque así debe ser” o porque “ se les fue acabando la fuerza” que se les “imprimió”, sino que ya lo atribuyen a la fuerza de fricción que existe entre el cuerpo y la superficie sobre la cual se mueven. Esto es una fuente de evidencia de que se está logrando el *cambio conceptual*, pues han rebasado expresamente las ideas aristotélicas y medievales, y por supuesto, se aprovecha la respuesta de los alumnos para recordar (diálogo socrático), esas ideas antiguas y ponerlas de manifiesto para contrastar sus ideas con las que se tenían en la antigüedad.

### Actividad 3-A

**DESARROLLO:** El documento guía (actividad experimental III-A) proporcionado a los alumnos, tiene la particularidad de contextualizar a los alumnos en el marco teórico del concepto de fricción a través de algunas preguntas de reflexión y ejemplos que ilustran el concepto. El alumno tiene que realizar la actividad experimental paso a paso, reflexionando e interpretando por medio de la evidencia empírica el concepto de fricción y contrastándolo con sus ideas previas, asentando sus observaciones y mediciones en el mismo documento-guía. (instructivo de práctica)

#### **DESARROLLO:**

##### **Desempeño de los alumnos frente a la tarea:**

- En un primer momento, los alumnos establecen el concepto de fuerza de fricción estática ( $F_e$ ), y fuerza de fricción cinética ( $F_c$ ).
- En las respuestas de los alumnos se evidencia la comprensión de las variables que determinan que un cuerpo se mueva con velocidad constante al aplicarle una fuerza externa.
- Identifican las variables que intervienen en el fenómeno, tales como la magnitud de la fuerza aplicada, la rugosidad de las superficies en contacto, el peso del cuerpo u objeto e incluyen el área de contacto (?) como variable determinante ;
- Relacionan las variables y elaboran correctamente las posibles hipótesis
- Durante la experimentación, van dando cuenta de la veracidad o falsedad de sus hipótesis.
- Se muestran sorprendidos cuando verifican que el área de contacto es independiente de la fuerza aplicada para mover con velocidad constante el cuerpo u objeto de estudio.
- Observan que al mover un cuerpo con velocidad constante, la fuerza neta debe ser igual a cero, de manera que se percatan que esta situación es posible infiriendo que la fuerza aplicada y la fuerza de fricción cinética tienen el mismo valor.
- Y se percatan de que esta actividad les permite medir, experimentalmente, la fuerza de fricción, al tener el mismo valor que la fuerza aplicada cuando el cuerpo se mueve con velocidad constante y en línea recta (movimiento rectilíneo uniforme)
- Finalmente establecen que la fuerza de fricción entre las superficies en contacto, es independiente del área de contacto para un mismo material.

**CIERRE:** Es importante hacer notar a los alumnos que para cada pareja de superficies en contacto, existe un coeficiente de fricción " $\mu$ " que no se determinará en esta sesión por implicar un cálculo matemático que requiere mayor análisis y que, por el momento, es suficiente con la comprensión de los conceptos vistos hasta aquí.

### Actividad experimental 3- B

**DESARROLLO:** Para consolidar la idea de que al disminuir gradualmente la fricción hasta hacerla “casi despreciable”, se hace referencia a que en el caso de los “bloques de fricción”, esto no fue posible aún teniendo caras o superficies en contacto cuyos materiales fueron formica - formica. Se cuestiona a los alumnos sobre se qué manera podríamos disminuir la fricción hasta que esta fuera mínima. Se hace referencia a diversos dispositivos que permiten esta situación (mesas de aire, rieles de aire, pistas de hielo, etc.) y se les propone el uso de un “disco de baja fricción” con ciertas características de construcción como se observa en el instructivo, analizando su movimiento y resolviendo las cuestiones, se obtienen respuestas muy favorables al respecto. (ver anexo: evidencias de aprendizaje).

**Desempeño de los alumnos frente a la tarea:** El desempeño es satisfactorio, sin embargo, los grupos y equipos de trabajo en el laboratorio, normalmente son numerosos, lo cual dificulta en cierta medida que todos los estudiantes manipulen el material involucrado, y algunos se quedan en la observación del fenómeno. Aquí es necesaria la participación dinámica del profesor activando permanentemente la motivación de los alumnos en el desarrollo de esta actividad.

**CIERRE:** En plenaria, se revisan las respuestas asentadas por los alumnos en el documento lectura comentada, (ver en los anexos el documento **III-C**) y se corrigen posibles desviaciones al solicitarles la lectura del documento frente al grupo. Se hace énfasis en los aspectos más relevantes sobre la fricción y se retoma el desarrollo histórico del concepto para evocar los trabajos de Galileo. Finalmente se establece e interpreta el “movimiento sin fuerzas” o “movimiento libre” para dar pie a la siguiente sesión donde se establecerá formalmente la primera Ley de Newton del Movimiento o ley de la Inercia.

### Caracterización de la sesión 3 (3-A y 3-B y 3-C)

**1.-Línea de razonamiento:** En esta sesión se propone que los alumnos desarrollen habilidades en la interpretación de fenómenos, que sigan secuencias de acción en una actividad experimental, y que desarrollen una actitud favorable hacia la investigación científica, considerando particularmente las implicaciones de la fuerza de fricción en el movimiento de los cuerpos. Y tomando en cuenta la concepción de ciencia que se ha venido formando en ellos al reflexionar acerca del desarrollo histórico del concepto de fuerza y fuerza de fricción, evocando las experiencias de Galileo de los planos inclinados.

**2.- Actitud.-** Los alumnos se muestran muy receptivos y hay buena disposición en la realización de la actividad experimental. El interés por el conocimiento del fenómeno de la fuerza de fricción no es generalizado ya que, en un principio, sólo tratan de resolver las preguntas del instructivo de práctica, sin embargo, al citar diversos ejemplos cotidianos, familiares y de interés para ellos (ruedas de autos deportivos, deslizadores, toboganes, trineos, alas de aviones, movimiento de cuerpos pesados, etcétera.), se incrementa la curiosidad e interés por interpretar correctamente el comportamiento de los cuerpos ante la fuerza de fricción, distinguiendo correctamente entre fuerza de fricción estática y fuerza de fricción cinética.

**Resultados:** Los alumnos logran identificar y diferenciar las fuerzas de fricción y las variables que las determinan de manera cuantitativa, sin embargo, no se llegó a establecer el modelo matemático de  $F = \mu N$ , ni se llegó a establecer el coeficiente de fricción estático " $\mu_e$ ", ni el coeficiente de fricción cinético " $\mu_c$ ", debido a que no se incluyó en la propuesta didáctica por darle mayor importancia al concepto.

**Ajustes:** Es conveniente ajustar la propuesta de tal forma que se incluya el análisis de los coeficientes de fricción, aunque para ello, se debe considerar, que los alumnos requieren habilidades matemáticas mas desarrolladas.

### 3.4 sesión 4

En la cuarta sesión se hace uso exclusivamente del documento **IV** "Transformando ideas para interpretar la primera ley de Newton del movimiento", cuyo propósito es que los alumnos den cuenta de las características del movimiento libre o "movimiento sin fuerzas" haciendo uso de una lectura comentada con preguntas intercaladas.

Los documentos-guía que se han utilizado durante el desarrollo de toda la propuesta han mostrado ser muy efectivos en el aprendizaje de los conceptos tratados, pues en general, contienen lecturas con tratamiento didáctico previo, es decir, se muestran porciones de texto que mencionan el significado del concepto contienen preguntas intercaladas a lo largo de todo el texto, lo cual propicia la reflexión entre los alumnos al ser resueltas en equipos y pone de manifiesto que la "ayuda de iguales" es muy útil para este propósito.

Al final de la sesión se retoma el aspecto histórico por los motivos expuestos anteriormente y se cierra la actividad interpretando y estableciendo el enunciado de la primera ley de Newton del movimiento citando y analizando diversos ejemplos de aplicación cotidiana de este principio.

### 3.4 SESIÓN 4

#### INTERPRETACIÓN DE LA 1ª LEY DE NEWTON DEL MOVIMIENTO

Momento de realización	<ul style="list-style-type: none"><li>• Terminando la actividad experimental de fuerzas de fricción</li></ul>
Lugar de realización	<ul style="list-style-type: none"><li>• Salón de clase (aula)</li></ul>
Forma de trabajo	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diálogo socrático, intercambio de ideas</li></ul>
Materiales necesarios	<ul style="list-style-type: none"><li>• Documento IV: Transformando ideas para interpretar la 1ª ley de Newton del movimiento: lectura comentada con preguntas intercaladas.</li></ul>
Propósito	<ul style="list-style-type: none"><li>• Consolidar la comprensión de la primera ley de Newton del movimiento.</li></ul>
Contenidos abordados	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1ª Ley de Newton del movimiento</li><li>• Movimiento libre</li></ul>
Ideas previas	<ul style="list-style-type: none"><li>• No concebir el movimiento sin fuerzas</li></ul>
Conocimientos previos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Concepto de fuerza</li><li>• Concepto de fricción estática</li><li>• Concepto de fricción cinética</li><li>• Representación gráfica de fuerzas</li><li>• Identificación de fuerzas "colineales"</li></ul>
Aspecto histórico	<ul style="list-style-type: none"><li>• Evocando los experimentos de Galileo sobre los planos inclinados.</li></ul>
Forma de registro	<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos registran resultados en el documento IV</li></ul>
Tiempo de la sesión	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1 hora</li></ul>

## GUÍA GENERAL DE OBSERVACIONES PARA LA SESIÓN 4

La presente guía es una sugerencia de puntos a observar y registrar sobre los aspectos más relevantes de la sesión 4 en cuanto a ideas y actitudes de los estudiantes durante la aplicación de la propuesta didáctica.

Tema de la propuesta didáctica: El concepto de fuerza: 1ª. Y 3ª. Leyes de Newton

**Tema de la sesión:** Interpretación de la 1ª Ley de Newton.

### APERTURA

**Objetivo:** Interpretar la primera ley de Newton del movimiento a través de actividades sencillas realizadas en el salón de clase a fin de aplicarla a casos cotidianos.

**Operación:** Considerando los conceptos construidos en las sesiones anteriores sobre las causas de la detención del movimiento, los alumnos dan cuenta de que si un cuerpo está en reposo, permanecerá en reposo y que, si un cuerpo está en movimiento rectilíneo uniforme (movimiento libre), seguirá describiendo este movimiento a menos que una fuerza externa desequilibrada modifique este estado.

**DESARROLLO:** Para el desarrollo de este tema, se proporcionó a los alumnos el documento-guía **IV** el cual tiene como propósito, integrar las ideas y conceptos revisados en las sesiones anteriores en torno al concepto de fuerza y sus implicaciones a fin de interpretar correctamente la primera ley de Newton del movimiento. A través de una lectura grupal se genera una discusión dirigida para que los alumnos establezcan e interpreten este principio.

**Desempeño de los alumnos frente a la tarea:** En esta cuarta sesión los alumnos participan con gran acierto en las respuestas a las cuestiones que se les plantean a lo largo del documento guía **IV** y sus explicaciones son consistentes con la perspectiva científica. (ver evidencias de aprendizaje de esta sesión)

**CIERRE:** Se realizó una discusión grupal sobre las respuestas del cuestionario-guía 4-A, para corregir posibles desviaciones en sus respuestas.

## CARACTERIZACIÓN DE LA SESIÓN 4

**1.- Línea de razonamiento:** En esta sesión la línea principal de razonamiento esta encaminada a realizar una integración de ideas y conceptos a fin de establecer e interpretar el enunciado de la primera ley de Newton del movimiento. Siendo indispensable citar diversos ejemplos cotidianos donde se observe el cumplimiento de este principio, a la luz de las investigaciones realizadas por Galileo.

**2.- Actitud:** El papel del profesor es determinante para mantener una actitud favorable en los alumnos. La discusión grupal es deseable ya que aporta beneficios importantes, pero la mayor riqueza de información se obtiene de las discusiones en equipos de alumnos donde finalmente externan sus puntos de vista e ideas obtenidas por consenso. (ver en los anexos las evidencias de aprendizaje)

**3.-Resultados:** Los alumnos han logrado avances importantes en la comprensión e interpretación de la primera ley de Newton, pues externan respuestas con mayor seguridad, basados en los conocimientos adquiridos en sesiones anteriores y se va facilitando el acceso a conocimientos más complejos. (ver en los anexos las evidencias de aprendizaje)

### 3.5 SESIÓN 5

En la quinta sesión se propone una actividad experimental que aporta la facilidad de abordar el tema de interacciones de contacto donde los alumnos se divierten al experimentar colisiones sencillas (colineales) utilizando carros de baja fricción equipados con resorte integrado en uno de sus extremos (material común en los laboratorios escolares). En este caso es recomendable tener cuidado en la interpretación de los "observables" ya que reviste para los alumnos cierta dificultad por lo que se requiere el apoyo permanente del profesor en el establecimiento de las características de las interacciones.

### 3.5 SESIÓN 5

#### "LAS INTERACCIONES DE CONTACTO"

Momento de realización	<ul style="list-style-type: none"><li>• Al concluir el tema de 1ª ley de Newton</li></ul>
Lugar de Realización	<ul style="list-style-type: none"><li>• Laboratorio</li></ul>
Forma de trabajo	<ul style="list-style-type: none"><li>• En equipos de trabajo de 4 a 6 alumnos en el laboratorio</li><li>• Modelaje interactivo. (actividad experimental)</li></ul>
Materiales necesarios	<ul style="list-style-type: none"><li>• 2 carros de baja fricción</li><li>• 3 bases de soporte universal</li><li>• 1 escala de madera de 1 m</li><li>• 1m de hilo cáñamo</li></ul>
Propósito	<ul style="list-style-type: none"><li>• Consolidar el concepto de fuerza, entendido como la medida de la interacción entre dos cuerpos.</li><li>• Observar la relación de los cambios de velocidad con la masa del objeto</li><li>• Establecer la tercera ley de Newton</li></ul>
Contenidos abordados	<ul style="list-style-type: none"><li>• Interacciones mecánicas (fuerzas de contacto)</li><li>• 3ª Ley de Newton o Ley de las interacciones</li></ul>
Ideas previas	<ul style="list-style-type: none"><li>• No identificar las "parejas de fuerzas que intervienen en toda interacción</li><li>• No analizar sobre que cuerpos actúan las fuerzas</li><li>• No analizar la relación de los cambios de velocidad en las colisiones con la masa de los cuerpos</li></ul>
Conocimientos previos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Concepto de fuerza</li><li>• Representación gráfica de fuerzas</li></ul>
Aspecto histórico	<ul style="list-style-type: none"><li>• Comentarios sobre las ideas antiguas de fuerza y movimiento</li></ul>
Forma de registro	<ul style="list-style-type: none"><li>• Documento V: Las interacciones de contacto (Instructivo de actividades experimentales 5-A, 5-B y 5-C )</li></ul>
Tiempo de sesión	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1 hora 50 minutos</li></ul>

## GUÍA GENERAL DE OBSERVACIÓN PARA LA SESIÓN 5

La presente guía es una sugerencia de puntos a observar al final de la sesión cuyo propósito es la de considerar los aspectos más relevantes en cuanto a las ideas y actitudes de los estudiantes durante la aplicación de la propuesta didáctica.

Tema de la propuesta didáctica: El concepto de fuerza: 1ª. Y 3ª. Leyes de Newton

**Tema de la sesión:** El comportamiento de las interacciones mecánicas (tercera ley de Newton)

### APERTURA

**Objetivo:** Analizar el comportamiento de las interacciones mecánicas a través de experimentos sencillos (cualitativos) para que el alumno de cuenta de que al producirse una interacción se genera una “pareja de fuerzas” de igual magnitud y de sentido contrario, pero que actúan en diferentes cuerpos. De esta forma se establece e interpreta la tercera ley de Newton aplicándola a casos cotidianos.

**Operación:** Con la realización de actividades experimentales sencillas se muestran las características de una colisión (choque) colineal entre dos cuerpos, con el fin de que los alumnos identifiquen la “pareja de fuerzas” que se generan al momento del choque y analicen los “cambios de velocidad” que experimentan después de la colisión. Durante este análisis se consideran los casos en que las masas de los cuerpos son iguales y para casos en que las masas son diferentes.

**DESARROLLO:** Inicialmente se exploran las ideas de los alumnos para actualizar el conocimiento en torno al concepto de fuerza a través del cuestionario guía que en este caso forma parte del instructivo de la actividad experimental que realizaron. Ya en esta quinta sesión se observa con mayor claridad el “cambio conceptual” que logran los alumnos como se puede apreciar en las evidencias de aprendizaje (ver anexo)

**Desempeño de los alumnos frente a la tarea:** El instructivo de práctica es un instrumento muy objetivo pues facilita la tarea de análisis y el desarrollo experimental donde los alumnos muestran un desempeño muy favorable. (ver en los anexos las evidencias de aprendizaje)

**CIERRE:** Al término de la sesión los estudiantes establecen las características de las interacciones mecánicas (de contacto) basados en los conocimientos previos sobre el concepto de fuerza. Convencidos de que en toda interacción se genera una “pareja de fuerzas” establecen e interpretan la tercera ley de Newton y se desarrolla la noción de fuerzas a distancia que será revisada en la siguiente sesión.

## CARACTERIZACIÓN DE LA SESIÓN 5

**1.-Línea de razonamiento:** Al realizar las actividades experimentales propuestas en esta sesión, la principal línea de razonamiento se centra en la interpretación del fenómeno de las colisiones (choques) vistas como la interacción entre dos cuerpos y sus implicaciones poniendo énfasis en el comportamiento de los cambios de velocidad y su relación con las masas de los cuerpos. Esta concepción es muy significativa en la comprensión e interpretación de la tercera ley de Newton resaltando por supuesto, el concepto de fuerzas de contacto.

**Actitud:** La actividad experimental resulta atractiva y motivante para los alumnos ya que las colisiones son realizadas sobre la mesa de laboratorio o sobre el piso y con los carros de madera, lo cual evoca a su infancia. Durante la experimentación se aprecia fácilmente el comportamiento de los choques y la identificación de las variables que intervienen es mas sencilla.

**¿Qué piensan los alumnos? :** En este caso los alumnos proponen algunos ejemplos donde chocan vehículos de masas significativas (auto-camión por ejemplo) se cuestionan e interpretan sorpresivamente que la fuerza que ejerce uno sobre otro son iguales y que el cambio de velocidad, diferente en cada uno, se debe a la magnitud de la masa de cada cuerpo. Esto muestra un avance muy favorable en el cambio conceptual..

Sin embargo, al término de la sesión se les cuestiona sobre las “interacciones a distancia”. Para un buen número de alumnos, en principio, la respuesta es que para que exista una fuerza de un cuerpo sobre otro, necesariamente deben estar en contacto, es decir, que debe existir necesariamente un medio material para que se genere la fuerza. Esto denota que todavía en esta sesión no conciben la existencia de las “interacciones a distancia” Aunque al explorar brevemente sus conocimientos y referirse a la acción de los imanes activan su reflexión y piensan que si es posible. El tema de las “Interacciones a distancia” se aborda en la siguiente sesión, donde finalmente se consolida la interpretación de la tercera ley de Newton del movimiento o ley de las interacciones.

### 3.6 sesión 6

En la SEXTA SESIÓN se propone una actividad experimental sencilla que se puede realizar en el salón de clase o en el laboratorio dado que los materiales son de fácil acceso y uso común. Esta actividad tiene como propósito que los alumnos den cuenta de manera cualitativa de la existencia de las interacciones a distancia. Realizando una integración de ideas se interpreta y consolida la comprensión de la tercera ley de Newton del movimiento. (ver en anexos documento VI: actividades experimental 6-A, 6-B y 6-C y la actividad adicional de apoyo al estudio independiente 6-D)

En este punto es conveniente abundar en la interpretación del principio citado haciendo énfasis en que esta ley es válida si y solo si las fuerzas que intervienen están actuando en diferentes cuerpos ya que de lo contrario se trataría de fuerzas equilibradas que no corresponderían al enunciado de este importante principio, motivo que nos obliga a citar ejemplos adicionales suficientes para garantizar el aprendizaje significativo del tema.

## Sesión: 6

### "LAS INTERACCIONES A DISTANCIA"

Momento de realización	<ul style="list-style-type: none"><li>• Al concluir el tema de interacciones de contacto</li></ul>
Lugar de Realización	<ul style="list-style-type: none"><li>• Salón de clase (aula) o laboratorio</li></ul>
Forma de trabajo	<ul style="list-style-type: none"><li>• Intercambio de ideas</li><li>• Diálogo socrático</li><li>• Equipos de trabajo</li><li>• Actividad experimental (opcional)</li></ul>
Materiales necesarios	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1 balón</li><li>• 2 imanes de disco o de barra</li><li>• 1 péndulo electrostático</li><li>• 1 barra de plástico</li></ul>
Propósito	<ul style="list-style-type: none"><li>• Identificar las fuerzas a distancia</li><li>• Consolidar la interpretación de la tercera Ley de Newton</li></ul>
Contenidos abordados	<ul style="list-style-type: none"><li>• Interacciones de contacto y a distancia</li><li>• 3ª Ley de Newton del movimiento</li></ul>
Ideas previas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dificultad para identificar las fuerzas a distancia</li></ul>
Conocimientos previos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Concepto de fuerza</li><li>• 3ª Ley de Newton del movimiento</li></ul>
Aspecto histórico	<ul style="list-style-type: none"><li>• Comentarios generales</li></ul>
Forma de registro	<ul style="list-style-type: none"><li>• Documento VI que incluye:<ul style="list-style-type: none"><li>• Actividad 6-A : Las interacciones a distancia (instructivo de actividad experimental parte 1)</li><li>• Actividad 6-B : Las interacciones a distancia (instructivo de actividad experimental, parte 2)</li><li>• Actividad 6-C : Las interacciones a distancia, parte 3)</li><li>• Actividad 6-D : Extra clase (apoyo al estudio independiente)</li></ul></li></ul>
Tiempo de sesión	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1 hora 50 minutos</li></ul>

## GUÍA GENERAL DE OBSERVACIONES PARA LA SESIÓN 6

La presente guía es una sugerencia de puntos para observar y anotar al final de la sesión 6 de los aspectos más relevantes durante la aplicación de la propuesta didáctica.

Tema de la propuesta: El concepto de fuerza: 1ª. Y 3ª. Leyes de Newton

**Tema de la sesión:** Las interacciones a distancia

### APERTURA

**Objetivo:** Establecer el concepto de interacciones a distancia (fuerzas a distancia) y consolidar el concepto de interacciones de contacto a través de la realización de experimentos sencillos de carácter demostrativo a fin de que los alumnos puedan distinguir e interpretar ambas interacciones para consolidar el establecimiento e interpretación de la tercera ley de Newton o ley de las interacciones.

**Operación:** Antes de desarrollar formalmente el tema, los alumnos dan cuenta de la existencia de las interacciones a distancia mencionando ejemplos familiares a ellos, tales como el peso de los cuerpos (fuerza de gravedad), la atracción o repulsión de cargas eléctricas haciendo uso de un péndulo electrostático o de globos electrizados (fuerzas eléctricas) y la atracción o repulsión de imanes (fuerzas magnéticas).

**DESARROLLO:** Se proporciona a los alumnos el documento guía que muestra tres actividades experimentales y una tarea extraclase cuyo propósito es reforzar en lo posible el estudio independiente. (ver evidencias de aprendizaje)

**Desempeño de los alumnos frente a la tarea:** Los alumnos muestran un desempeño favorable pues se ven en la necesidad de integrar los conocimientos previos con los nuevos al identificar las interacciones, las parejas de fuerzas que intervienen, los diagramas de fuerzas correspondientes, y, sobre todo, identifican en que casos se cumple la tercera ley de Newton y en cuales no. Al concluir la sesión se les indica que deben resolver la tarea extraclase, que plantea diversos ejemplos que serán de gran utilidad para consolidar los conceptos vistos en clase.

**CIERRE:** Es conveniente analizar la pertinencia de resolver la tarea extraclase en la misma sesión, lo cual dependerá de los tiempos disponibles para ello, de lo contrario, será necesario revisar las respuestas en la siguiente sesión para corregir posibles desviaciones.

## CARACTERIZACIÓN DE LA SESIÓN 6

**Línea principal de razonamiento:** Los alumnos se centran en la explicación de las interacciones a distancia, citando diversas analogías con ejemplos de la vida cotidiana para diferenciarlas de las interacciones de contacto. Actualizan el conocimiento previo al analizar las implicaciones de la tercera ley de Newton y desarrollan su capacidad de síntesis para interpretarla correctamente.

**Actitud:** Las actividades propuestas son demostrativas, aunque, se pueden realizar en el laboratorio. En todo caso, pudieron manipular los materiales propuestos evocando sus experiencias cotidianas y pudieron percatarse que ya conocían las interacciones a distancia pero curiosamente no habían reparado en su existencia y en su comportamiento.

**¿Qué piensan los alumnos? :** Al manipular los materiales, los estudiantes evocaron experiencias personales sobre las interacciones a distancia tales como empujar o jalar un imán con otro imán, mencionando analogías como grúas magnéticas, y recordaron algunos experimentos realizados en el nivel Secundaria como atraer pequeños trozos de papel con un peine electrizado al frotarlo con el cabello o bien dejando caer objetos al piso y asociándolos correctamente con interacciones a distancia.(gravitacionales, eléctricas y magnéticas).

**Resultados:** Las respuestas de los alumnos asentadas en los instructivos de práctica y en la tarea extraclase, muestran desviaciones mínimas, como se puede apreciar en las evidencias de los aprendizajes.

***Al finalizar la sesión 6, se aplica una evaluación formativa que abarca todo el bloque instruccional. El instrumento de evaluación empleado para ello, tiene características especiales al haber sido diseñado de tal forma, que los alumnos ponen en juego sus referentes formales, los conocimientos adquiridos durante las seis sesiones, y reflexionan sobre sus respuestas evitando con ello respuestas “de memoria” y permite además, detectar si el conocimiento adquirido fue significativo. El instrumento (evaluación formativa), contiene una serie de preguntas contextualizadas en tres lugares muy cotidianos: una tienda de autoservicios, las Olimpiadas de Nagano Japón, tema de mucha actualidad al aplicar el instrumento y la estación espacial “MIR”. (Ver en los anexos el instrumento de evaluación formativa: “Juan el tendero”).***

## 4. RESULTADOS

### 4.1 ORGANIZACIÓN, PROPÓSITO Y MANERA DE RECOLECTAR EVIDENCIAS DEL APRENDIZAJE.

Para estar en posibilidades de contar con evidencias que muestren aspectos relevantes en torno al impacto de la propuesta didáctica en el desempeño de los alumnos frente a la tarea fue necesario diseñar instrumentos que se constituyeran como indicadores y que me permitieran observar si durante la operación de la propuesta los alumnos simplemente repetían o estaban en condiciones de entender e incluso explicar, lo cual evidenciara un aprendizaje mecánico o significativo. Para tal fin esta propuesta incluye el diseño de una serie de registros donde los alumnos plasman sus ideas respecto a los contenidos abordados aportando los siguientes beneficios:

Para cada sesión se elaboró un formato de registro diferente que adoptan diversas modalidades, identificándolos de la siguiente manera:

Sesión	Documentos anexos para el alumno	Contenido de los documentos
1	I-A I-B I-C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuestionario para explorar ideas previas sobre el concepto de fuerza</li> <li>• Lectura: Breve desarrollo histórico del concepto de fuerza y movimiento (lectura)</li> <li>• Guía de lectura</li> </ul>
2-A	II-A	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La fuerza como medida de la interacción entre dos cuerpos (estrategia didáctica)</li> </ul>
2-B	II-B	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La fuerza neta o resultante para fuerzas colineales (lectura con preguntas intercaladas)</li> </ul>
3	III-A III-B III-C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La fuerza de fricción (Instructivo de actividad experimental 3.A)</li> <li>• Movimiento libre (Instructivo de actividad experimental 3.B)</li> <li>• Conociendo más sobre la fuerza de fricción y el movimiento (Lectura comentada)</li> </ul>
4	IV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transformando ideas para interpretar la 1ª ley de Newton del movimiento (Lectura comentada con preguntas intercaladas)</li> </ul>
5	V	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las interacciones de contacto (instructivo de actividad experimental)</li> </ul>
6	VI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las interacciones a distancia: Instructivo de actividad experimental 6-A Instructivo de actividad experimental 6-B Instructivo de actividad experimental 6-C Cuestionario: Apoyo al estudio independiente (tarea extraclase) 6-D</li> </ul>

En estos registros los alumnos expresan sus ideas antes, durante o después de haber recibido instrucción formal de los conceptos correspondientes a cada sesión, de esta manera constituyen una fuente de evidencia de lo que piensan los alumnos y muestran la estructura de pensamiento que tienen en esos momentos.

una lectura comentada de las respuestas que asentaron en estos documentos para verificar las respuestas y corregir posibles desviaciones en la comprensión de los conceptos.

La evidencia del cambio conceptual sólo es posible observarla en las respuestas de los alumnos a los cuestionarios planteados, en el propio desarrollo de las actividades experimentales, en el análisis de sus resultados y en la asertividad que muestren en la solución de los ejercicios de aplicación.

Todos estos elementos constituyen una evaluación formativa que ocurre durante el proceso de instrucción y nos permite detectar posibles desviaciones en la comprensión de los conceptos. Y por supuesto, la evaluación formativa aplicada al final de la propuesta didáctica constituye una evidencia del cambio conceptual con un mayor nivel de inclusividad y muy confiable, pues contempla una exploración de todos los aprendizajes propuestos en la estrategia. (Ver en los anexos documento VII, Evaluación formativa global " Juan el tendero")

#### 4.2- ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN RECOPIADA

La información recolectada se presenta en tres niveles de registro de observación de aspectos relevantes:

- **Primer nivel de observación:** registros utilizados por los alumnos en los que expresan sus ideas previas, conocimientos previos y respuestas a las cuestiones planteadas en cada sesión, empleando para ello diversos instrumentos de registro tales como cuestionarios-guía, guías de lectura o instructivos de registro de actividades experimentales, o bien cuaderno de bitácora donde expresan sus respuestas a ejercicios de aplicación o ideas personales sobre el tema. Estos elementos constituyen una primer fuente de evidencia del logro de los objetivos propuestos.
- **Segundo nivel de observación:** registros utilizados por el profesor donde se expresan los aspectos más relevantes de cada sesión en cuanto a las ideas generales o de índole particular, de importancia en el desarrollo del tema que expresan los alumnos al inicio, durante y al concluir la sesión.

También se incluyó un apartado especial donde se expresa el comportamiento del grupo de alumnos en cuanto a la línea principal de razonamiento, la actitud, el desempeño de los alumnos frente a la tarea, las propuestas de los estudiantes y los resultados que obtienen los alumnos al realizar las actividades programadas. (ver en anexos, los resultados de la evaluación formativa aplicados en cada sesión de clase)

- **Tercer nivel de observación:** registro utilizado por el profesor atendiendo a los mismos rubros del punto anterior, pero considerando ahora el desarrollo de toda la propuesta didáctica en un mayor nivel de generalidad. (ver en anexos los resultados de la evaluación formativa aplicada al final de todo el bloque instruccional)

Estas tres líneas de observación permiten disponer de una información más precisa del perfil de los alumnos y una caracterización del grupo que aporta buen sustento a la interpretación de los resultados obtenidos al concluir con la aplicación de la estrategia didáctica. Estos resultados deben ser interpretados a la luz del marco de referencia de la propuesta y más allá de la concepción de ciencia y aprendizaje y del propio diseño, para saber con la mayor certeza posible: ¿Qué obtuvimos en claro de toda la propuesta? ¿Qué significan los datos que aportan los registros? ¿En qué medida son útiles para la práctica docente? No será suficiente, por tanto, mencionar simplemente el análisis cuantitativo de los resultados (análisis estadístico), sino mostrar de manera más pertinente y plausible los aspectos cualitativos que están detrás de la propuesta y que están estrechamente vinculados con el deseado cambio conceptual de los alumnos.

### **4.3 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN FORMATIVA APLICADA EN CADA SESIÓN DE CLASE**

**SESIÓN 1 : IDEAS PREVIAS SOBRE EL CONCEPTO DE FUERZA**

IDEAS PREVIAS	ANTES DE RECIBIR INSTRUCCIÓN	%	DURANTE LA SESIÓN	DESPUÉS DE RECIBIR INSTRUCCIÓN (NOCIÓN)
1	Fuerza es un "esfuerzo muscular", "un empujón" o un "jalón"	60	Lectura comentada sobre el desarrollo histórico del concepto de fuerza considerando las ideas prevalecientes en cada época:	Para que exista una fuerza deben existir dos cuerpos que estén "interactuando"
2	Fuerza es un "impulso"	20	a) Ideas aristotélicas: "El estado natural de los cuerpos es el reposo"	Los conceptos de impulso, energía y potencia son completamente diferentes al concepto de fuerza.
3	Fuerza es la "energía" con que se empuja o se jala un cuerpo	10	b) Ideas medievales: Al mover los cuerpos se les "dota" de una fuerza que se llevan "impresa" y ésta "se va gastando" hasta que el cuerpo se detiene de manera irremediable porque "se le acabó la fuerza"	
4	Fuerza es la "potencia" con la que se mueve un cuerpo	5		
5	Fuerza es "algo" que mueve a los cuerpos.	5		
6	Si un cuerpo está en reposo, no actúan fuerzas sobre él. sólo actúa el peso o fuerza de gravedad	50	c) Ideas galileanas: " Si no existen fuerzas externas que detengan el estado de movimiento de un cuerpo, éste se moverá eternamente en línea recta y con velocidad constante"	Si un cuerpo está en reposo, actúan sobre él dos fuerzas verticales: la fuerza de gravedad y la fuerza "normal".
7	Los cuerpos que han sido "empujados" se detienen porque se va "acabando" la fuerza que "llevan" o que se les "dio"	70		La detención del movimiento de un cuerpo que se mueve sobre una superficie horizontal, se debe a la fuerza de fricción que existe entre las dos superficies en contacto.
8	Los cuerpos en movimiento se detienen debido a la fricción que se opone al movimiento	30		Sobre un cuerpo que cae en el aire, actúan la fuerza de gravedad y la fuerza de fricción del aire. Si la caída ocurriese en el vacío, sólo actuaría la fuerza de gravedad y la caída se llamaría: "Caída libre".
9	Sobre un cuerpo que va cayendo, sólo actúa la fuerza de gravedad	90		
10	Sobre un cuerpo que va cayendo, actúa la fuerza de gravedad y la fricción del aire en sentido contrario	10		
11	Las fuerzas se pueden representar gráficamente con "flechas"	10		Las fuerzas se pueden representar gráficamente con "segmentos de recta dirigidos"

**SESIÓN 2- A : LA FUERZA COMO MEDIDA DE LA INTERACCIÓN ENTRE DOS CUERPOS**

IDEAS PREVIAS	ANTES DE RECIBIR INSTRUCCIÓN	DURANTE LA SESIÓN	DESPUÉS DE LA INSTRUCCIÓN
1	Para que exista una fuerza deben de existir dos cuerpos.	Experimentan la interacción entre dos cuerpos.	Interpretan el concepto de fuerza como la medida de la interacción entre dos cuerpos.
2	No distinguen la pareja de fuerzas que intervienen en toda interacción.	Identifican la pareja de fuerzas en diversos ejemplos donde interactúan cuerpos de manera vertical y horizontal.	Indican con flechas la acción de estas fuerzas.
3	No tienen referentes acerca del trazo "de diagramas de fuerza"	Se ejercitan en la representación gráfica de los "diagramas de fuerza" y desarrollan la noción de fuerzas colineales.	Trazan diagramas de fuerzas Horizontales y verticales.
4	No distinguen el carácter vectorial de la fuerza.	Desarrollan el concepto de "magnitud vectorial".	Resuelven problemas sencillos de carácter vectorial determinando la fuerza neta de fuerzas colineales.

**SESIÓN 2-B : EL CONCEPTO DE FUERZA NETA PARA EL CASO DE FUERZAS COLINEALES**

IDEAS PREVIAS	ANTES DE RECIBIR INTRUCCIÓN	DURANTE LA SESIÓN	DESPUÉS DE LA INSTRUCCIÓN
1	No tiene la noción del concepto de "fuerza normal".	Identifican la "fuerza normal" en diversos ejemplos de cuerpos que están sobre un "soporte"	Analizan la fuerza neta para casos de fuerzas colineales que actúan sobre cuerpos en reposo identificando la fuerza de gravedad y la fuerza normal.
2	No tienen referentes de que existan fuerzas equilibradas sobre un cuerpo que se encuentra en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme.	Analizan ejemplos de fuerzas que actúan sobre un cuerpo cuando sin de igual magnitud y de sentido contrario.	Resuelven ejemplos sencillos donde la fuerza neta o fuerza resultante tiene un valor de cero, para cuerpos que están en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme.
3	No tienen la noción de fuerzas de contacto y a distancia.	Analizan el comportamiento de "fuerzas de contacto" y "fuerzas a distancia".	Desarrollan la noción de "fuerzas de contacto" y de "fuerzas a distancia"
4	No tienen referentes sobre la forma en que pueden actuar las fuerzas que no son colineales.	A través de ejemplos sencillos distinguen fuerzas que no actúan de manera colineal. (concurrentes y paralelas)	Diferencian los conceptos de fuerzas coplanares y no coplanares

### SESIÓN 3: LA FUERZA DE FRICCIÓN

IDEAS PREVIAS	ANTES DE RECIBIR INSTRUCCIÓN	DURANTE LA SESIÓN	DESPUÉS DE LA INSTRUCCIÓN
1	Expresan que la fricción actúa en dirección contraria al movimiento, pero no distinguen la fuerza de fricción estática ni la fuerza de fricción cinética.	A través de diversos ejemplos experimentan e identifican la fricción estática y la fricción cinética.	Identifican las variables de las cuales depende la magnitud de las fuerzas de fricción (estática y cinética), así como sus características.
2	En ausencia de fuerzas de fricción, no conciben que un cuerpo no requiera de una fuerza para mantener el movimiento.	Experimentan el "movimiento libre" e interpretan el movimiento "sin fuerzas" o con fuerzas equilibradas dando cuenta del movimiento rectilíneo uniforme.	Establecen las características del Movimiento libre como un movimiento Donde la fuerza neta vale cero y en estas Condiciones, un cuerpo recorre distancias iguales en tiempos iguales, su velocidad Es constante y describe un movimiento Rectilíneo uniforme, llamado también "movimiento libre". Evocan el experimento de Galileo de los "planos inclinados", dando cuenta del concepto de "inercia".

### SESIÓN 4 : 1ª LEY DE NEWTON DEL MOVIMIENTO O LEY DE LA "INERCIA"

IDEAS PREVIAS	ANTES DE RECIBIR INSTRUCCIÓN	DURANTE LA SESIÓN	DESPUÉS DE LA INSTRUCCIÓN
1	No tienen referentes de los conceptos de "fuerza externa", "fuerza interna" ni de "fuerza externa desequilibrada".	A través de ejemplos sencillos referidos a situaciones cotidianas, identifican y establecen los conceptos de fuerza externa, fuerza interna y fuerza externa desequilibrada.	Son capaces de distinguir y aplicar los conocimientos adquiridos en ejemplos cotidianos donde intervienen estos tipos de fuerzas
2	No identifican las condiciones de reposo ni movimiento rectilíneo uniforme en función de una fuerza externa equilibrada.	Con el conocimiento previo de fuerza neta para el caso de fuerzas colineales, establecen las condiciones para que un cuerpo permanezca en estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme (movimiento libre).	Interpretan con claridad las características del movimiento libre aplicando este concepto en ejemplos cotidianos.

**SESIÓN 5 : LAS INTERACCIONES DE CONTACTO**

IDEAS PREVIAS	ANTES DE RECIBIR INSTRUCCIÓN	DURANTE LA SESIÓN	DESPUÉS DE LA INSTRUCCIÓN
1	Recuperan acertadamente el concepto de fuerza, su representación gráfica y las fuerzas que intervienen	Resuelven el cuestionario para recuperar ideas de la sesión anterior	Consolidan el concepto de fuerza, y las características de las interacciones
2	Mencionan la interacción entre los cuerpos, recuerdan el carácter vectorial de la fuerza	Desarrollan una actividad experimental y se confirma que las fuerzas que actúan sobre los cuerpos (pareja de fuerzas), son de igual magnitud pero de sentido contrario.	Ejercitan y consolidan contestando el instructivo de práctica, citando ejemplos cotidianos sobre el tema.
3	Tienen la noción de fuerzas de contacto pero no las definen	A través de la experimentación dan cuenta de las interacciones de contacto	Definen correctamente las interacciones de contacto, expresando que se requiere de un medio material para que actúen.
4	No conciben que durante las colisiones, los cambios de velocidad dependen de las masas de los cuerpos que chocan	Desarrollan la actividad experimental, analizando las colisiones lineales entre dos cuerpos	Observan y se percatan de que los cambios de velocidad de los cuerpos durante una colisión depende de las masas.
5	Hay dificultad para interpretar la tercera ley de Newton	Mediante la realización de la actividad experimental establecen algunas características de la tercera ley de Newton	Identifican con facilidad los pares de fuerzas que intervienen en las interacciones
6	No interpretan correctamente la tercera Ley de Newton	Mediante la experimentación, establecen algunas características de la tercera ley de Newton	Interpretan correctamente la 3ª Ley de Newton, aplicándola a casos cotidianos.
7	No definen las fuerzas a distancia	Se hacen preguntas de reflexión sobre las fuerzas a distancia	Resuelven un cuestionario estableciendo la noción de fuerzas a distancia.

**SESIÓN 6 : LAS INTERACCIONES A DISTANCIA**

**ESTABLECIENDO E INTERPRETANDO LA TERCERA LEY DE NEWTON DEL MOVIMIENTO O LEY DE LAS INTERACCIONES.**

IDEA PREVIA	ANTES DE RECIBIR INSTRUCCIÓN	DURANTE LA SESIÓN	DESPUÉS DE RECIBIR INSTRUCCIÓN
1	Tienen la noción de la existencia de las interacciones a distancia, gravitacionales, eléctricas y magnéticas	Desarrollan una actividad experimental donde evidencian la existencia de las interacciones a distancia	Experimentan en casos sencillos para consolidar el concepto de interacción a distancia
2	No conciben que un cuerpo pequeño (balín) al caer a la Tierra, la Tierra lo atrae, pero también el balín atrae a la Tierra	Recuperan e integran conocimientos previos para dar cuenta de que entre el balín y la Tierra, ambos tienen diferentes cambios de velocidad que dependen de las masas.	Ejercitan y reflexionan sobre los cambios de velocidad del balín y la Tierra, desarrollando su capacidad de abstracción.
3	Activan sus conocimientos previos respecto a la interpretación de la 3ª ley de Newton	Mediante diversos ejemplos integran la comprensión de las interacciones de contacto y a distancia	Consolidan la interpretación de la tercera ley de Newton y las condiciones bajo las cuales se cumple este principio.
4	Reflexionan sobre la interpretación de la 3ª ley de Newton	Resuelven diversos ejemplos de aplicación donde se cumple y donde no se cumple la tercera ley de Newton	Resuelven una tarea extraclase para apoyar el estudio independiente.

La información de cada una de las sesiones procesada y presentada de manera sintética en los cuadros anteriores por rubro de ideas previas y avance de los alumnos, durante y después de haber recibido la instrucción (la clase), constituyen sólo una fuente de evidencia en el segundo nivel de observación y en términos de la concepción de ciencia y aprendizaje del diseño de la propuesta didáctica.

La principal fuente de evidencia que nos proporciona información real sobre el logro de los objetivos planteados en la propuesta es, sin duda, la evaluación formativa global, que incluye los conocimientos adquiridos durante las seis sesiones de clase, la cual nos muestra el verdadero cambio conceptual que han logrado los alumnos. Ver evaluación formativa global: "Juan el tendero"

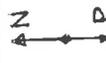
#### **4.4 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN FORMATIVA GLOBAL**

**RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN FORMATIVA (GLOBAL) APLICADA  
AL CONCLUIR LA OPERACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA  
TEMA DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA: EL CONCEPTO DE FUERZA, 1ª Y 3ª LEYES DE NEWTON**

Ref	REACTIVO SINTETIZADO	OPCIÓN CORRECTA	OPCIÓN ELEGIDA POR ALUMNO SINTETIZADA	RESPUESTA DE ALUMNOS	ARGUMENTOS DE LOS ALUMNOS	OBJETIVO LOGRADO (%)	
						SI	NO
1	Juan se dispone a mover una pesada carga.....	(b)	(b) que le apliquen una fuerza para que se mueva	46	La caja inicialmente está en reposo con fuerzas equilibradas, por lo que es necesario aplicar una fuerza externa desequilibrada	100	0
2	Dos carros de supermercado son empujados en sentido contrario, uno sobre otro y chocan:	(c)	(a) uno "lleva" mas fuerza que el otro	2	Uno llega más rápido y con más fuerza que el otro	91	9
			(b) el que lleva más velocidad lleva más fuerza	2	La fuerza que se le aplica a uno es mayor que la del otro		
			(c) en el momento del choque las fuerzas son iguales pero de sentido contrario	42	Por 3ª ley de Newton, las fuerzas durante la interacción son iguales y de sentido contrario		
3	Si dos masas de diferente magnitud chocan de frente Colinealmente	(a)	(a) Las fuerzas son iguales los $\Delta v$ son diferentes ya que las masas son diferentes	37	Una masa es mayor que otra. Fuerzas iguales. $\Delta v$ y masas diferentes	80	20
			(b) el cuerpo de mayor masa lleva más fuerza	1	Mayor masa, mayor fuerza		
			(c) Durante el choque la fuerza es la misma pero de sentido contrario	8	Fuerza igual, sentido contrario (confusión)		

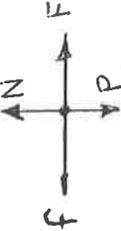
RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN FORMATIVA (GLOBAL) APLICADA

TEMA : EL CONCEPTO DE FUERZA, 1ª Y 3ª LEYES DE NEWTON

Ref	REACTIVO SINTETIZADO	OPCIÓN CORRECTA	OPCIÓN ELEGIDA POR ALUMNO	RESPUESTA A ALUMNO	ARGUMENTO DE ALUMNOS	OBJETIVO LOGRADO (%)
4	Las características de las fuerzas son:	(b)	(b). Se entiende como la medida de la interacción entre dos cuerpos.	45	Esta es una aplicación de la 3ª Ley de Newton, donde acción y reacción ocurren simultáneamente	98
			(c). Durante la interacción existe una "acción" y una "reacción" y una ocurre primero y otra después.	1	Su argumentación no corresponde a la pregunta	
5	Para identificar las fuerzas que intervienen en las interacciones, debemos considerar que:	(b)	(a). Al mover un cuerpo sobre una superficie sólo actúa la fuerza aplicada	1	Al empujar un cuerpo no interactúa con otro	96
			(b). En toda interacción se debe identificar la "pareja" de fuerzas que intervienen en ella.	43	No existe fuerza si no hay interacción	
			(c). Si un cuerpo interactúa con otro no intervienen dos fuerzas.	2	No necesariamente existen dos Fuerzas.	
6	Si un cuerpo se encuentra en reposo sobre una superficie horizontal:	(c)	(b). Sobre el cuerpo no actúa ninguna fuerza	1	El argumento es correcto pero no la respuesta (¿?)	98
			(c). El cuerpo interactúa con el piso existen una "pareja" de fuerzas, la Fg y la "fuerza normal"	45	Actúan la Fg y la fuerza normal "N", como están equilibradas la fuerza neta = 0 y el cuerpo permanece en reposo.	
7	Si un cuerpo está en reposo el diagrama de fuerzas es:	(a)		46	Está en reposo, ya que las fuerzas están equilibradas.	100
8	Si un cuerpo está en reposo sobre una superficie horizontal:	(b)	(b). actúan la "Fg" y la "N", son de igual magnitud y sentido contrario. Se equilibran y el cuerpo permanece en reposo.	45	Si no estuvieran equilibradas se movería en sentido vertical, pero como la fuerza neta = 0, permanece en reposo.	98
			(c). No son fuerzas equilibradas.	1		

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN FORMATIVA (GLOBAL) APLICADA

TEMA DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA: EL CONCEPTO DE FUERZA, 1ª Y 3ª LEYES DE NEWTON

Ref	REACTIVO SINTETIZADO	OPCIÓN CORRECTA	OPCIÓN ELEGIDA POR ALUMNO	RESPUESTA ALUMNO	ARGUMENTO DE ALUMNOS	OBJETIVO LOGRADO (%)
9	Al empujar un cuerpo y moverlo sobre una superficie horizontal, el diagrama de fuerzas es:	(c)	(b)  (c) 	7	Sólo actúan fuerzas en la dirección del movimiento	85
10	Un patinador se desliza con velocidad constante y en línea recta sobre una pista de hielo, en estas condiciones:	(b)	(b).El patinador ejerce una fuerza con sus pies y la pista hacia adelante. Las fuerzas actúan en diferentes cuerpos, son fuerzas desequilibradas por lo tanto el sujeto se mueve hacia adelante. (c).Como la fuerza que ejerce el patinador es constante, entonces la velocidad es constante	35	Si no hubiera interacción no se movería, existen dos fuerzas desequilibradas, la fuerza que ejerce la pista sobre los patines y estos sobre la pista. Gracias a la fuerza de fricción (mínima), se puede desplazar.	76
11	Si sobre una pista de hielo se desplaza un cuerpo en línea recta y finalmente se detiene:	(c)	(b).Se detiene porque es muy "pesado" (c).Interactúa con la pista de hielo y aunque la fricción cinética es mínima se opone al movimiento y finalmente se detiene.	11	El argumento es correcto, pero no la opción elegida.(confusión)	98
				1	Hay poca fricción pero como el cuerpo es muy pesado va aumentando su velocidad (¿?) La fuerza de fricción cinética es una fuerza externa desequilibrada que detiene el movimiento.	2

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN FORMATIVA (GLOBAL) APLICADA

TEMA DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA: EL CONCEPTO DE FUERZA, 1ª Y 3ª LEYES DE NEWTON

Ref	REACTIVO SINTETIZADO	OPCIÓN CORRECTA	OPCIÓN ELEGIDA POR ALUMNO	RESPUESTA A ALUMNO	ARGUMENTO DE ALUMNOS	OBJETIVO LOGRADO (%)
12	Identificar las "parejas de fuerzas que intervienen cuando un trineo es jalado por un perro sobre el hielo:	(a)	(a). Las fuerzas que actúan son: Fuerza del perro sobre el trineo y fuerza del trineo sobre el perro. Fuerza del trineo sobre el piso y fuerza del piso sobre el trineo Fuerza de las patas del perro sobre el piso y fuerza del piso sobre las patas del perro.	46	Existen parejas de fuerzas en la dirección del movimiento pero también en sentido vertical. (hay algo de confusión en el reactivo)	100 0
13	Identificar las características de la fricción y el movimiento en cuerpos que se deslizan cuesta abajo en una pendiente de hielo.	(a)	(a). Se desliza más rápido donde la fuerza de fricción es menor. (b). Si el cuerpo cambia de posición, se mueve más lento. (c). Si el patinador está en reposo sobre la pendiente de hielo, es porque no hay fricción.	37 2 7	La velocidad del patinador sólo depende de la "rugosidad" de la zona de hielo donde se desplaza. Si el patinador se inclina hacia adelante, aumenta la fricción y se mueve más lento. En reposo no hay fricción	80 20
14	Al encontrarse una nave espacial en órbita, en el espacio vacío:	(b)	(b). La estación espacial no "flota" porque interactúa con la Tierra, la Tierra atrae a la estación, pero la estación también atrae a la Tierra. (c). Sólo existen fuerzas de contacto.	45 1	Ambos cuerpos se atraen, están interactuando a distancia, fuerzas de igual magnitud y de sentido contrario. La nave se encuentra en caída libre, pero la $F_g$ la mantiene en órbita. La nave no interactúa con la tierra porque no están en contacto.	98 2

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN FORMATIVA (GLOBAL) APLICADA

TEMA DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA: EL CONCEPTO DE FUERZA, 1ª Y 3ª LEYES DE NEWTON

Ref	REACTIVO SINTETIZADO	OPCIÓN CORRECTA	OPCIÓN ELEGIDA POR ALUMNO	RESPUESTA A ALUMNO	ARGUMENTO DE ALUMNOS	OBJETIVO LOGRADO (%)
15	Al aplicarle una fuerza de corta duración (empujón) a un cuerpo que se encuentra en una superficie horizontal entonces:	(b)	(a).El cuerpo se lleva "pegada" la fuerza que se le dio y al no haber fricción se seguirá moviendo en línea recta y con velocidad constante.  (c).Sin fricción, el cuerpo se mueve "sin fuerzas" en la dirección del movimiento.	6  40	El argumento no corresponde a la respuesta  Al no haber fricción, no hay interacción y el cuerpo describirá un movimiento rectilíneo uniforme (movimiento libre o M.R.U)	86  14
16	Si dentro de una nave espacial que se encuentra en órbita, se arroja un objeto horizontalmente:	(a)	(a).No existe ninguna fuerza externa desequilibrada que modifique su trayectoria y se moverá con M.R.U  (b).Se lleva "pegada" la fuerza y le produce velocidad constante.  (c).Primero "flota" y luego se mueve al ser "empujado"	34  5  7	Expresan el mismo argumento de la respuesta.  El argumento no corresponde a la respuesta.  El objeto (bolígrafo) se va "flotando" y luego la Tierra lo atrae.	74  26
17	¿Cómo pueden ser las interacciones en los cuerpos?	(b)	(b).De contacto las cuales requieren de un medio para transmitirse y a distancia que no requieren de un medio material para transmitirse.	46	Por ejemplo al empujar un carro, se tiene una interacción de contacto. Las interacciones a distancia pueden ser gravitacionales eléctricas y magnéticas.	100 0

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN FORMATIVA GLOBAL APLICADA  
**TEMA DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA: EL CONCEPTO DE FUERZA, 1ª Y 3ª LEYES DE NEWTON**

Ref	REACTIVO SINTETIZADO	OPCIÓN CORRECTA	OPCIÓN ELEGIDA POR ALUMNO	RESPUESTA A ALUMNO	ARGUMENTO DE ALUMNOS	OBJETIVO LOGRADO %
18	Si sobre un cuerpo que se mueve con M.R.U en la Tierra o en el espacio actúan dos fuerzas colineales de igual magnitud pero de sentido contrario:	(c)	(a). El cuerpo se detiene	1	Sólo se detiene cuando recibe las fuerzas.	22
			(b). Cambia su trayectoria	9	Cambia su trayectoria porque las fuerzas son externas.	
			(c). Al ser fuerzas equilibradas, la fuerza neta es cero y el cuerpo se seguirá moviendo con movimiento rectilíneo y uniforme, sin modificar su trayectoria.	36	Las fuerzas son externas y equilibradas y la trayectoria no se afecta, describe M.R.U.	
19	¿Cómo ocurre la interacción entre una nave espacial en órbita y la Tierra?	(b)	(a). Solo la Tierra atrae a la nave	1	No argumentan	16
			(b). Ambos se atraen, pero el cambio de velocidad de la nave es mucho mayor que el de la Tierra, debido a que la nave tiene menor masa.	34	El movimiento de la Tierra hacia la nave es prácticamente imperceptible.	
			(c). La fuerza que ejerce la Tierra sobre la nave es mucho mayor que la fuerza con que la nave atrae a la tierra.	11	Por que la masa de la Tierra es mayor.	
20	Si una nave espacial viaja en el espacio con M.R.U. ¿qué se requiere para cambiar su trayectoria?	(c)	(a). Abrir un paracaídas	1	No corresponde el argumento	9
			(b). Modificar la posición de los alerones	3	No corresponde el argumento	
			(c). Una fuerza externa desequilibrada	42	Con una fuerza de este tipo, la nave no cambia su trayectoria ni su velocidad.	
<b>Totales %</b>					<b>90</b>	<b>10</b>

#### 4.5 ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA PROPUESTA

Uno de los argumentos considerados en la elaboración de la propuesta didáctica es que generalmente en los cursos tradicionales de Física, el concepto de fuerza, la primera y la tercera leyes de Newton del movimiento son a menudo "trivializadas". En los textos tradicionales de física, estos conceptos se remiten a simples enunciados con algún ejemplo de "aplicación", sin considerar que de la interpretación adecuada de estos principios depende en gran medida la comprensión de las demás leyes de la dinámica y del estudio de la mecánica en general. La propuesta pretende cubrir este aspecto y va más allá de la utilización de recursos como el gis y el pizarrón o las "prácticas de banco". El hecho de hacer un tratamiento histórico del desarrollo de los conceptos permite que los alumnos se percaten de la forma en que se han establecido y que observen que la mayoría de ellos surgieron del simple "sentido común" y que a través de la evidencia empírica se han ido transformando hasta llegar a establecerse como hoy los conocemos, acordes por supuesto, con la perspectiva científica.

Otro recurso utilizado en la propuesta es el tratamiento de las actividades experimentales, que van más allá de la realización de prácticas de banco tradicionales, pues las actividades planteadas, exigen de los alumnos mucho dinamismo, reflexión, creatividad y sobre todo, trabajo en equipo y "ayuda de iguales". Los instructivos de práctica fueron diseñados de tal forma que propician el razonamiento y la reflexión antes de desarrollarlas y asentar respuestas. Los materiales utilizados para desarrollar las actividades experimentales son muy sencillos, de fácil manipulación y no requieren de instructivos adicionales que desviarían la atención del objeto de estudio, además, son de fácil adquisición.

"La solución de problemas" ha mostrado su eficacia en el aprendizaje de la física, pero debemos entender que la solución de problemas es interpretada como aquella situación que pone en juego la creatividad e ingenio de los alumnos y que a través de su razonamiento resuelvan problemas diversos que no exigen habilidades matemáticas extraordinarias, ni la deducción de modelos matemáticos de "memoria" que, lejos de propiciar el aprendizaje, dificultan la comprensión de los conceptos. La tendencia de la propuesta en este sentido es: primero la comprensión del concepto, después "el nombre" y en un momento posterior, su representación matemática para hacer algunas predicciones cuantitativas del comportamiento de algún fenómeno determinado.

Esta forma de ver el aprendizaje y la enseñanza aporta beneficios significativos, sobre todo porque los alumnos están en posibilidades de desarrollar su poder de argumentación en la explicación de los fenómenos físicos, cuestión que ocurre al aplicar la propuesta con el enfoque "constructivista" del aprendizaje.

Aunque lamentablemente debemos reconocer que generalmente los programas curriculares no están elaborados con el enfoque constructivista de la enseñanza de la física, motivo que nos obliga a decidir en qué momentos o en qué temas debemos de aplicar el “constructivismo”, ya que este enfoque implica invertir tiempos adicionales dadas sus características.

Pero no todo es enseñanza de la física en la aplicación de la propuesta didáctica, es muy interesante observar que paralelamente al cambio conceptual que van logrando los alumnos, también se forman en valores humanos de carácter universal que podemos detectar en el desarrollo de su poder argumentativo, en la tolerancia y en el respeto que muestran al escuchar y compartir las ideas con sus compañeros, y el amor al conocimiento que muestran al interesarse cada vez mas por comprender el mundo concreto en el que viven. De esta forma interiorizan el conocimiento de manera significativa e incluso lo pueden transferir a otros ámbitos diferentes al escolar. Lograr que el alumno identifique y sea consciente de su transformación en valores, es un reto permanente del profesor ya que implica que además de su enseñanza sea capaz de:

- Despertar en la conciencia de los alumnos, la inquietud para explorar y potenciar sus capacidades en un proyecto de vida, lo cual requiere que el profesor, genere estrategias que promuevan la reflexión en torno al mundo físico concreto en el que viven y se puedan percatar que son capaces de transformarlo para su beneficio y mejorar su calidad de vida.
- Propiciar la reflexión sobre los valores y actitudes que puede formar desde la asignatura de física, implica que planeé, diseñe y proponga diversas estrategias que incluyan ejemplos ilustrativos sobre las leyes de Newton que estén relacionadas con la realidad concreta del alumno.
- Proponer “situaciones problematizadoras” tales que no puedan ser resueltas por los alumnos de manera inmediata o con el sentido común y que promuevan la reflexión y el cuestionamiento. Estas actividades ayudan a los alumnos a comprender que existe un determinado orden en la naturaleza, y le ayudan a entender porqué algunos fenómenos ocurren de una manera y no de otra.
- Enseñarle a trabajar en “equipos cooperativos” requiere que el profesor aplique técnicas de aprendizaje y de enseñanza eficientes, que propicien la participación activa de los alumnos y la “ayuda de iguales”. Estas actividades promueven el intercambio de ideas y el establecimiento de conceptos por consenso, manifestándose la tolerancia y el respeto a la opinión de los demás.

En virtud de lo anterior, lograr el anhelado cambio conceptual en los alumnos es una situación que requiere del compromiso decidido del profesor y, como se puede observar, no es suficiente el dominio de la disciplina, también se requiere que haya mucha claridad de la concepción de ciencia que se desea transmitir.

La propuesta didáctica se diseñó para enseñar los conceptos físicos mencionados en el siguiente orden: primero, el concepto de fuerza, sus características e implicaciones, después la primera ley de Newton y finalmente la tercera ley de Newton. Sin embargo, después de la operación de la propuesta, los resultados muestran que es más conveniente iniciar con la tercera ley de Newton del movimiento o ley de las interacciones, ya que este principio, establece lo que es la fuerza, para después identificar la fricción como una fuerza y finalmente establecer la primera ley de Newton, que establece que es lo que ocurre con los cuerpos en ausencia de fuerzas. Sin embargo, esta consideración se tomará en cuenta después del ajuste pertinente, y deberá operarse con estos cambios sugeridos, para obtener nueva información que muestre su pertinencia.

Gabriel Urreola Sánchez.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- Hierrezuelo M. J. Y Montero M. A. "La Ciencia de los Alumnos", Edit. LAIA Cuadernos de Pedagogía, 1988, Barcelona, España.
- Coll, C., Mauri T., Mirás M. Onrubia J., Solé I. Y Zabata. El constructivismo en el aula. ED. Grao. Barcelona. España. 1997
- Arons, A.B. "A guide to Introductory Physics Teaching", Edit. John Wiley and sons, USA 1990.
- Dykstra D. "Essay a Constructivist View of Education". Notas tomadas del reporte laboral de la "Especialidad en la enseñanza de la Física" en el nivel medio superior realizada en la Cd. de México. Bajo convenio UNAM. UPN. Colegio de Bachilleres. Mayo. 2000.
- Koyré Alexandre "Estudios Galileanos" Edit. S. XXI editores 6a. edición, México. 1991
- Rutherford James F., Holton Gerald, Watson Fletcher G. "Project Physics". Published by Rinehart and Watson. Inc. New York, Toronto. 1975.
- Haber-Schaim Uri., Cross Judson B., Dodge John H., and Walter James A. Física. PSSC. edit. Reverté México. 1992
- Holton Gerald. "Introducción a los Conceptos y Teorías de las Ciencias Físicas", rev. por Stephen G. Brush. Edit. Reverté. Barcelona España 1993.
- Bradwin Paul F., Stolberg R., Burnett R. W. "Física, sus formas y sus cambios", para escuelas secundarias. edit. Publicaciones Cultural., México 1972.
- Quevedo Alejandro. Antología de Física. Consejo del Sistema Nacional de Educación Tecnológica. Edit. S.E.P., S.E.I.T. México., 1992.
- ✓ Hewitt Paul G. "Física Conceptual" tercera edición. Edit. Pearson & Addison Wesley Longman. México. 1999. *023 H4.5*
- Bravo Núñez Silvia. "¿Usted también es aristotélico? En Comunicaciones Técnicas. Serie Docencia y divulgación No. 27. Instituto de Geofísica, UNAM. México. 1989.
- Pople, Stephen. "Física razonada" Primera edición. Traducción de "Explaining physics. Ed. Trillas. México 1997.
- Hecht, Eugene. "Física en perspectiva" primera edición. Ed. Addison Wesley Iberoamericana. México. 1987.
- ✓ Feynman. R. P., Leighton R. B. & Sands M. "Mecánica, radiación y calor" Ed. Addison Wesley Iberoamericana. México. 1987.
- ✓ Newton Isaac. "Principios matemáticos de la filosofía natural" Introducción y libro Ed. Alianza Editorial. Madrid. España. 1998

# ANEXOS

**INSTRUMENTOS DE REGISTRO UTILIZADOS DURANTE EL  
DESARROLLO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA**

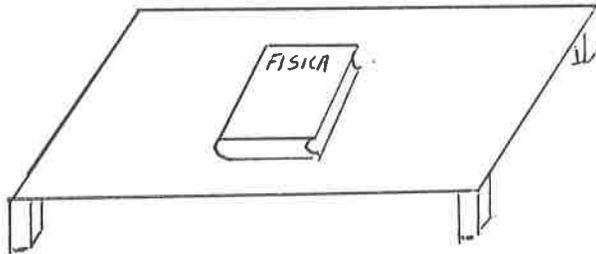
### 3.1 SESIÓN 1-A

## CUESTIONARIO PARA EXPLORAR IDEAS PREVIAS SOBRE EL CONCEPTO DE FUERZA

### DOCUMENTO: I-A

**PROPÓSITO.**-Este cuestionario tiene como propósito explorar algunas nociones sobre el concepto de fuerza y tomarlo como pretexto para contextualizar a los alumnos en el tema. Las preguntas deberán registrarse en el cuaderno de la Bitácora que se les ha solicitado a los alumnos previamente y anotarán sus comentarios e ideas personales al respecto a manera de pretest (ideas sobre el concepto de fuerza antes de estudiar el tema).

- 1.- ¿ Qué es para ti una Fuerza? \_\_\_\_\_
- 2.- ¿ Cómo representarías gráficamente una fuerza? \_\_\_\_\_
- 3.- La persona que sostiene un objeto en sus manos. ¿ Ejerce alguna fuerza?  
\_\_\_\_\_
- 4.- La figura muestra un libro que se encuentra sobre una mesa.



- a) ¿ Existe(n) alguna(s) fuerza(s) que actúe(n) sobre el libro? \_\_\_\_\_
- b) En caso de que la(s) haya, indícalas en el dibujo
- c) Explica por qué elegiste cada una de esa(s) fuerzas \_\_\_\_\_

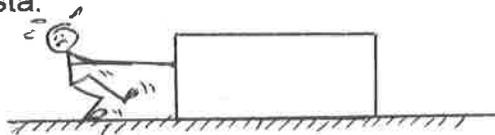
---

---

---

---

- 5.- ¿ Qué fuerza(s) actúa(n) sobre el bloque de madera mostrado en la figura?  
Justifica tu respuesta.



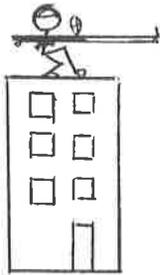
- 6.- Un jugador de Golf le da un pequeño golpe a la pelota la cual se mueve en línea recta sobre el césped y antes de llegar al hoyo se detiene

a).- ¿ por qué la pelota de golf no llegó a su destino?

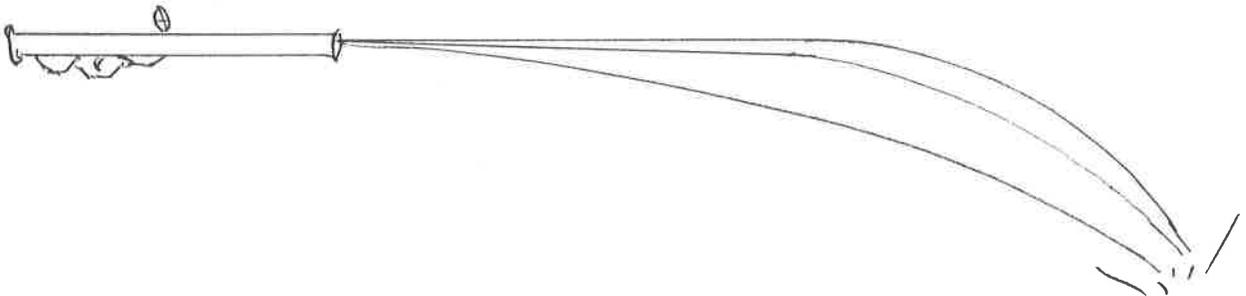
b).- ¿ qué fue lo que detuvo a la pelota?

c).- ¿si la superficie sobre la cual se juega el golf no fuera césped sino granito.  
¿Ocurriría lo mismo? Justifica tu respuesta.

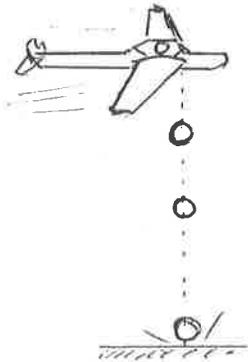
7.- En lo alto de un edificio, se encuentra un soldado con una "Bazooka" el cual efectúa un disparo horizontal como se muestra en la figura.



a).-Cuál de las trayectorias mostradas en la figura consideras que seguirá el proyectil al salir de la Bazooka? Explica el motivo de tu elección



8.- Desde un avión se deja caer un balón de acero ¿ Qué fuerza(s) crees que actúa(n) sobre el balón durante su caída?. Justifica tu respuesta.



### 3.1 SESIÓN: 1- B

#### DOCUMENTO: I-B

#### BREVE DESARROLLO HISTORICO DEL CONCEPTO DE FUERZA (LECTURA) 3

Propósito de la lectura.

La presente lectura tiene como propósito mostrar las principales ideas históricas sobre el pensamiento científico (particularmente con respecto al concepto de fuerza) citando tres períodos o etapas históricas que corresponden a tres tipos de pensamiento diferentes: primero, Física Aristotélica; a continuación Física del ímpetus, inaugurada, como todo, por los griegos pero elaborada y desarrollada en el siglo XIV (edad media) por la escuela de John Buridan y Nicolás de Oresme, finalmente, Física matemática, experimental, arquimediana galileana, con el fin de que te percaes de que las ideas que tienes en torno al concepto de fuerza pudieran coincidir con las ideas que, en su tiempo, tuvieron prominentes hombres de ciencia de la antigüedad y que no por ello son "erróneas" sino que al igual que ellos, tus ideas pueden estar basadas exclusivamente en el sentido común, y como sabes, no siempre coinciden con las ideas aceptadas científicamente como verdaderas.

Reflexiona cuidadosamente sobre el contenido de esta lectura y piensa que sólo a través de la evidencia empírica y del razonamiento, los hombres de ciencia de todos los tiempos han sido capaces de desarrollar teorías y conceptos que fueran plausibles y consistentes para explicar de la mejor manera los fenómenos que ocurren en la naturaleza y del mundo en que vivimos.

Esto es una evidencia de que la ciencia (particularmente la física) es dinámica, es decir, está en constante transformación, y que la historia muestra que el desarrollo de la ciencia es permanente, además, la ciencia no es simplemente una gran cantidad de conocimientos que se van acumulando en el tiempo, sino que su permanente desarrollo permite modificar las estructuras del pensamiento científico dando lugar a nuevos conocimientos, nuevas leyes, teorías y conceptos que se ven enriquecidos con los anteriores lo que permiten explicar con mayor claridad los fenómenos físicos lo que ha permitido a su vez el gran avance en la ciencia y la tecnología que como puedes observar son cada vez más complejos. En este sentido, la Historia del desarrollo de los conceptos y teorías físicas no es simplemente una serie de fechas históricas, de eventos ocurridos en tiempos pasados o una cronología de biografías de personajes y mucho menos simples datos enciclopédicos, - de ninguna manera - La Historia más bien, nos muestra las serie de dificultades a las que se enfrentaron los hombres de ciencia para desarrollar leyes, teorías y conceptos que fueran cada vez más consistentes y funcionales hasta llegar al establecimiento de las ideas que actualmente tenemos acerca de la ciencia y particularmente de la Física.

3 :F.james Rutherford., Gerald Holton.,y Ffletcher G. Watson.. Proyect Physics.Harvard University. Cap.2. pp. 37-46  
EE.UU. 1975 (fragmento)

## IDEAS ANTIGÜAS SOBRE LA NATURALEZA \*

(Lectura 1-B)

Para facilitar la comprensión del desarrollo histórico del concepto de fuerza es interesante mostrar algunas ideas acerca del movimiento en caída libre y movimiento horizontal así como las explicaciones que se daban en la antigüedad en torno al concepto de fuerza. (Durante el desarrollo de la lectura subraya las ideas principales que identifiques, ya que al finalizarla deberás elaborar un mapa conceptual con ellas ).

La ciencia que Galileo Galilei aprendió (ciencia física de la edad media), sostenía una distinción entre lo que ocurre en la tierra y lo que ocurre en el cielo.

Toda la materia terrestre (materia sobre o cerca de la tierra), se creía que contenía una mezcla de cuatro elementos: Tierra, agua aire y fuego). Estos elementos no fueron pensados de manera idéntica a los elementos naturales, por ejemplo, el agua ordinaria se pensaba como una mezcla de los cuatro elementos, pero principalmente de agua.

Cada uno de los cuatro elementos se pensaba que tenían un lugar natural en la región de la tierra. El lugar mas alto le fue asignado al fuego, debajo del fuego estaba el aire, luego el agua y finalmente en la posición más baja, la tierra y cada elemento se pensaba, buscaba su "lugar natural". Así, el fuego, si se colocaba debajo de su posición natural, tendía a subir a través del aire, de igual forma, el aire tendía a ir por encima del agua, mientras que la tierra tendía a caer a través del aire y del agua.

El movimiento de cualquier objeto dependía de la mezcla de esos cuatro elementos, y de la relación con su lugar natural de los elementos. Cuando el agua hierve, por ejemplo, el elemento agua y el elemento fuego se juntan por lo cual ocupan un lugar natural alto debido a que la mezcla se eleva como vapor. Por otro lado, una piedra compuesta principalmente por el elemento tierra, cae al ser arrojada, pasando a través del fuego, el aire y el agua hasta reposar en la tierra o suelo que es su "lugar natural".

Los pensadores medievales creían también que las estrellas, los planetas y otros cuerpos celestes, diferían en composición y en comportamiento de los cuerpos sobre o cerca de la tierra, se creía que los cuerpos celestes no contenían ninguno de los cuatro elementos ordinarios sino que consistían únicamente de un quinto elemento, "la quinta esencia" (con lo que los antiguos identificaban el éter), la diferencia en composición, requiere una física diferente, así, el movimiento natural de los cuerpos celestes fue pensado como algo que ni sube, ni baja, pero con un interminable girar en círculos alrededor del centro del universo, identificando éste como el centro del planeta tierra. Los cuerpos celestes, aunque moviéndose, estaban todo el tiempo en su "lugar natural". En este sentido, los cuerpos celestes se diferencian de los cuerpos terrestres en que manifiestan un movimiento natural, únicamente mientras regresan a su lugar natural desde el que fueron desplazados.

---

\* La traducción del inglés al español es mía

Esta teoría, fue sostenida fuertemente en los tiempos de Galileo y contaba con una antigüedad de 2000 años, ya que fue establecida en el siglo IV AC esto lo encontramos claramente establecido en los escritos de Aristóteles. Esta manera de construir la ciencia física pareció adecuarse a las observaciones hechas en la vida diaria. Esto fue particularmente creído en sociedades como aquellas en las cuales vivieron Aristóteles y Galileo, donde las ideas de rango y orden dominaban las relaciones humanas, además estas ideas sobre materia y movimiento fueron parte del sistema universal que lo abarcaba todo: La cosmología. En esta cosmología, Aristóteles buscaba relacionar ideas, las cuales hoy en día, son discusión por separado bajo títulos como ciencia, poesía, política, ética y teología.

No se conoce mucho de la apariencia física o de la vida de Aristóteles, se tiene idea de que nació en 384 AC en la provincia de macedonia en Grecia, su padre fue médico del rey de macedonia, su infancia transcurrió en este ambiente, Aristóteles terminó su educación en Atenas y más tarde regresó a macedonia para ser el tutor de Alejandro el grande. En el año 335 AC Aristóteles regresa a Atenas y funda el "Lyceum" una escuela y un centro de investigación.

Después que declinó la antigua civilización griega, los escritos de Aristóteles permanecieron casi desconocidos en Europa occidental por 1500 años. Estos pensamientos (escritos) fueron redescubiertos en el siglo XIII A.C. y pronto comenzó a dar forma al pensamiento de los eruditos cristianos y teólogos, Aristóteles llegó a tener una influencia dominante hacia fines de la edad media, de tal forma que se hacia referencia a él simplemente como "el filósofo".

El trabajo de Aristóteles se convirtió casi en una enciclopedia del pensamiento de los antiguos griegos, algunos de ellos eran simplemente resúmenes de trabajos de otros, pero muchos de ellos parecen haber sido creados por el mismo Aristóteles. Hoy en día es difícil creer que un hombre pudiera tener esa capacidad de estar bien informado en tantos temas tan diferentes como Lógica, Filosofía, Teología, Física, Astronomía, Biología, Psicología, Política y literatura. Algunos eruditos dudan que este trabajo fuera de una sola persona.

Desafortunadamente las teorías físicas de Aristóteles tienen serias limitaciones. (esto no demerita por supuesto, sus grandes alcances en otros campos). De acuerdo con Aristóteles, la caída de un objeto pesado hacia el centro de la tierra es un ejemplo de "movimiento natural", el evidentemente pensaba que cualquier objeto, después de soltarlo, rápidamente alcanzaba una velocidad final de caída. ¿Qué factores determinan la velocidad final de caída de un objeto? Es una observación muy común que una piedra cae más rápido que una hoja, por lo tanto, el razonamiento de Aristóteles era que, el peso es el factor que gobierna la velocidad de caída, esto ajusta muy bien con su idea de que la causa del peso fue la presencia del elemento tierra, cuyo movimiento natural fue hacia el centro de la tierra, tiene una fuerte tendencia a caer a su lugar natural. Esta fuerte tendencia hace que el objeto desarrolle una gran velocidad de caída.

El mismo objeto cae más lentamente en agua que en aire, según el razonamiento de Aristóteles la resistencia del medio puede también afectar al movimiento, otros factores, como el color o la temperatura de los objetos en caída, también pueden cambiar la relación de caída, aunque según Aristóteles, tales influencias pueden no ser tan importantes. Concluyó que la relación de caída puede incrementarse en proporción al peso de los objetos y decrece en proporción a la resistencia (fuerza) del medio. Actualmente se puede encontrar esa relación de caída dividiendo el peso entre la resistencia ( $v \propto p / r$ ).

Aristóteles también consideró el "movimiento violento"- que es algún movimiento de otro objeto que se dirige libremente hacia su lugar natural. tal movimiento, decía Aristóteles, debe ser causado por una fuerza (motor) y la velocidad del movimiento debe incrementarse tal

Como se incrementa la fuerza, cuando la fuerza desaparece, el movimiento debe detenerse. Esta teoría coincide con nuestra experiencia común, de empujar una silla o una mesa de un lado a otro del piso, esto no funciona muy bien para objetos lanzados por el aire ya que ellos se siguen moviendo después de que nosotros hemos dejado de ejercer la fuerza sobre los objetos. Para explicar este tipo de movimiento, Aristóteles propuso que el aire por sí mismo de alguna manera ejerce una fuerza (motor) que hace que el objeto continúe moviéndose.

Más tarde los científicos sugirieron algunos cambios en la teoría del movimiento de Aristóteles, por ejemplo, en el siglo V D.C John Philoponus de Alejandría argumentó que la velocidad de un objeto en movimiento natural debe encontrarse restando la resistencia del medio del peso del objeto, (o sea al peso del objeto restarle la resistencia del medio:  $V \propto p - r$ ). Esto significó claramente que el movimiento en el vacío, donde la resistencia es cero, es posible. Más aún, él argumentó que no era el aire el que proveía la fuerza que proyectaba al proyectil (como lo decía Aristóteles) sino una fuerza impresa que eventualmente iba desapareciendo.

Philoponus mencionó que esta teoría estaba soportada por su trabajo experimental aunque nunca reportó los detalles de dicho trabajo. El simplemente dice que dejó caer dos pesos, uno del doble de peso que el otro, y observó que el más pesado no llegó al piso en la mitad del tiempo tomado por el más ligero.

La teoría del movimiento de Aristóteles de manera general se adecua a las experiencias ordinarias (desde el punto de vista cualitativo), además el estudio del movimiento a través del espacio fue de gran interés sólo para unos pocos eruditos, ya que fue visto como una pequeña parte del trabajo de Aristóteles.

John Buridan en el siglo XIV (edad media) desarrolló la teoría del "ímpetus". Pensó que una fuerza impresa a un proyectil era permanente a menos que actuaran otras fuerzas por resistencia. El definió esta fuerza impresa como proporcional a la cantidad de materia (masa) y a la velocidad.

Posteriormente Nicolás de Oresme (siglo xiv d.C.) quien fue alumno de Buridan, propone una versión pregalileana del concepto de inercia, y expresa que no es posible detectar movimiento rectilíneo y uniforme y que al rotar la tierra el aire y el agua comparten ese movimiento (estas aportaciones serán analizadas durante el curso).

Aristóteles creía que las matemáticas eran de poco valor para describir los fenómenos terrestres, así mismo, puso gran énfasis en las observaciones cualitativas como la base para formar teorías. Las observaciones cualitativas simples fueron muy usadas en los estudios que Aristóteles realizó en el campo de la biología. Pero resulta que los progresos reales en la física comenzaron sólo cuando los científicos reconocieron el valor que juegan las matemáticas en la predicción y los detalles.

Algunos eruditos en los siglos XV y XVI d.C., tomaron parte para cambiar estas ideas y dirigir a la ciencia por un nuevo camino. Pero de todos ellos, Galileo Galilei, fue el más exitoso obteniendo mejores conocimientos. El mostró cómo descubrir matemáticamente los movimientos de objetos ordinarios, como caída de piedras y bolas rodando en planos inclinados y horizontales. Su trabajo preparó el camino para otros eruditos en la descripción y explicación del movimiento de cualquier cosa, desde guijarros hasta planetas, también inició la revolución intelectual que condujo a lo que nosotros conocemos ahora como la ciencia moderna.

### Galileo y su tiempo

Galileo Galilei nació en Pisa en 1564 año en que murió Miguel Angel y nació Shakespeare, Galileo fue hijo de una noble familia de Florencia. Adquirió de su padre un gran interés por la poesía, la música y por lo clásico, su inventiva científica comenzó desde muy temprano, por ejemplo de joven cuando estudiaba medicina, construyó un aparato para medir con exactitud los pulsos.

Después de leer a Euclides y a Arquímedes, Galileo cambió su interés de la medicina a las ciencias físicas, rápidamente adquirió conocimientos debido a su habilidad científica poco común, a los 26 años fue nombrado profesor de matemáticas en la

Universidad de Pisa, rápidamente comenzó a desafiar la opinión de los viejos profesores, muchos de los cuales se convirtieron en sus enemigos. Dejó Pisa antes de terminar su período, aparentemente forzado por las dificultades financieras y por sus enfurecidos oponentes, más tarde, en Padua, Venecia, comenzó sus trabajos en astronomía. Su apoyo a la teoría heliocéntrica del universo le trajo más enemigos, pero también le proporcionó fama inmortal.

Galileo regresó a su natal Toscana en 1610. Desde entonces y hasta su muerte en 1642, a pesar de enfermedades, problemas familiares, pobrezas ocasionales y peleas con sus enemigos, él continuó sus investigaciones, enseñando y escribiendo.

## Galileo y las "dos nuevas ciencias"

la mecánica es el estudio del comportamiento de la materia bajo la influencia de las fuerzas. Los primeros escritos de Galileo en este tema siguieron la corriente de las teorías físicas medievales, aunque siempre estuvo consciente de algunos defectos de esas teorías. Durante sus años de madurez, su interés principal fue la astronomía sin embargo, su importante contribución en astronomía en el libro "diálogos sobre los dos grandes sistemas del mundo" (1632), fue condenado por la inquisición. al prohibírsele enseñar la nueva astronomía, Galileo decidió concentrarse en la mecánica. Este trabajo lo condujo a escribir su libro llamado: "Discursos y demostraciones matemáticas concernientes a dos nuevas ciencias relacionadas con la mecánica y el movimiento local" (1638), usualmente conocido como: "Las dos nuevas ciencias". Esta obra señaló el principio y el fin de la teoría medieval sobre la mecánica y sobre la cosmología aristotélica.

Galileo, viejo, enfermo y cerca de quedarse ciego escribió las "Dos nuevas ciencias", todavía, como en todos sus escritos, su estilo es animado y encantador. Presentó sus ideas en forma de una conversación entre tres personajes:

Simplicio que representaba el punto de vista aristotélico.

Salviati: que representaba los nuevos puntos de vista de Galileo, (Salviati era el mismo Galileo) y

Sagredo: que representaba el hombre de "buena inteligencia" y ávido de aprender.

Salviati conduce a sus compañeros a los puntos de vista de Galileo. Veamos como discuten los tres personajes de Galileo en torno al problema de la caída libre:

Salviati: *"...dudo grandemente que Aristóteles haya comprobado por el experimento si es verdad que dos piedras, siendo una de ellas 10 veces más pesada que la otra, al dejarlas caer en el mismo instante desde una altura de 100 cúbitos (codo diferirían en velocidad de tal manera, que cuando la más pesada hubiese llegado a la tierra la otra no habría recorrido en su caída más de 10 cúbitos..." (un cúbito o codo mide aproximadamente 51 centímetros)*

Simplicio: *"...su lenguaje nos indica que él ha hecho el intento por experimentar, porque dice: nosotros vimos el pesado, ahora la palabra "vimos" muestra que él hizo el experimento..."*

Sagredo *"... pero yo Simplicio, que he hecho la prueba, puedo asegurarte que una bala de cañón que pesa 100 ó 200 libras, o aún más, no volverá a caer a tierra a la misma distancia que una bala de mosquetón que pesa solamente media libra, dejando caer ambas desde una altura de 200 cúbitos..."*

Aquí, tal vez, se podría esperar un reporte detallado sobre un experimento realizado por Galileo o por alguno de sus alumnos, en cambio, Galileo usa un "experimento pensado" - un análisis que podría pasar en un experimento imaginario - para poner en duda la teoría aristotélica del movimiento.

Salviati: *"...pero, incluso sin más experimentos, es posible aclarar, por medio de un pequeño y decisivo argumento, que un cuerpo pesado no se mueve más rápidamente que uno más ligero siendo ambos del mismo material como lo menciona Aristóteles, pero dime Simplicio, si admites que cada cuerpo que cae adquiere una velocidad definida, fija por naturaleza, una velocidad la cual no puede ser incrementada o disminuida, excepto por el uso de la fuerza (violencia) o la resistencia..."*

Simplicio: *"...no hay duda, pero el mismo cuerpo en movimiento en un medio singular tiene una velocidad determinada por la naturaleza y la cual no puede ser incrementada excepto por la suma de ímpetus o disminuida por la resistencia..."*

Salviati: *"... si entonces tomamos dos cuerpos cuyas velocidades naturales son diferentes, es claro que uniendo las dos, la más rápida puede ser en parte retardada por la más lenta, y la más lenta puede ser acelerada por la rápida. ¿ no estás de acuerdo con ésta opinión? "*

Simplicio: *"...estás indiscutiblemente bien..."*

Salviati: *"...pero si esto es cierto, y si una piedra grande se mueve con una velocidad de, digamos ocho, durante un movimiento pequeño con una velocidad de cuatro, entonces cuando ellas se unen, el sistema se moverá con una velocidad menor de ocho; pero las dos piedras atadas juntas hacen una piedra grande la cual antes se movía con una velocidad de ocho, por lo tanto el cuerpo más pesado se mueve con menor velocidad que el cuerpo más ligero; lo cual es contrario a tu suposición. así ves como desde tu suposición de que el cuerpo más pesado se mueve más rápidamente que el más ligero, yo infiero que el cuerpo más pesado se mueve más lentamente. "...estoy hundido...esto es, ciertamente superior a mi comprensión..."*

Simplicio se confunde cuando Salviati muestra que la teoría aristotélica de la caída de los cuerpos se contradice ella misma, pero mientras Simplicio no puede refutar la lógica de Galileo, sus propios ojos le dicen que los cuerpos pesados caen más rápido que los ligeros ¡

Simplicio: *"...tu discusión es realmente admirable: ahora bien, no encuentro fácil creer que un perdigón caiga tan rápidamente como una bala de cañón..."*

Salviati: *"...¿ por qué no decir que un grano de arena cae tan rápido como una piedra de molino?...pero Simplicio, tengo la esperanza de que no seguirás el ejemplo de muchos otros, que desvían la discusión de un punto principal y dicen que alguna de mis afirmaciones se apartan de la verdad por un cabello, y por éste cabello esconden las faltas de otras teorías, tan gruesas como un cable de barco."*

*Aristóteles dice que "una esfera de hierro de 100 libras, cayendo desde una altura de 100 cúbitos (codos) llega a tierra antes que una bola de una libra haya caído un simple cúbito. Yo digo que las dos llegan al mismo tiempo. Tu encuentras, al hacer la experiencia, que la más pesada adelanta a la más ligera en dos o tres dedos...ahora no puedes esconder detrás de estos dos dedos los 99 cúbitos de Aristóteles, ni puedes mencionar mi pequeño error y al mismo tiempo pasar en silencio el suyo, que es mucho mayor."*

Esta es una afirmación muy clara, que pone de manifiesto el principio de que aún las más cuidadosas observaciones de los fenómenos naturales no son en absoluto bases suficientes para la formulación de una teoría física.

Diferentes cuerpos que caen libremente en el aire no llegan realmente a la tierra en el mismo instante; pero esto al pensarlo detenidamente, es menos importante que el hecho de que lleguen casi al mismo tiempo.

Vale la pena, por su utilidad, prestar atención a éste último punto, en que se dejan a un lado las primeras impresiones, porque en él se considera el fallo de que los tiempos de caída sean iguales, en lugar de como una gran verdad, como una pequeña desviación, explicable por la circunstancia experimental del rozamiento del aire.

Cuando fue inventada la bomba de vacío, poco después de la muerte de Galileo, esta hipótesis fue confirmada por la observación de una pluma y una moneda de oro, dentro de un tubo de vidrio en que se hacía el vacío, caían al mismo tiempo. Con el efecto de la resistencia del aire eliminado, los diferentes cuerpos caen en la misma forma y golpean en el fondo del tubo en el mismo instante.

Tiempo después de Galileo, los científicos aprendieron como expresar las leyes de la resistencia del aire matemáticamente, con este conocimiento, uno puede entender exactamente porqué y cuánto un objeto ligero puede caer atrás de uno pesado.

En el caso de la caída de los cuerpos, las explicaciones de Galileo dependen de su capacidad para imaginar cómo un objeto pudiera caer si no existiera la resistencia del aire. Sus explicaciones nos parecen elementales o muy simples el día de hoy porque conocemos las bombas de vacío.

Pero en los tiempos de Galileo fueron muy difíciles de aceptar. Para la mayoría de la gente, así como Aristóteles, el sentido común dice que la resistencia del aire está siempre presente en la naturaleza, así, una pluma y una moneda pueden no caer al mismo tiempo. ¿Por qué hablamos del movimiento en el vacío, cuando no podemos mostrar que exista?. La física según Aristóteles y sus seguidores, debe permitirnos observar el mundo que nos rodea de una manera sencilla, es decir, no debemos preocuparnos con situaciones imaginarias las cuales nunca podemos observar o como en el caso del vacío son consideradas como imposibles.

De la misma forma, Galileo menciona en sus diálogos la descripción del movimiento en planos horizontales (principio de la inercia) y en planos inclinados además de la caída de los cuerpos encontrando en estos dos últimos casos el movimiento acelerado.

Aunque la comprobación experimental, completa, del punto de vista de Galileo sobre la forma en que los cuerpos se mueven se verificaría más tarde, lo importante es que estableció claramente, con demostraciones y razonamientos plausibles, y fue expuesta en forma que podía ser cuantitativamente comprobada obteniendo los siguientes principios:

1) *"Cualquier cuerpo en movimiento sobre un plano horizontal sin rozamiento continuará moviéndose indefinidamente con la misma velocidad"* (ley de la inercia.)

2) *"En caída libre a través del vacío todos los objetos - de cualquier peso, tamaño o constitución - caen una distancia (altura) determinada en el mismo tiempo"*.

3) *"El movimiento de un objeto en caída libre o rodando hacia abajo sobre un plano inclinado, es uniformemente acelerado, es decir, se obtienen incrementos iguales de velocidad en tiempos iguales"*.

*Estas leyes no son suficientes por sí mismas para constituir una ciencia completa del movimiento, pero ciertamente son un buen punto de partida. como Sagredo decía a Salviati al concluir la discusión del "tercer día" en "dos nuevas ciencias":*

*"...los teoremas establecidos en esta breve discusión, si llegan a manos de otros investigadores conducirán continuamente a nuevos y maravillosos conocimientos. es concebible que de tal manera, un tratamiento digno pueda extender gradualmente a todos los dominios de la naturaleza..."*

*"...durante este largo y laborioso día he disfrutado de estos teoremas simples más que de sus demostraciones, muchas de las cuales, para su comprensión completa, exigirían más de una hora cada una. Este estudio, si tú eres tan amable de dejarme el libro, lo efectuaré en mis ratos de ocio después que haya leído la porción restante que trata del movimiento de proyectiles; y si estás de acuerdo conmigo, lo emprenderemos mañana..."*

Salviati: *"...no dejaré de estar contigo..."*

No debemos olvidar que la física de Aristóteles dominó Europa desde el siglo XIII. Para muchos científicos ofrecía el método más razonable para describir los fenómenos naturales. El derrocar tales afirmaciones requirió de mucho más que sólo escribir argumentos razonables, requirió de más claridad en las pruebas experimentales, tales como la caída de los cuerpos pesados y ligeros desde grandes edificios (se dice que Galileo realizó estos experimentos en la torre inclinada de pisa pero parece que no fue cierto.) Esto exigió de Galileo una inusual combinación de talento matemático, habilidad experimental, estilo literario y una incansable campaña de desacreditación de las teorías de Aristóteles, así como el comienzo de la física moderna.

BREVE BOSQUEJO HISTÓRICO DE LOS CONCEPTOS DE FUERZA Y MOVIMIENTO

GUIA DE LÉCTURA (1- C)

**DOCUMENTO: I-C**

1.- Describe dos formas en las cuales de acuerdo al punto de vista aristotélico los cuerpos celestes y los terrestres se diferencian unos de otros.

---

---

---

---

2.- ¿Cuáles de las siguientes afirmaciones podrían ser aceptadas en los siglos XV y XVI por personas que creyeran en el sistema aristotélico de pensamiento? Justifica tu respuesta en cada caso:

a).- Las ideas sobre el movimiento deberían adecuarse con la Poesía, la Política, la Teología y con otros aspectos del pensamiento y la actividad humana

---

---

---

---

b).- Los objetos pesados caen más rápido que los ligeros

---

---

---

---

c).- Los objetos pesados y ligeros caen al mismo tiempo

---

---

---

---

d).- Excepto para el movimiento hacia su lugar natural, los objetos no se pueden mover a menos que actúen violentamente por la acción de un motor (fuerza)

---

---

---

---

e).- Matemáticas y mediciones precisas son especialmente importantes en el desarrollo de una teoría útil del movimiento

---

---

3.- Si una uña y un palillo de dientes se dejan caer al mismo tiempo desde la misma altura, no llegan al piso exactamente en el mismo instante.

¿Cómo explicaría la teoría aristotélica, la medieval y la galileana este hecho?

---

---

---

---

4.- Una flecha es lanzada con cierto ángulo por los aires.

¿Cómo explicaría la teoría aristotélica, la medieval y la galileana este hecho?

---

---

---

---

5.- Un balón es empujado sobre una mesa común horizontal.

¿Cómo explicaría este movimiento la teoría aristotélica, medieval y galileana este hecho considerando:

a) ¿Que existiera fricción?

---

---

---

b) ¿Que no existiera fricción?

---

---

---

6.- Con base en la lectura elabora un mapa conceptual de las principales ideas sobre el movimiento según Aristóteles y de las ideas medievales.

## LA FUERZA COMO MEDIDA DE LA INTERACCIÓN ENTRE DOS CUERPOS

### (ESTRATEGIA DIDÁCTICA)

Abordaremos ahora la comprensión del concepto de fuerza, considerando que históricamente no fue una labor fácil el encontrar una explicación satisfactoria de este concepto. Tratemos de contestar, en principio, las siguientes cuestiones:

- ¿ Qué se entiende de manera cotidiana como fuerza?

*- la fuerza se asocia generalmente con el esfuerzo muscular que ejercen los hombres o los animales, así un hombre o un animal que "empuja" o "tira de un objeto" ejerce una fuerza.*

- .Un hombre que sostiene un cuerpo en sus manos. ¿ Ejerce alguna fuerza?

*En ocasiones creemos que el hombre no ejerce fuerza ya que no esta "empujando" ni "tirando" del objeto, sin embargo, debemos pensar que el sujeto sí esta ejerciendo fuerza ya que está "venciendo" la fuerza de gravedad (fuerza con que la Tierra atrae a los cuerpos), es decir, está soportando el peso del cuerpo ;*

- Si sobre una mesa se encuentra una pesada caja. ¿ Habrá alguna (s) fuerza (s) que actúa (n) sobre la caja? ¿ Cómo lo justificas?

Es posible que pudieras pensar que sobre la caja no actúa (n) fuerza (s) ya que está en reposo, sin embargo, como en el caso anterior, la caja pesa, es decir, que la Tierra ejerce su fuerza de gravedad sobre ella pero...¿ sólo existe esa fuerza?, ¿ La caja se "sume" o se eleva? , ¿ Por qué ocurre esta situación?

*Seguramente puedes inferir que también la mesa ejerce una fuerza sobre la caja ¿no es así? y...¿ cómo actúan estas fuerza sobre la caja...horizontal o verticalmente? Por supuesto que verticalmente; y...¿ hacia dónde se dirige cada una de ellas?*

Es de suponerse que una hacia abajo, la fuerza que ejerce la tierra sobre la caja (la fuerza de gravedad  $F_g$ ) y otra hacia arriba (la fuerza que ejerce la mesa sobre la caja  $F_m / c$ )

- ¿ Cómo podemos representar gráficamente (en el cuaderno o en el pizarrón) las fuerzas verticales que actúan sobre la caja?

Debes considerar que *las fuerzas se pueden representar gráficamente utilizando "flechas" (segmentos de recta dirigidos)*, las cuales pueden ser trazadas de manera cualitativa (sin escala, sólo para indicar donde se aplican y hacia donde van), o bien, pueden ser trazadas *utilizando una escala de dibujo adecuada indicando la dirección en la cual se aplican* (representación cuantitativa). Así, en los ejemplos anteriores, las fuerzas se pueden representar cualitativamente como:



Figura 1. En este caso las flechas (fuerzas) sólo indican en que punto actúan y hacia donde se dirigen, es decir es una representación cualitativa.

Ahora en el caso de la figura 1 Analizando la fuerza aplicada en la dirección del movimiento ¿qué ocurre si el hombre dejara de aplicar la fuerza sobre el bloque? justifica tu respuesta:

---



---

¿A qué se debe esta situación? Explica tu respuesta \_\_\_\_\_

---



---

Efectivamente, si el hombre deja de aplicar la fuerza sobre el bloque, el cuerpo se detendrá irremediabilmente debido a que existe rozamiento o fricción entre el bloque y el piso.

¿ Cómo explicaría esta situación la teoría aristotélica?

---



---

¿ Cómo explicaría esta situación la teoría medieval del ímpetus?

---



---

Entonces en realidad, en el caso de la figura 1a intervienen dos fuerzas y no sólo la del hombre. ¿Cuál es la otra? \_\_\_\_\_

Así es, la otra fuerza es la *fuerza de fricción* que en este caso está en sentido contrario al movimiento, de donde podemos inferir que existen dos cuerpos interactuando: el hombre y el piso ;;

Entonces podemos interpretar una *interacción* como la acción mutua entre dos cuerpos.

Ahora analiza la siguiente situación: un hombre vendado de los ojos y con las manos hacia adelante camina en línea recta sin encontrar de momento ningún obstáculo en la dirección del movimiento, sin saberlo delante de él se encuentra un carrito ligero con ruedas, como se muestra en la figura 2.

En la dirección del movimiento y antes de llegar a hacer contacto con el carrito ¿ ejerce fuerza ? justifica tu respuesta:

---

---

---

Efectivamente, mientras que en la dirección del movimiento no "interactúe" con otro cuerpo, es decir, mientras no llegue a "tocar" al carrito, no podremos decir que ejerce fuerza alguna.

Entonces...¿ en qué momento podemos decir que existe fuerza?

---

Muy bien, entonces ahora puedes explicar por qué decimos que existe una fuerza cuando:

a) Un hombre empuja un bloque: \_\_\_\_\_

b) un hombre jala un bloque: \_\_\_\_\_

c) un hombre sostiene una caja: \_\_\_\_\_

En todo los casos debemos observar que para que exista una fuerza, necesariamente deben existir dos cuerpos que interactúen, si no existe la interacción entre dos cuerpos será absurdo decir que existe una fuerza.

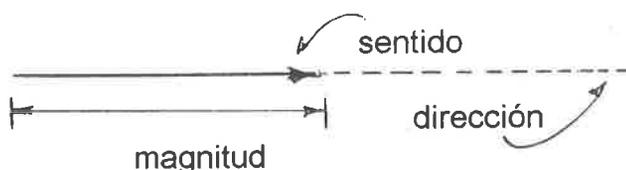
## REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LAS FUERZAS

Más adelante, al analizar la tercera ley de Newton, veremos con mayor detenimiento el asunto de las "interacciones" (fuerzas), por ahora, regresemos a la representación gráfica de las fuerzas de manera cuantitativa, es decir, utilizando una escala adecuada de dibujo. Decíamos que una fuerza se puede representar gráficamente por medio de segmentos de recta dirigidos (flechas), pues bien, si deseamos representar una fuerza, por ejemplo de 5 unidades de fuerza (sin asignar por ahora alguna unidad específica de fuerza, ya que las unidades de fuerza serán analizadas más adelante), gráficamente lo haríamos de la siguiente manera:

- elegimos una escala de dibujo adecuada (de tal forma que quepa en el lugar donde la deseamos trazar, por ejemplo en el cuaderno de notas) digamos que cada centímetro de la regla represente una unidad de fuerza (figura 3), esto es:

$$1 \text{ cm} = 1 \text{ u}$$

entonces la fuerza se representa como:



Donde el tamaño de la flecha (marcada en unidades) representa la **MAGNITUD** de la fuerza, la línea imaginaria sobre la cual se encuentra la flecha recibe el nombre de **DIRECCIÓN** de la fuerza (que son los grados geométricos que forma la fuerza con algún sistema de referencia, por ejemplo, la horizontal de los ejes coordenados) y la punta de flecha indica y recibe el nombre de **SENTIDO** de la fuerza.

Aquí debemos hacer notar que cualquier magnitud física que tenga estos tres elementos: **MAGNITUD**, **DIRECCIÓN** Y **SENTIDO** recibe el nombre de **MAGNITUD VECTORIAL** o **VECTOR**.

*Por lo tanto puedes inferir que la fuerza es una magnitud vectorial, ya que tiene magnitud, dirección y sentido.*

Existen diversas magnitudes vectoriales, entre las que podemos citar: el desplazamiento, la velocidad, la aceleración, etc., por lo pronto nos dedicaremos a estudiar exclusivamente el vector fuerza.

Es común distinguir a las magnitudes vectoriales colocando una pequeña flecha arriba de la primera letra de la magnitud física que se trate, así el vector fuerza suele indicarse como:  $\vec{F}$  o bien con letra en negrita : **F**.

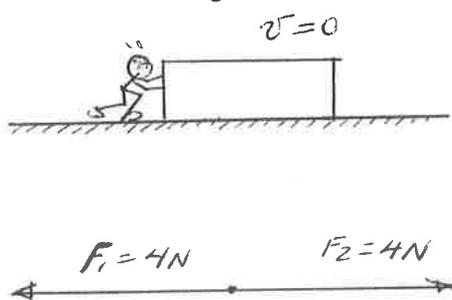
## RECAPITULACIÓN

(Sesión 2- A)

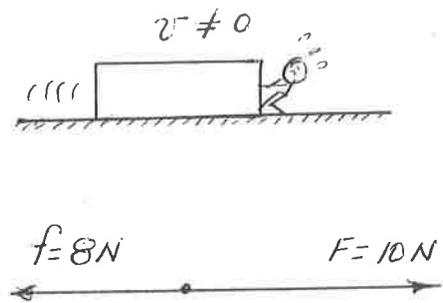
De acuerdo a lo que hemos visto hasta el momento podemos establecer que:

- Para que exista una fuerza necesariamente deben existir dos cuerpos
- Para que podamos hablar de la existencia de una fuerza debe producirse necesariamente una interacción entre dos cuerpos.
- Las fuerzas siempre aparecen por "parejas".
- Siempre que un cuerpo ejerza una fuerza se debe identificar su "pareja", es decir, el cuerpo con el cual interactúa.
- La fuerza se debe entender como la medida de la interacción entre dos cuerpos.
- Las fuerzas se pueden representar gráficamente por medio de segmentos de recta dirigidos ( flechas).
- Estas flechas reciben el nombre de **VECTORES** o **MAGNITUDES VECTORIALES** las cuales tienen tres elementos básicos: magnitud, dirección y sentido.
- Las fuerzas, por tanto, son magnitudes vectoriales o vectores ya que tienen magnitud, dirección y sentido.

Con base en los enunciados anteriores, podemos representar gráficamente las fuerzas que actúan en las siguientes situaciones:



(A)



(B)

Figura 4. Estas fuerza, al estar sobre una misma línea de acción, reciben el nombre de "fuerzas colineales"

En el caso de la figura 4a el cuerpo permanece en reposo. ¿A qué atribuyes esta situación? explica:

---

---

---

En el caso de la figura 4b el cuerpo se mueve. ¿Hacia dónde? ¿A qué atribuyes esta situación? explica:

---

---

---

---

---

DOCUMENTO : II-B

FUERZA NETA O RESULTANTE PARA FUERZAS COLINEALES

Ahora ya sabemos cómo representar gráficamente las fuerzas que actúan sobre los cuerpos, sin olvidar que *no existen fuerzas si no hay interacción entre dos cuerpos*. Identifiquemos pues, las parejas de fuerzas que intervienen en las siguientes interacciones:

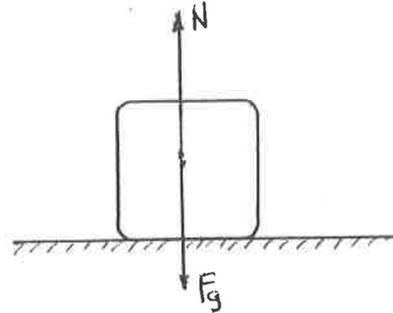
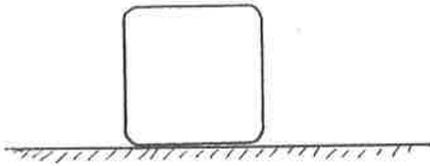


Fig. 1

En este primer caso, que ya habíamos mencionado, observamos que si el cuerpo está en reposo, sobre el bloque actúan dos fuerzas, una es la fuerza de gravedad ( $F_g$ ), que es la fuerza con la que la tierra atrae a los cuerpos, o sea el peso), y otra que trata de mantener unidas a las dos superficies en contacto, que en física recibe el nombre de FUERZA NORMAL ("normal" significa: Perpendicular), la cual es siempre perpendicular a la superficie sobre la cual se encuentra el cuerpo.

Si nos ubicamos en los cuerpos que están interactuando y que requieren de un medio material para hacerlo, observamos que éste tipo de interacción ocurre entre el bloque y la mesa, es decir, se puede expresar que la interacción ocurre ya que existen dos cuerpos y por lo tanto dos fuerzas; la fuerza que ejerce el bloque sobre la mesa ( $F_{b/m}$ ) y la fuerza que ejerce la mesa sobre el bloque ( $F_{m/b}$ )

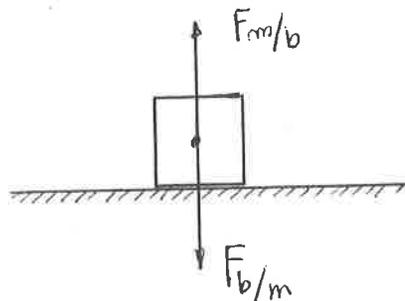
Como observamos que el bloque permanece en reposo sobre la mesa, hemos de suponer que esto es posible ya que seguramente la magnitud de  $F_{m/b}$  es igual a la magnitud de  $F_{b/m}$  y como son de sentido contrario la resultante de las dos fuerzas (que son colineales) será igual a cero

matemáticamente podemos expresarlo como:

Si  $F_{m/b} = F_{b/m}$

entonces:

$F_{m/b} - F_{b/m} = 0$



La resultante de la suma vectorial de un sistema de fuerzas recibe diversos nombres tales como: Fuerza total, suma de todas las fuerzas o Fuerza neta, en nuestro caso adoptaremos la expresión Fuerza neta para referirnos a una fuerza que substituye a todas las demás fuerzas de un sistema. Observa para el caso de fuerzas colineales (que se encuentran sobre una misma línea de acción) la fuerza neta se obtiene fácilmente con una simple suma algebraica.

Así por ejemplo si el valor de

$F_{m/b} = 8u$  y el valor de  $F_{b/m} = 8u$ , entonces la fuerza neta ( $F_n$ ) será igual a:

$$F_n = F_{b/m} - F_{m/b} = 8N - 8N = 0 \text{ es decir } F_n = 0$$

Al estar el sistema equilibrado, pues el objeto permanecerá en reposo. De ahí que podamos expresar que sobre un cuerpo que se encuentra en reposo actúan sólo fuerzas verticales las cuales están equilibradas por lo tanto la fuerza neta es igual a cero y el objeto permanecerá en reposo.

Pero...¿ qué ocurriría si estas fuerzas verticales no estuvieran equilibradas? por ejemplo si la fuerza que ejerce el objeto fuera mayor que la fuerza que ejerce la mesa sobre el objeto? explica:

---

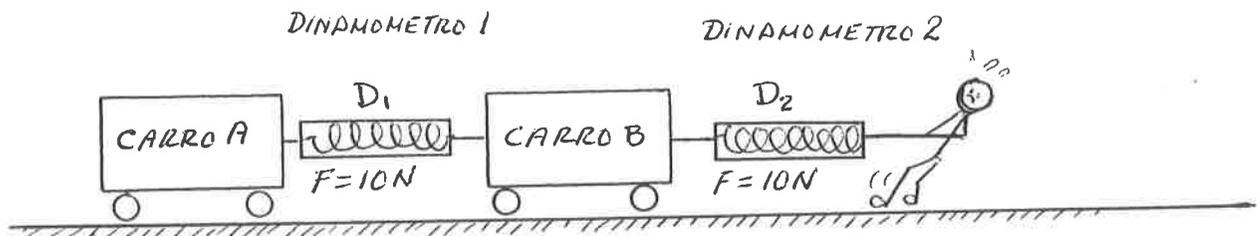


---



---

Analiza ahora las parejas de fuerzas horizontales como que se muestran a continuación:



¿ Cuántos cuerpos interactúan en la situación mostrada en la figura y cuáles son?

---



---



---

Considerando que para que existan fuerzas debe haber interacción entre pares de cuerpos. Identifica y menciona los pares de fuerzas que actúan en el sistema mostrado en la figura anterior. (¿La fuerza de quién sobre quién?)

¿ Por qué permanece el sistema en reposo a pesar de que el hombre está aplicando una fuerza? explica

---

---

---

¿Cuál es el valor de la fricción total del sistema para que se justifique que el sistema esté en reposo?

---

---

¿ Qué tipos de fuerzas actúan sobre el sistema?

---

---

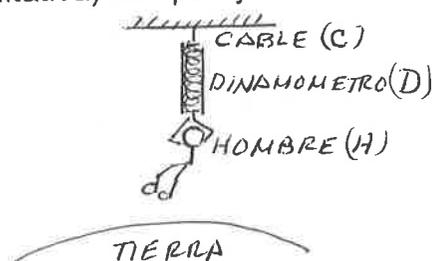
¿Cuál es el valor de la fuerza neta que actúa sobre el sistema?

---

---

Observa que en este caso sólo analizamos la interacción entre el bloque y la mesa la cual es una " INTERACCIÓN DE CONTACTO" donde las fuerzas requieren de un "medio material" para que puedan actuar (objeto - mesa), pero RECUERDA QUE también existen otras interacciones que se presentan sin que sea necesaria la existencia de un medio material para que actúen llamadas: " INTERACCIONES A DISTANCIA" una de esas interacciones a distancia es la fuerza de gravedad (peso de los cuerpos) ya que como te puedes percatar los cuerpos caen porque la tierra los "jala", es decir, la tierra ejerce su fuerza de gravedad sobre ellos. Como no es posible ignorar esta "fuerza a distancia", estamos en posibilidades de mencionar algunos ejemplos de esta interacción como el siguiente:

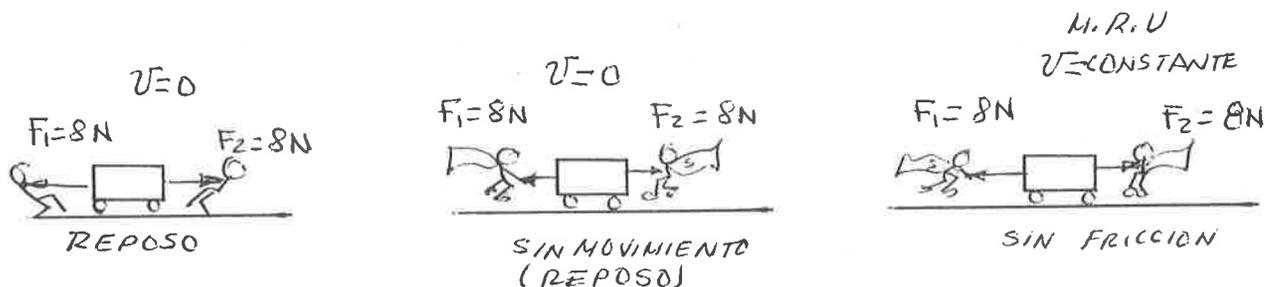
¿Qué fuerzas actúan en el sistema mostrado en la siguiente figura? ¿Cuáles son? Representa gráficamente las parejas de fuerzas (de manera cualitativa) las "parejas" de fuerzas que actúan en todo el sistema.



Nota: En sesiones posteriores se analizarán con mayor profundidad los conceptos de "interacciones de contacto y a distancia" cuando se establezca la tercera ley de Newton.

Regresemos al análisis de las fuerzas horizontales que actúan en los sistemas, piensa en la siguiente situación: ¿qué ocurriría ahora si sobre un cuerpo que se encuentra moviéndose en línea recta y con velocidad constante actuaran fuerzas equilibradas? ¿Se detendría? ¿Permanecería en reposo? Justifica tu respuesta

Observa las siguientes ilustraciones, piensa y explica.



¿Cómo podrías explicar la situación mostrada en la figura anterior para cada caso?

a) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

b) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

c) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Qué tipos de fuerzas están actuando sobre el bloque?

\_\_\_\_\_

¿Cuál es el valor de la fuerza neta para cada caso?

- a) \_\_\_\_\_
- b) \_\_\_\_\_
- c) \_\_\_\_\_

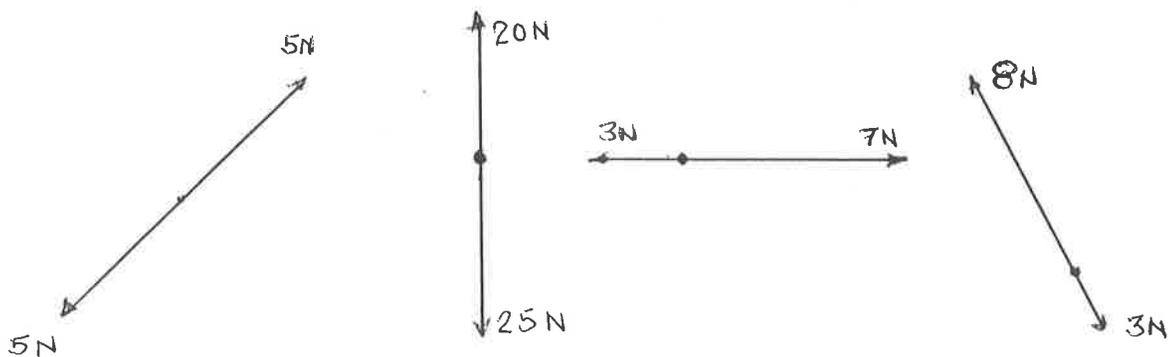
De acuerdo a las explicaciones anteriores podemos establecer que si un cuerpo se encuentra en movimiento rectilíneo uniforme y sobre él actúan fuerzas equilibradas, entonces la fuerza neta vale cero y el cuerpo \_\_\_\_\_

Entonces ¿qué ocurre cuando la fuerza neta que actúa sobre un sistema vale cero?

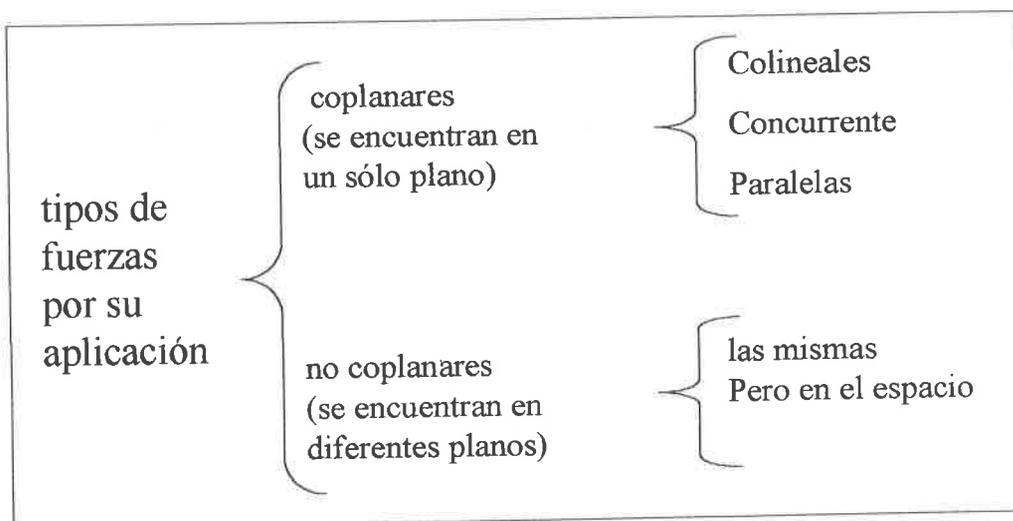
Si un automóvil se mueve en línea recta y con velocidad constante. ¿Cuál es el valor de la fuerza neta que actúa sobre él? Justifica tu respuesta.

Si un automóvil se encuentra en reposo (parado). ¿Cuál es el valor de la fuerza neta que actúa sobre él? Justifica tu respuesta:

Hasta el momento sólo has calculado la fuerza neta para el caso de fuerzas colineales lo cual resulta, como has visto, muy sencillo ya que al estar las fuerzas sobre una misma línea de acción, la fuerza neta se obtiene simplemente como una suma algebraica. Para consolidar tu comprensión determina la fuerza neta en los siguientes casos:

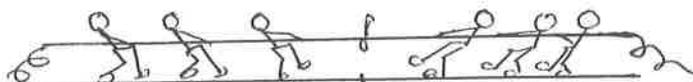


Sin embargo, debes saber que no sólo existen fuerzas colineales. Las fuerzas actúan sobre los cuerpos a veces de manera caprichosa, de manera que además de las fuerzas (o interacciones) colineales también existen fuerzas paralelas, concurrentes o incluso combinadas en cuyo caso la fuerza neta ya no se obtiene con una suma algebraica sino con otros métodos especiales que pueden ser gráficos (método del paralelogramo, método del polígono) o analíticos (por ejemplo el método de las componentes perpendiculares). Además el cálculo se dificulta un poco más cuando éstas fuerzas no se encuentran en un sólo plano (coplanares) sino que se encuentran en el espacio (no coplanares). Pero puedes estar tranquilo, en esta parte del curso sólo seguiremos utilizando las ya familiares fuerzas colineales, sin embargo, es conveniente que de momento cuando menos te des cuenta de su existencia.

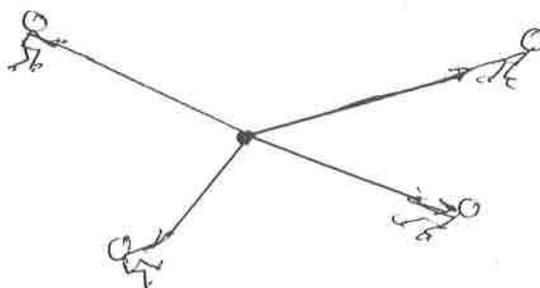


Una breve descripción de las fuerzas coplanares es:

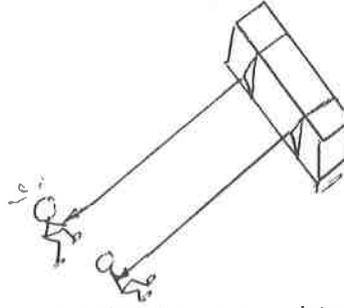
**Colineales:** se encuentran actuando sobre una misma línea de acción.



**Concurrentes:** Concurren en un sólo punto, ya sea que lleguen a salgan de él.



paralelas: actúan de manera  
paralela a sí mismas



Durante el desarrollo del curso se analizarán los métodos para obtener la fuerza neta o fuerza resultante para estos sistemas de fuerzas.

3.3 Sesión: 3  
ACTIVIDAD EXPERIMENTAL  
(INSTRUCTIVO)

DOCUMENTO : III

LA FUERZA DE FRICCIÓN  
(3- A)

En todos los fenómenos mecánicos participan fuerzas de rozamiento o fricción cuya acción casi siempre va acompañada del tránsito de una forma de energía a otra; por lo general la energía mecánica se transforma en energía calorífica gracias a la acción de las fuerzas de fricción. Por su acción, las fuerzas de fricción no difieren en lo absoluto de las demás fuerzas, tales como la de gravedad, deformación, etcétera.

No obstante, esta modalidad de las fuerzas tiene ciertas peculiaridades que veremos en algunos ejemplos. Supongamos que después de recibir un empujón, un cuerpo cualquiera se desliza sobre una superficie horizontal plana y lisa, por ejemplo, cuando una pequeña tabla se resbala sobre el hielo. Con el tiempo la tabla retarda su movimiento y se detiene. La velocidad de la tabla decrece, su aceleración está dirigida en sentido contrario a la velocidad. ¿Qué fuerzas imprimen aceleración a la tabla? Las fuerzas de fricción como el hielo y el aire, dirigidas en sentido contrario al movimiento.

De aquí que podamos decir que la fuerza de fricción que aparece cuando se aplica una fuerza a un cuerpo, para que este se mueva y el cuerpo logra moverse, recibe el nombre de "FUERZA DE FRICCIÓN CINÉTICA" ( $F_c$ )

He aquí otro ejemplo similar: un cuerpo descansa sobre una mesa, y al comenzarlo a jalar a lo largo de la superficie de la mesa con un elástico (por ejemplo una liga), observamos que la liga comienza a estirarse (deformarse) lo cual nos indica que si estamos ejerciendo una fuerza sobre el cuerpo, sin embargo, el cuerpo no se mueve, permanece en reposo.

Esto nos indica claramente que la fuerza aplicada "F", mientras el cuerpo no se mueva, tiene el mismo valor que la fuerza de fricción que existe entre la mesa y el cuerpo, es decir están en equilibrio y el cuerpo permanecerá en reposo. Esta fuerza de fricción que se presenta cuando se aplica una fuerza a un cuerpo para que se mueva y el cuerpo no se mueve se le conoce comúnmente como "FUERZA DE FRICCIÓN ESTÁTICA" ( $F_e$ ). Pero veamos estos conceptos con mayor detenimiento por medio de algunas actividades experimentales sencillas:

Material:

- Dos bloques de madera con sus caras forradas de diferentes materiales (esponja, franela, perfocel y formaica)
- Rampa de madera cubierta de formica
- Dinamómetros de 0-5 y 0-10N
- Escala graduada de madera o flexómetro
- Disco de baja fricción (DBF) con globo

### LA FUERZA DE FRICCIÓN

Recuerda que si un cuerpo esta en reposo y sobre él actúan fuerzas de igual magnitud y de sentido contrario, las fuerzas están equilibradas y el cuerpo permanece en reposo y que si un cuerpo se mueve con velocidad constante, es decir con movimiento rectilíneo uniforme y sobre él actúan fuerzas de igual magnitud pero de sentido contrario, el cuerpo se seguirá moviendo con movimiento rectilíneo uniforme. Con base en estos conocimientos previos que ya posees puedes imaginar que si sobre un bloque de madera como el que usarás en esta actividad actúa una fuerza en la dirección del movimiento, existe otra fuerza en sentido contrario al movimiento que es la fuerza de fricción cinética y que al moverse el bloque uniformemente significa que esta fuerza de fricción cinética tiene el mismo valor que la fuerza aplicada pero de sentido contrario lo que permite que el bloque se mueva con velocidad constante.

Entonces analicemos la siguiente situación.

¿De qué factores depende que la fuerza aplicada al bloque sea mayor o menor para que el bloque se mueva con velocidad constante?

---

---

---

¿Qué variables influyen en esta situación ?

---

---

---

Variable dependiente: La fuerza aplicada (F)  
Variables independientes:

- la rugosidad de la superficie del bloque que se encuentra en contacto con la cubierta de formica.
- el peso del bloque
- el área de contacto

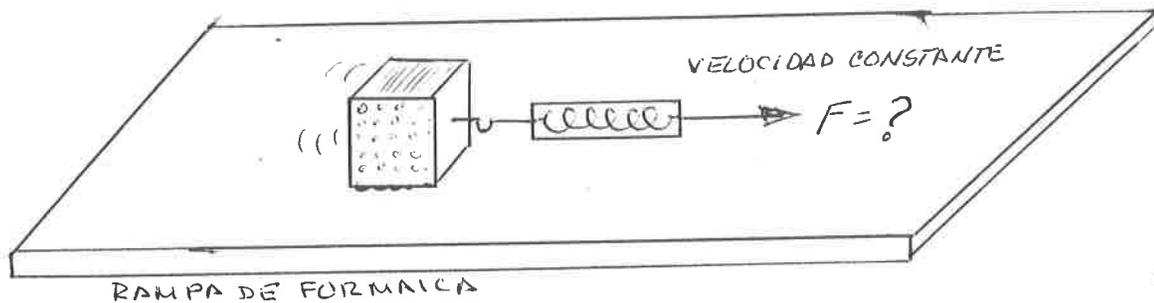
¿Cuáles serían las posibles hipótesis?

a).- \_\_\_\_\_

b).- \_\_\_\_\_

c).- \_\_\_\_\_

Ahora pongamos a prueba las hipótesis por medio de la experimentación coloca sobre la superficie de formica el bloque y registra en una tabla la fuerza que fue necesario aplicar para mover el bloque con velocidad constante por cada una de las caras (manteniendo constante el peso y el área de la cara utilizada)



SUPERFICIES EN CONTACTO	FUERZA APLICADA PARA MOVER EL BLOQUE CON VELOCIDAD CONSTANTE (NEWTONS)
ESPONJA - FORMICA	
FRANELA - FORMICA	
PERFOCEL - FORMICA	
FORMICA-FORMICA	

¿Qué relación observas entre la rugosidad de las superficies y la fuerza aplicada para mover el bloque con velocidad constante?

---

¿Resultó verdadera la hipótesis que planteaste al respecto? ¿Qué concluyes?

---



---

Ahora pesa el bloque con ayuda del dinamómetro y mantén constante una de sus caras, digamos por el lado de la esponja-formica. Aplica una fuerza para mover al bloque con velocidad constante, luego aumenta al doble el peso del bloque (puedes colocar otro bloque igual encima del primero o un objeto con un peso equivalente) y vuelve a jalar, después aumenta al triple el peso. Registra tus observaciones:

PESO DE LOS BLOQUES ( NEWTONS)	FUERZA NECESARIA PARA MANTENER EL BLOQUE CON VELOCIDAD CONSTANTE (NEWTONS)
1 BLOQUE =	
2 BLOQUES =	
3 BLOQUES =	

¿Qué relación observas entre el peso de los bloques y la magnitud de la fuerza aplicada para mantener al bloque con movimiento uniforme?

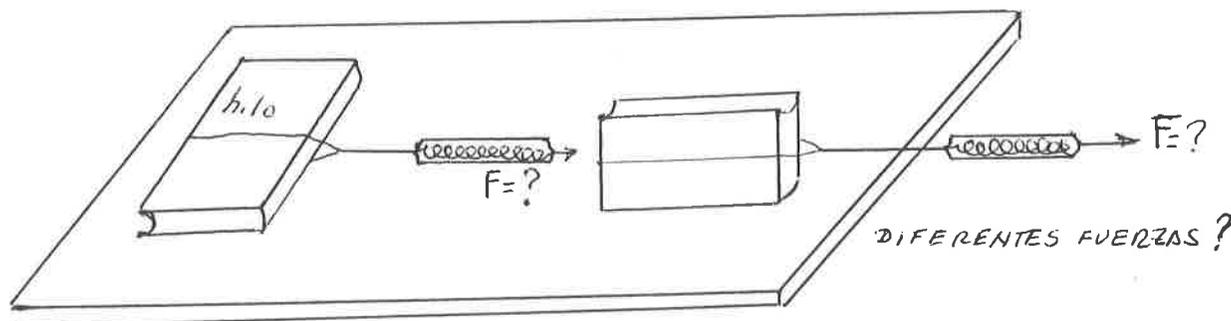
---

¿ Resultó verdadera la hipótesis que planteaste al respecto? ¿qué concluyes?

---

Como probablemente no cuentes con bloque de diferentes áreas en sus caras, para poner a prueba la tercera hipótesis y analizar si el área de contacto es relevante en la magnitud de la fuerza aplicada para mover a un cuerpo con velocidad constante utiliza un objeto regular que tenga diferentes superficies por sus caras, por ejemplo un libro.

Coloca el libro por el lado de la cara más grande encima de la cubierta de formica y aplica una fuerza suficiente para moverlo con velocidad constante. Después coloca el libro de "canto", es decir, por la cara cuya área sea menor y aplica una fuerza suficiente para mantenerlo con movimiento uniforme. Registra tus observaciones:



AREA UTILIZADA DEL LIBRO	FUERZA NECESARIA PARA MOVER EL LIBRO CON VELOCIDAD CONSTANTE
AREA MAYOR – FORMICA	
AREA MENOR – FORMICA	

¿ Influye la magnitud del área para mantener el libro con velocidad constante?

---

---

¿ Se verificó tu tercera hipótesis? \_\_\_\_\_

¿Qué conclusiones generales obtienes de esta investigación? Explica

---

---

---

---

---

---

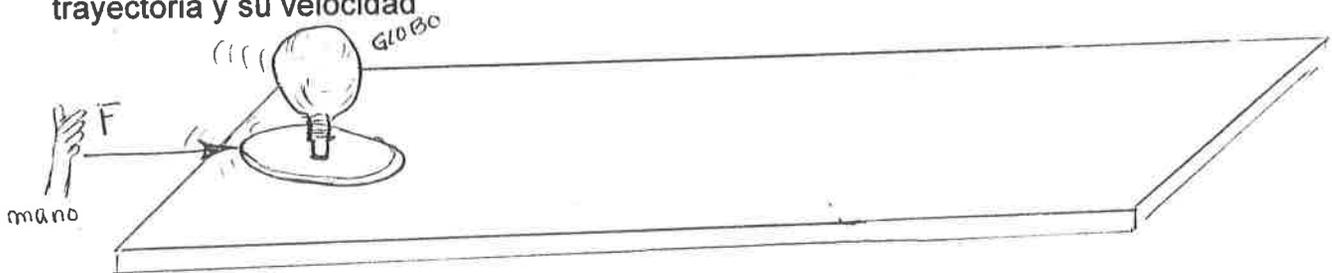
---

Como pudiste comprobar, aún cuando las superficies en contacto fueron formica - formica no se pudo eliminar la fricción ya que siempre fue necesaria una fuerza (aunque pequeña) para mantener el bloque con velocidad constante. ¿Con qué dispositivo podríamos disminuir la fricción cinética hasta hacerla casi despreciable?

Te proponemos utilizar un "disco de baja fricción" como el que se encuentra disponible en el laboratorio y que tú ya conoces pues construiste uno a petición del profesor

### ACTIVIDAD EXPERIMENTAL: 3- B

Infla el globo del disco de baja fricción, colócalo sobre la rampa de madera colocada en posición horizontal y darle un pequeño empujón (fuerza de corta duración), observa su trayectoria y su velocidad



Realiza una discusión con tus compañeros de equipo piensa y explica:

• para mover el disco a lo largo de la rampa ¿ fue necesario mantener aplicada la fuerza?  
¿ Por qué? Explica: \_\_\_\_\_

---

---

• ¿Qué trayectoria describe el disco durante su movimiento?

---

• ¿Cómo podríamos determinar que el disco se mueve con velocidad constante?

---

---

• Si el disco se mueve con velocidad constante ¿ cuál es el valor de la fuerza neta que actúa sobre el disco durante su movimiento? \_\_\_\_\_

• Cuando se le acaba el aire al globo ¿ Qué sucede con el disco? ¿ Qué es lo que lo detiene? Explica: \_\_\_\_\_

---

---

---

## CONOCIENDO MAS SOBRE LA FUERZA DE FRICCIÓN Y EL MOVIMIENTO

Siempre que un objeto se desplaza a través de otro objeto, existen fuerzas de fricción que en ocasiones se oponen en movimiento y a veces es lo que lo hace posible, es precisamente por estas fuerzas de fricción que logramos caminar, que los autos puedan frenar, etc. Entonces la fricción ayuda y es de gran utilidad en muchos casos y en otros se trata de evitar ya que por ejemplo producen desgaste en máquinas y hacen que haya calentamiento excesivo entre sus partes en contacto.

### MOVIMIENTO LIBRE

El movimiento libre, se produce cuando un cuerpo se mueve con velocidad constante, lo cual es sólo entendible si recorre distancias iguales en tiempos iguales y como se mueve con velocidad constante significa que la fuerza neta que actúa sobre él es igual a cero, es decir que está sometido a fuerzas equilibradas.

Si lográramos de alguna manera eliminar la fricción al darle un pequeño empujón a un cuerpo, este se movería indefinidamente en línea recta y con velocidad constante a menos que hubiera algún obstáculo externo (fuerza externa no equilibrada) que modificara su estado de movimiento.

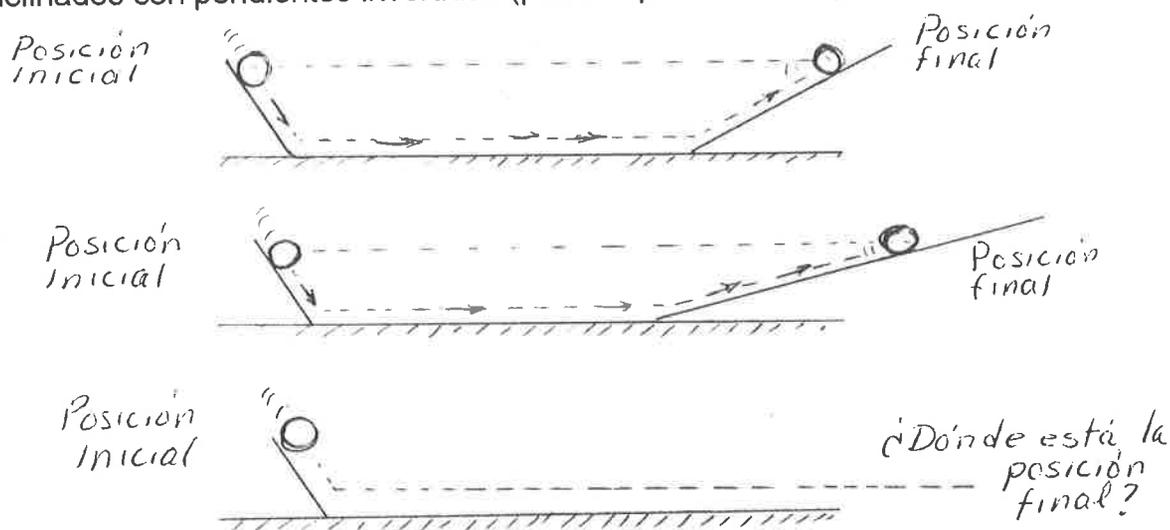
### ANTES DE CONTINUAR...RECORDEMOS LA HISTORIA

Recordemos que las ideas de Aristóteles sobre el movimiento prevalecieron durante casi 2000 años, la diferencia aparente entre los movimientos terrenales y celestiales paralizó el progreso de la Dinámica. Fue en el siglo XVII cuando Galileo dio el primer gran paso en busca de una explicación simple de ambos tipos de movimiento. Él afirmaba que "...cualquier velocidad, una vez impartida al cuerpo, se mantendrá constantemente, en tanto no existan causas de aceleración o retardamiento, fenómeno que sólo se observaba aproximadamente en planos horizontales donde la fuerza de fricción se haya reducido a un mínimo..." Esta afirmación lleva consigo el principio de la inercia de Galileo. Brevemente dice: "...si no se ejerce ninguna fuerza sobre un cuerpo, éste permanece en reposo o se mueve en línea recta con velocidad constante..."

¿Cómo llegó Galileo a esta conclusión de que el movimiento constante no requiere ninguna fuerza, tan distinta de nuestra experiencia diaria?. Fue estudiando los movimientos de diversos objetos sobre un plano inclinado; él observó que: "en el caso de planos con pendientes ascendentes hay una causa de retardo..."

De esta experiencia razonó que cuando las pendientes de los planos no son ascendentes ni descendentes no debe haber aceleración ni retardo, "El movimiento a lo largo de un plano horizontal debe ser permanente...". Naturalmente, Galileo sabía que tales movimientos horizontales no eran realmente permanentes, pero observó que cuando la fricción disminuía los cuerpos se movían durante mayor tiempo con velocidad casi constante. Con estos argumentos se convenció de que la fricción proporcionaba las fuerzas que detenían a los cuerpos en el movimiento horizontal y por tanto, en ausencia de toda fuerza, los cuerpos continuarían moviéndose eternamente. Es decir, Galileo estableció un resultado para una situación idealizada en la cual no actúan fuerzas.

En una segunda serie de experiencias, Galileo demostró que si situaba dos de sus planos inclinados con pendientes invertidas (parte superior de la figura),



Un objeto partiendo de la parte alta de uno de los dos planos caería por la pendiente (inclinación) y subiría por el otro hasta alcanzar casi su altura original. La fricción le impedía alcanzar justamente dicha altura, pero Galileo sabía que ése era el límite de su movimiento. Además, si la pendiente del plano ascendente disminuía, (centro de la figura), la distancia que el objeto tenía que recorrer para recuperar su altura original se incrementaba. Si finalmente, la pendiente se reduce a cero (parte inferior de la figura), de modo que el segundo plano es una superficie horizontal, el objeto no alcanzará nunca su altura inicial y se moverá eternamente. Galileo concluía: "...De aquí resulta que el movimiento a lo largo de un plano horizontal es perpetuo..."

### 3.4 SESIÓN 4

#### DOCUMENTO: IV

## TRANSFORMANDO IDEAS PARA INTERPRETAR LA PRIMERA LEY DE NEWTON DEL MOVIMIENTO

### (LECTURA COMENTADA Y PREGUNTAS INTERCALADAS 4-A)

Tratemos de hacer una recapitulación general de las ideas estudiadas hasta el momento. Analiza la situación tantas veces comentada: ¿Qué debemos hacer para lograr que un cuerpo que se encuentra sobre una superficie horizontal se mueva?

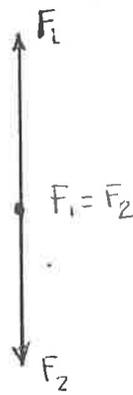
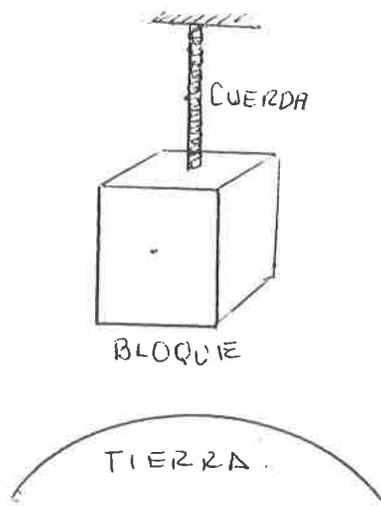
Tal vez puedas expresar: "...esto es fácil, bastará con empujar o jalar, y estarás en lo cierto, pero hay una mejor manera de expresarlo, recuerda que las palabras (empuje o jalón) son palabras de uso común que se interpretan como fuerza. Por tanto, ¿por qué no decir que para poner un cuerpo en movimiento se debe ejercer una fuerza sobre el cuerpo? ¿Por qué es necesario ejercer una fuerza sobre un cuerpo para ponerlo en movimiento? Es una buena pregunta que no tiene una buena respuesta. Los científicos la contestan con esta proposición que analizaremos en detalle:

"...La Naturaleza de la materia es tal que, para poner un cuerpo en movimiento debe aplicarse alguna **fuerza externa no equilibrada**.

¿Qué se entiende por fuerza externa?, ¿Cuál sería un ejemplo de fuerza interna?

Piensa que estás en un bote de remos; no hay remos, no sopla el viento y no hay corriente. ¿Podrías empujar el bote desde el interior y hacer que se moviera? ciertamente no. Se ejerce una fuerza sobre él en un sentido, hacia adelante, pero no es una fuerza externa. La fuerza es interna al sistema que se desea mover - la lancha y la persona que esta en ella.

¿Qué entiendes por fuerza equilibrada? Piensa en un libro sobre la mesa. ¿Está actuando alguna fuerza sobre él?. Sí, la debida a la fuerza de gravedad (la cual es una fuerza externa), pero el libro no se mueve porque otra fuerza, la que opone la fuerza, también está actuando. Si el libro se colgara de una cuerda en vez de estar sobre la mesa, las fuerzas serían más evidentes. *La cuerda que soportaría el libro opondría una fuerza igual al peso del libro. No sólo hay una fuerza hacia abajo aplicada al libro, debida a la fuerza de gravedad, también hay una fuerza hacia arriba debida a la tensión de la cuerda. Además, estas dos fuerzas son iguales, pero de sentido contrario, por eso se equilibran entre sí. En pocas palabras son fuerzas equilibradas. No producen cambio en el estado de movimiento. ¿Comprendes ahora por qué es necesaria la frase "no equilibrada" en la proposición anterior?*



Estas fuerzas se desequilibran cortando la cuerda

### DEMOS UN PASO MÁS

Expresemos nuevamente la proposición como si no hubiera fuerza. Por ejemplo:  
 ¿Cómo completaría la oración que empieza del siguiente modo?

Si sobre un cuerpo en reposo no actúa una fuerza externa no equilibrada...

¿Qué sucede? Nada ¡. El cuerpo permanece en reposo. Esta importante proposición generalmente se expresa como:

**"...un cuerpo en reposo, permanecerá en reposo, a menos que reciba la acción de una fuerza externa no equilibrada..."**

Muy bien...ahora analicemos las siguientes cuestiones: ¿Qué es lo que detiene el movimiento de los cuerpos? Por ejemplo, un jugador de béisbol que se "barre" para llegar a la segunda base? ¿Y a un automóvil en movimiento?

Podemos establecer una proposición semejante a la anterior, es decir:

**"...la naturaleza de la materia es tal que, una vez en movimiento, un cuerpo no podrá detenerse, a menos que actúe sobre él una fuerza externa no equilibrada que modifique su estado de movimiento ..."**

quizá pudiéramos acortar esta expresión de la siguiente forma:

**" Un cuerpo en movimiento permanece en movimiento, a menos que se ejerza sobre él una fuerza externa no equilibrada que modifique su estado de movimiento"**

## ¿QUE APRENDÍMOS DEL MOVIMIENTO LIBRE?

El movimiento libre es aquél que se produce cuando no existe una fuerza externa no equilibrada que modifique el estado de movimiento de los cuerpos, el cuerpo en estas condiciones se mueve con velocidad constante, en línea recta, es decir describe un movimiento rectilíneo y uniforme por lo que recorrerá distancias iguales en tiempos iguales, además la fuerza neta que actúa sobre él es igual a cero.

Esta idea de que un cuerpo en movimiento rectilíneo uniforme continuará en movimiento rectilíneo uniforme, necesitó mucho tiempo para desarrollarse, recuerda que en la antigüedad se creía que un cuerpo en movimiento tendía a detenerse porque era "natural" que llegara al reposo y, que para mantenerlo en movimiento se requería la aplicación de una fuerza permanente durante todo el tiempo que se estuviera moviendo.

Había ciertos fenómenos que parecían contradecir esta creencia, por ejemplo, ¿cómo se mantenía una flecha en movimiento después de salir del arco? Una hipótesis (aristotélica) era que a medida que la punta de la flecha se habría camino a través del aire, la fuerza se "transfería" mediante remolinos de aire, a la cola de la flecha y era el "motor" que mantenía a la flecha en movimiento.

### RECAPITULANDO

En esta sesión se han desarrollado tres proposiciones importantes respecto al movimiento.

A) Un cuerpo en estado de reposo permanece en estado de reposo, a menos que reciba la acción de una fuerza externa no equilibrada que modifique dicho estado.

B) Un cuerpo en movimiento rectilíneo uniforme continuará con movimiento rectilíneo uniforme a menos que reciba la acción de una fuerza externa no equilibrada que modifique dicho estado.

C) Un cuerpo que se mueve en línea recta y con velocidad constante continuará así su movimiento a menos que reciba la acción de una fuerza externa no equilibrada.

Estas tres proposiciones pueden combinarse y obtener una sola...Intenta hacerlo....

---

---

---

---

Hace ya bastante tiempo que científicos como Galileo y Newton empezaron a investigar la verdadera naturaleza del movimiento y de las causas que lo producen y resumieron así las tres proposiciones anteriores:

**" UN CUERPO PERMANECERÁ EN SU ESTADO DE REPOSO O DE MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME A MENOS QUE SOBRE ÉL ACTUE UNA FUERZA EXTERNA NO EQUILIBRADA QUE MODIFIQUE DICHO ESTADO "**

Esta es la **primera ley de Newton del movimiento o ley de la inercia**. Se considera muy sencilla pero recuerda que se necesitaron miles de años para que el concepto o ley se formulara o comprendiera. Quizás el descubrimiento resultó más del "sentido no común" que del sentido común. Porque... ¿no parece natural que una bola rodando pierda velocidad y llegue a detenerse? Durante la edad media, se creía que el hecho de que en un movimiento se fuera perdiendo velocidad era un proceso natural. No se identificaba todavía la fuerza externa no equilibrada que detenía al movimiento: La fricción. Es decir la fuerza que hace que los objetos se detengan.

### ESTABLECIENDO IDEAS FINALES

Discute en equipo con tus compañeros las siguientes cuestiones y haz una exposición de tus respuestas de acuerdo a las indicaciones del profesor.

Recuerda que debes anotar en tu cuaderno de Bitácora las respuestas a todas las cuestiones propuestas en las sesiones de clase o laboratorio.

### RESUELVE LAS SIGUIENTES CUESTIONES:

1.-¿ Qué se necesita para cambiar el estado de movimiento de un cuerpo?

---

2.-¿ Qué es una fuerza externa no equilibrada?

---

3.-¿ Qué es una fuerza interna?

---

4.-¿ Cuáles son las características del movimiento libre?

---

---

5.-¿ Para mantener un cuerpo con velocidad constante es necesaria la aplicación de una fuerza permanente? ¿ En que casos? Explica

---

---

---

---

6.-¿ Qué detiene al movimiento?

---

7.-¿ Qué expresa la primera ley de Newton?

---

---

---

8.- Si estuvieras conduciendo un automóvil y no existiera fricción entre las llantas y el piso.¿Es posible que en esta situación, hagas avanzar el auto cuando se oprime el acelerador? justifica tu respuesta

---

---

---

9.-¿Si conduces una bicicleta a gran velocidad en línea recta, que ocurre con tu cuerpo cuando giras violentamente el manubrio para cambiar de dirección? Explica

---

---

---

10.- Un jeep lleva en el techo una maleta sin sujetar y se mueve sobre una carretera recta con una velocidad constante de 100 km / h. ¿Qué ocurre con la maleta cuando el jeep da una curva violentamente de  $90^\circ$  ?. Justifica tu respuesta

---

---

---

---

**DOCUMENTO V**

**INSTRUCTIVO PARA REALIZAR LAS ACTIVIDADES EXPERIMENTALES  
5-A, 5-B Y 5-C**

**LAS INTERACCIONES DE CONTACTO**

**OBJETIVOS:**

- Consolidar la comprensión del concepto de fuerza
- A través de la manipulación de objetos sencillos y trazando diagramas de fuerza
- Para facilitar la comprensión de la tercera ley de Newton del movimiento o "ley de las interacciones"

**EXPLORANDO TUS IDEAS**

- ¿Qué es para ti la fuerza?

---

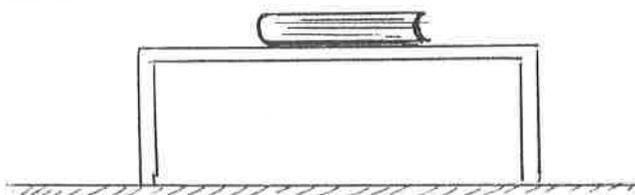
- ¿De qué te vales para representar gráficamente una fuerza?

---

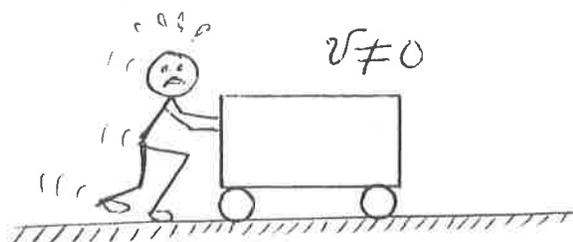
- Menciona los elementos esenciales que debes considerar en la representación gráfica de una fuerza considerada como magnitud vectorial.

---

- Un libro se encuentra en reposo sobre una mesa como se indica en la figura 1. Dibuja sobre la figura las fuerzas que consideres que están actuando sobre el sistema mesa-libro:



- Una persona empuja un vagón como se muestra en la figura 2. Dibuja las fuerzas que actúan en la dirección del movimiento:



- Dos personas cuya masa de una es el doble de la masa de la otra se encuentran sobre patines en una pista de hielo y muy cerca una de la otra. De pronto la persona de menor masa empuja a la otra. Durante el "empujón":

a) ¿Cuántas fuerzas actúan en la dirección del movimiento?

\_\_\_\_\_

b) ¿Cuál de las personas ejerce más fuerza sobre la otra? Justifica tu respuesta:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

c) ¿Representa gráficamente la o las fuerzas que actúan en la dirección del movimiento:

d) Representa gráficamente las fuerzas que actúan en la dirección vertical

d) ¿Cómo son estas fuerzas? ¿Afectan al movimiento? ¿Por qué? Justifica tu respuesta:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

e) Qué nombre le darías a la acción mutua entre las dos personas?

\_\_\_\_\_

## ESTABLECIENDO CONCEPTOS

Esta interacción entre dos cuerpos fue expresada por Newton en su tercera ley del movimiento de la siguiente manera:

***“ Si un cuerpo A ejerce una fuerza sobre un cuerpo B entonces el cuerpo B ejercerá una fuerza sobre el cuerpo A de igual magnitud pero de sentido contrario ”***

Después de haber analizado los ejemplos citados anteriormente es probable que sea sencillo "entender" esta ley sin embargo este principio encierra algo más que la interacción entre dos cuerpos.

Es particularmente importante notar que las fuerzas a las que se refiere esta ley deben

estar aplicadas a diferentes cuerpos, lo cual significa que no son fuerzas equilibradas, no se anulan;

De aquí que debes notar la importancia que tiene la correcta interpretación de **la tercera ley Newton del movimiento o ley de las interacciones ya que, para que se cumpla, es condición indispensable que las fuerzas estén aplicadas a diferentes cuerpos;**

Esto nos lleva a pensar que no en todos los casos donde existen interacciones entre cuerpos se cumple este principio.

Analiza el siguiente caso considerando el enunciado de la tercera ley de Newton:

En la dirección del movimiento ¿Existen dos fuerzas actuando sobre el cuerpo de la figura? \_\_\_\_\_

Son de la misma magnitud? \_\_\_\_\_

Están en sentido contrario? \_\_\_\_\_

Entonces se cumple la tercera ley de Newton? Justifica tu respuesta

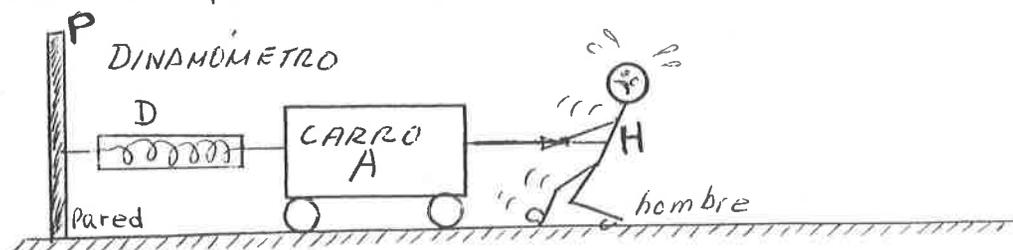
---

---

---

---

Ahora analiza el siguiente ejemplo que muestra las interacciones y las fuerzas que actúan sobre los cuerpos en la dirección horizontal:



Observa cuidadosamente que en este caso las fuerzas están actuando sobre diferentes cuerpos, así te puedes percatar que tenemos :

La fuerza que ejerce la pared sobre el dinamómetro ( $F_{p/d}$ ) hacia la izquierda  
Y la fuerza que ejerce el dinamómetro sobre la pared ( $F_{d/p}$ ) hacia la derecha  
Este par de fuerzas forma la primera interacción del sistema.

En seguida observas que tenemos:

La fuerza que ejerce el dinamómetro sobre el carro A ( $F_{d/A}$ ) hacia la izquierda  
Y la fuerza que ejerce el carro A sobre el dinamómetro ( $F_{A/d}$ ) hacia la derecha  
Este par de fuerzas forma la segunda interacción del sistema.

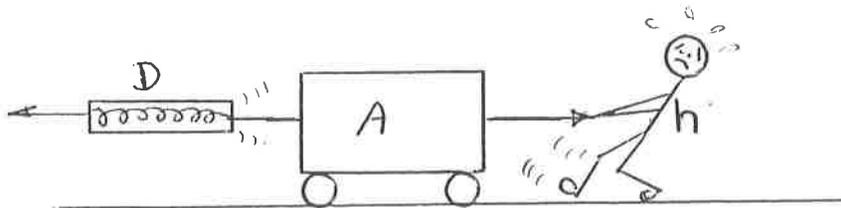
Finalmente puedes observar que tenemos:

La fuerza que ejerce el carro A sobre el hombre ( $F_{A/h}$ ) hacia la izquierda  
Y la fuerza que ejerce el hombre sobre el carro A ( $F_{h/A}$ ) hacia la derecha  
Este par forma la tercera interacción del sistema

En estas tres interacciones si se cumple la tercera ley de Newton puesto que las fuerzas en cada caso están actuando sobre diferentes cuerpos

Pero si analizas las siguientes cuestiones observarás que en los siguientes casos no se cumple la tercera ley de Newton:

¿ Cuáles son las fuerzas que actúan sobre el carro A?

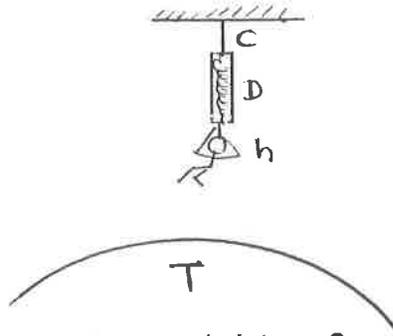


Y observamos que las fuerzas son:

La fuerza que ejerce el dinamómetro sobre el carro A ( $F_{d/A}$ ) hacia la izquierda  
Y la fuerza que ejerce el hombre sobre el carro A ( $F_{h/A}$ ) hacia la derecha

Ambas fuerzas están actuando sobre el mismo cuerpo, es decir, son de la misma magnitud, y de sentido contrario, pero ambas actúan sobre el carro A por lo tanto no se cumple la tercera ley de Newton.

Ahora resuelve la siguiente cuestión: Se tiene un sistema donde las fuerzas que actúan son todas verticales tal y como se muestra en la figura:



¿ Cuántas interacciones existen en el sistema? \_\_\_\_\_

Expresa los pares de fuerzas donde si se cumple la tercera ley de Newton dibujando el sentido de las fuerzas e indica por que si se cumple

---

---

---

---

Expresa los pares de fuerzas donde no se cumple la tercera Ley de Newton. Justifica tu respuesta.

---

---

---

---

Ahora ya puedes realizar la siguiente actividad experimental cuyo propósito es que puedas consolidar los conceptos de fuerzas de contacto y su relación con la masa y los cambios de velocidad. Resuelve en equipo la actividad, coméntala con tus compañeros y asienta las respuestas solicitadas.

### 3.5 SESIÓN 5

#### ACTIVIDAD EXPERIMENTAL (5.A, 5-B y 5-C)

### LAS FUERZAS DE CONTACTO

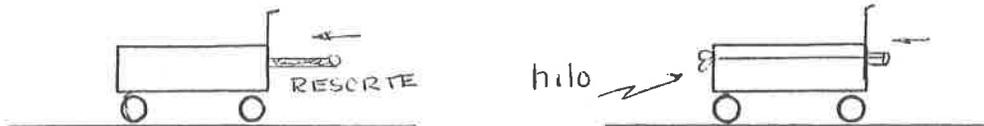
#### Material:

- 2 carros de baja fricción
- dos bases de soporte universal
- 1 escala de madera de 1 m
- hilo cáñamo
- fósforos (encendedor o cerillos)

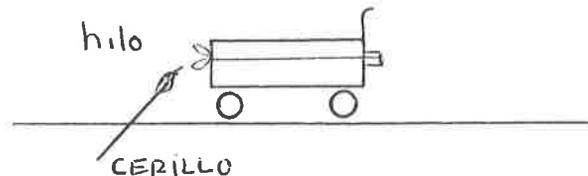
#### Procedimiento

#### Actividad A

- a).- Utiliza uno de los carros de baja fricción el cual tiene un resorte encapsulado en uno de los extremos.
- b).- Comprime el resorte completamente y sujétalo con el hilo de tal forma que se impida la liberación del resorte como se muestra en la figura siguiente:



- c).- Ahora "quema" cuidadosamente el hilo que sujeta al resorte a fin de que sea liberado y observa:

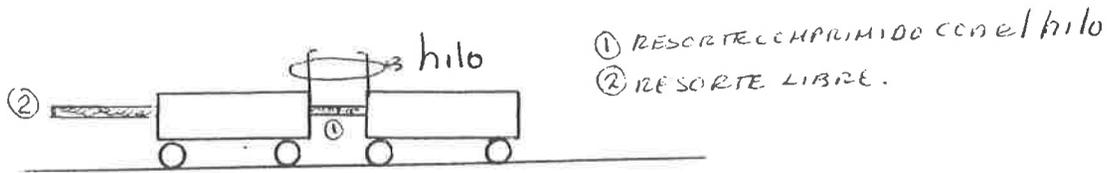


- ¿Se pone en movimiento el carro cuando es liberado súbitamente el resorte al quemar el hilo? \_\_\_\_\_
- ¿Cómo explicas esta situación? Justificas tu respuesta: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

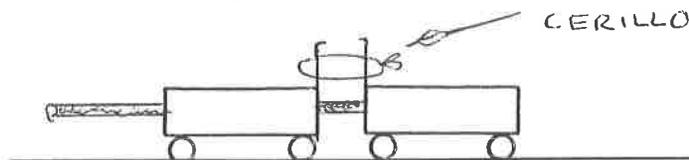
- Elabora un diagrama que muestre las fuerzas que intervienen en la dirección del movimiento durante esta situación:

### Actividad B

- Ahora une los dos carros de tal forma que el resorte de uno de los carros quede totalmente comprimido contra el extremo sin resorte del otro carro.
- Átalos con hilo cáñamo de tal forma que se impida la liberación del resorte como se muestra en la siguiente figura (nota que son de la misma masa)



- Quema cuidadosamente el hilo que mantiene unidos a los dos carros a fin de que el resorte se libere y observa:



- ¿Qué ocurre con los carros? \_\_\_\_\_
- ¿Qué fue necesario para variar la velocidad del carro A? \_\_\_\_\_
- ¿Qué ocurrió con el carro B? \_\_\_\_\_
- Si el carro A se movió, ¿qué ocurrió con el carro B? \_\_\_\_\_
- ¿Cuál de los dos carros recorrió mayor distancia desde el reposo? Justifica tu respuesta: \_\_\_\_\_

- ¿Cómo es el **cambio de velocidad** que adquirió el carro A con respecto al B ?  
Justifica tu respuesta: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

- ¿A que atribuyes que los carros se hayan movido de esta manera? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- Elabora un esquema similar a los mostrados y traza sobre este las fuerzas que actúan sobre los carros:

## ANTES DE CONTINUAR

Como pudiste observar los dos carros actúan entre sí, es decir, están actuando uno sobre otro. A esta acción mutua se le conoce como \_\_\_\_\_ y al estar inicialmente pegados uno con el otro a través de un medio material experimentan una \_\_\_\_\_ y es justamente a la magnitud de la interacción entre ambos lo que debemos de entender por \_\_\_\_\_.

Durante la interacción de dos cuerpos, por ejemplo, al disparar un fusil o un cañón, antes de producirse el disparo, la bala esta en reposo. Al producirse el disparo, la bala y el cañón se mueven en distintas direcciones (en sentido contrario) y con velocidades diferentes (cambio de velocidad diferente), debido a que las masas son diferentes; de igual forma, cuando una persona salta de una lancha hacia la orillase observará la interacción, es decir, la lancha se mueve en dirección opuesta a la del salto.

¿Cómo esperarías que fuera la magnitud del cambio de velocidad de la lancha con respecto al cambio de velocidad de la persona que saltó hacia la orilla? Justifica tu respuesta:

---

---

---

De esta forma podemos constatar que **“los cambios de velocidad” que experimentan los cuerpos sólo pueden variar durante la interacción de estos;**

### Actividad C

- a) Ahora coloca sobre uno de los carros de baja fricción dos bases metálicas de soporte universal (sin la varilla) con el propósito de aumentar significativamente su masa y el otro carro de baja fricción manteniendo su masa inicial (sin nada arriba) como se muestra en la siguiente figura:



- b) Solicita a uno de tus compañeros que se coloque en un extremo de la mesa de laboratorio y tu te colocas en el otro extremo de la mesa:



- c) Ahora pide a tu compañero que arroje el carro deslizándolo sobre la mesa hacia el centro de la misma y tu harás lo mismo simultáneamente a fin de producir una colisión (choque) entre los carros (no pierdas de vista que uno tiene mucho mayor masa que el otro) observa cuidadosamente lo que ocurre:



- ¿En qué momento hubo interacción entre los dos carros?  
\_\_\_\_\_
- ¿El carro A ejerció fuerza sobre el carro B? \_\_\_\_\_
- ¿Cuál de los carros ejerció mayor fuerza sobre el otro? Justifica tu respuesta:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- Después del choque ¿Cuál de los dos carros recorrió mayor distancia?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- ¿Cuál de los dos carros se movió con mayor cambio de velocidad? ¿Por qué? Justifica tu respuesta \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## CONSOLIDANDO IDEAS

Hasta el momento podemos establecer las siguientes características de las interacciones de los cuerpos:

- Se debe entender el concepto de “fuerza” como la “medida de la interacción entre dos cuerpos”.
- Para poder hablar de fuerza deben existir necesariamente dos cuerpos
- Las fuerzas siempre aparecen por “pares”
- Si un cuerpo “ejerce” una fuerza, se debe identificar necesariamente el otro cuerpo con el cual interactúa.
- La tercera ley de Newton o Ley de las interacciones establece que: “ Si un cuerpo A ejerce una fuerza sobre un cuerpo B, entonces el cuerpo B ejercerá una fuerza sobre el cuerpo A, de igual magnitud pero de sentido contrario”
- En esta interacción, el primer cuerpo ejerce una fuerza sobre el segundo (llamada “acción”), y por lo tanto el segundo cuerpo ejercerá una fuerza sobre el primero (llamada “reacción”). Esta situación nos permite percatarnos que estas fuerzas están actuando sobre diferentes cuerpos, son de igual magnitud pero de sentido contrario. Esta es la condición indispensable para que se cumpla la tercera ley de Newton del movimiento o “ley de las interacciones”.
- Las fuerzas de “acción” y “reacción” no son fuerzas en equilibrio o equilibradas, es decir, no se anulan ya que están actuando sobre diferentes cuerpos.
- Las fuerzas de acción y reacción no tienen sentido de temporalidad, es decir, actúan simultáneamente durante la interacción de tal manera que cualquiera de las dos puede ser llamada “acción” o “reacción”.
- La interacción entre dos cuerpos puede producir un “cambio de velocidad” que depende de la magnitud de la masa de los cuerpos que interactúan.

### 3.6 SESIÓN 6

## INSTRUCTIVO PARA LAS ACTIVIDADES EXPERIMENTAL 6-A, 6-B y 6-C

### DOCUMENTO VI

### LAS INTERACCIONES A DISTANCIA

#### ACTIVIDAD 6-A

##### Materiales:

- 1 Balín
- 1 Péndulo electrostático
- 1 barra de plástico
- 1 franela o piel de conejo
- 2 imanes de pastilla o de barra (o similares)

##### PROCEDIMIENTO:

a) Toma el balín y déjalo caer desde una altura determinada, por ejemplo desde un metro de altura, colocando un objeto blando en el piso a fin de que no golpee bruscamente al chocar.

- ¿Por qué cae el balín cuando lo sueltas desde cierta altura?

\_\_\_\_\_

- ¿Cuáles son los cuerpos que interactúan durante la caída del balín? \_\_\_\_\_

- Entonces ¿ Existe la presencia de fuerzas? \_\_\_\_\_

- En tal caso, si despreciamos la fricción del aire ¿Cuántas fuerzas intervienen? ¿Cuáles son? \_\_\_\_\_

- Si consideramos la fuerza de gravedad ¿Cómo le podríamos llamar a esta fuerza de acuerdo a su acción? \_\_\_\_\_

- Elabora un diagrama de fuerzas correspondiente a la caída del balín:

- a) considerando la fuerza de fricción del aire
- b) sin considerar la fuerza de fricción del aire

## PARA REFLEXIONAR

Recordando que la fuerza existe sólo en la interacción entre dos cuerpos y que esta interacción, es capaz de producir un *cambio de velocidad* que depende de las masas de los cuerpos y que en esa interacción existen dos fuerzas tales que, el primer cuerpo ejerce una fuerza sobre el segundo y por lo tanto el segundo ejerce una fuerza sobre el primero, de igual magnitud pero de sentido contrario. Para el caso del balón "cayendo" hacia la tierra:

- ¿En cuál de los cuerpos que interactúan se produce mayor cambio de velocidad? Justifica tu respuesta:

---

---

---

- ¿Sólo la tierra atrae al balón? Justifica tu respuesta:

---

---

---

- ¿El balón atrae a la tierra? ¿Puedes comprobar tu respuesta? ¿La puedes inferir? Justifica tu respuesta:

---

---

---

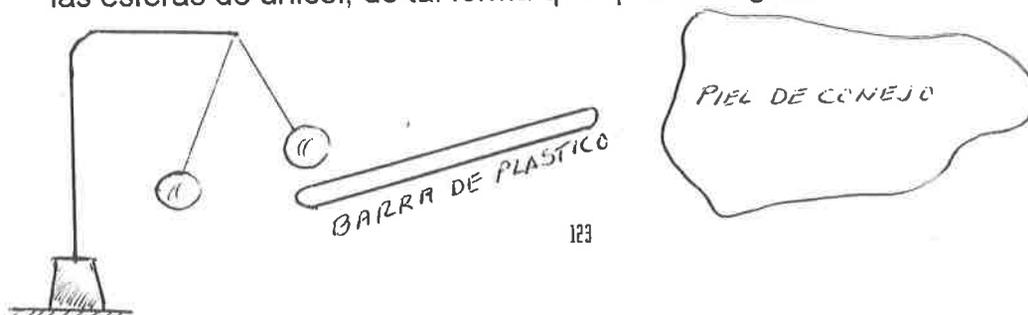
## ACTIVIDAD 6-B

### PROCEDIMIENTO

Ahora utiliza el péndulo electrostático, el cual consta de un soporte metálico y dos pequeñas esferas de unicel que penden cada una de ellas de un hilo.

Esta actividad, al igual que las anteriores, siguen siendo sencillas pero de mucha utilidad, ya que aún cuando es cualitativa, nos ayuda para entender de que manera se pueden manifestar las fuerzas o en que casos se puede presentar una interacción, así como las características de los cuerpos que interactúan.

- a) Frota la barra de plástico en tu cabello o con la piel de conejo y acércala a una de las esferas de unicel, de tal forma que quede cargada eléctricamente:



- ¿Qué ocurre con la otra esfera? Explica  
\_\_\_\_\_
- ¿Se observa un cambio de velocidad en alguna de ellas o en ambas? \_\_\_\_\_
- Si percibes un cambio de velocidad ¿Existe interacción entre ellas? \_\_\_\_\_
- Considerando que las esferas de unicel se comportan como cargas eléctricas ¿Cómo podríamos llamarle a esta interacción?
- En este caso las cargas eléctricas se pueden atraer (“jalar”) o rechazar (“empujar”). ¿Cuál de las esferas ejerce mayor fuerza sobre la otra? Justifica tu respuesta: \_\_\_\_\_

## ACTIVIDAD 6-C

### PROCEDIMIENTO

En esta última actividad se utilizan los imanes de disco o de barra.

- Acerca lentamente un extremo de uno de los imanes (polo magnético) al extremo del otro imán, cuidando que los polos sean iguales. Realiza esta actividad sobre la mesa del laboratorio y observa cuidadosamente:
  - ¿Logras mover un imán con el otro imán? \_\_\_\_\_
  - ¿Están interactuando los imanes? \_\_\_\_\_
  - ¿Qué tipo de interacción ocurre en este caso? \_\_\_\_\_
  - En este caso, al igual que en el de las cargas eléctricas. Los imanes se pueden atraer o rechazar. ¿Cuál de los imanes ejerce mayor fuerza sobre el otro? Justifica tu respuesta: \_\_\_\_\_

## ALGO MAS...

Ahora ya puedes contrastar (comparar) tus ideas iniciales (ideas previas) con el concepto formal de fuerza, considerando que:

- La fuerza se entiende como la medida de la interacción entre dos cuerpos.
- Estas interacciones pueden ser “de contacto” o “a distancia”
- Las “interacciones de contacto” requieren un medio material para transmitirse y algunas veces son llamadas “interacciones mecánicas”.
- Las “interacciones a distancia” no requieren de un medio para poderse transmitir, y pueden ser: gravitacionales (como la caída de un balón sobre la tierra), eléctricas (como la interacción de las esferas de unicel en el péndulo electrostático) o incluso magnéticas (como la interacción entre imanes).
- También existe otro tipo adicional de interacciones, las cuales ocurren entre los núcleos de los átomos, sin embargo, estas interacciones de momento, no son motivo de este curso y seguramente las verás en cursos posteriores. Estas interacciones (o fuerzas) reciben el nombre de interacciones fuertes o interacciones débiles (fuerzas fuertes o débiles).

Para el estudio de las leyes de Newton, es conveniente tener presentes las interacciones o fuerzas de contacto o a distancia (básicamente: interacciones mecánicas, eléctricas y magnéticas). En los estudios de Dinámica, Newton se dio cuenta que las fuerzas siempre aparecen como resultado de la interacción entre dos cuerpos, es decir, la “acción” de una fuerza sobre un cuerpo, no se puede manifestar sin que haya otro cuerpo que la provoque “reacción”. Además, Newton pudo comprobar que, en la interacción de dos cuerpos, las fuerzas siempre aparecen por pares: para cada “acción” de un cuerpo sobre otro, siempre existirá una “reacción” de igual magnitud pero de sentido contrario del segundo sobre el primero. Tales observaciones de Newton se pueden sintetizar como hemos visto en el enunciado de su tercera ley o ley de las interacciones o ley de la acción y reacción; aunque debemos recordar que los términos “acción” y “reacción” no tienen sentido de temporalidad, es decir, ocurren simultáneamente y que para evitar confusiones, es recomendable expresar este principio de la siguiente manera:

***“ Cuando un cuerpo A ejerce una fuerza sobre un cuerpo B, entonces el cuerpo B ejercerá una fuerza sobre el cuerpo A, de igual magnitud pero de sentido contrario”***

*Sin olvidar que para que esta ley sea válida, las fuerzas a las que se refiere deben estar aplicadas a diferentes cuerpos.*

ACTIVIDAD 6-D

(APOYO AL ESTUDIO INDEPENDIENTE)  
ACTIVIDAD EXTRA CLASE  
CUESTIONARIO

1.- ¿Cómo explicas el concepto de fuerza?

---

2.- ¿Qué entiendes por "interacción"?

---

---

3.- para empujar o jalar un cuerpo es necesario tocarlo? Sólo se puede lograr con una fuerza de contacto? Justifica tu respuesta

---

---

observa la figura y resuelve:

4.-¿Cuáles son las fuerzas de contacto mostradas en la figura?

---

---

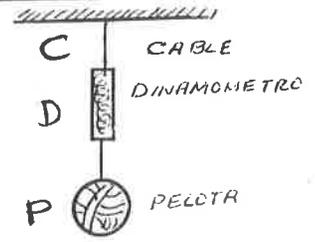
---

5.-¿Cuáles son las fuerzas a distancia?

---

---

---



6.-Expresa las parejas de fuerzas mostradas en cada interacción (la fuerza que ejerce ¿quién sobre quien y hacia dónde actúa cada una de ellas?)

---

---

---

7.- Un niño patea un balón de fútbol ejerciendo sobre el una fuerza de 30 Newtons

- ¿Cuál será la magnitud de la reacción? \_\_\_\_\_
- ¿Cuál cuerpo ejerce la acción y cual la reacción? Justifica tu respuesta

---

8.- Un pequeño automóvil choca de frente con un gran camión cargado de materiales para construcción. En el momento de la interacción:

- La fuerza que el automóvil ejerce sobre el camión es mayor, menor o igual que la fuerza que el camión ejerce sobre el automóvil? Justifica tu respuesta:

---



---

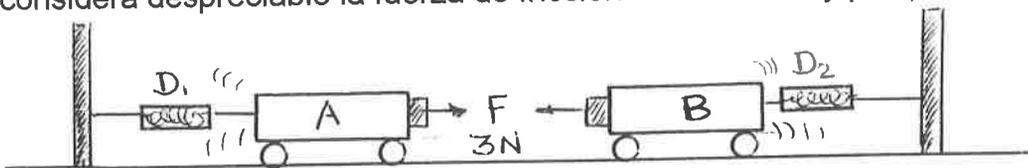


---



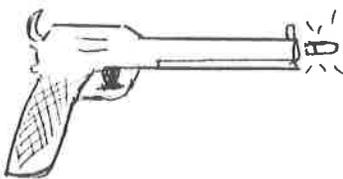
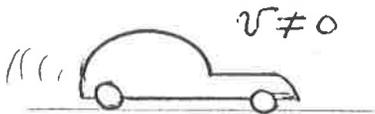
---

9.- Si los carros A y B de la figura se atraen con un imán que imprime una fuerza de 3 Newtons entre ambos ¿Cuánto marcarán los dinamómetros  $D_1$  y  $D_2$ ? (considera despreciable la fuerza de fricción entre ruedas y piso)



10.- Analiza cuidadosamente los siguientes dibujos y resuelve:

- Dibuja el diagrama de fuerzas correspondiente a cada caso considerando las fuerzas que intervienen
- Indica en cada uno de ellos en que caso se cumple la tercera ley de Newton y en que caso no se cumple la tercera ley de Newton . Justifica tus respuestas.



**COLEGIO DE BACHILLERES**  
PLANTEL NO. \_\_\_\_\_

DOCUMENTO VII

**Evaluación Formativa Global**  
**FÍSICA I**

Alumno: \_\_\_\_\_ grupo \_\_\_\_\_

Profesor: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**Propósito:** La presente evaluación tiene como propósito que te percares del dominio que has logrado hasta el momento sobre los conceptos de fuerza, movimiento, fuerza de fricción, 1ª y 3ª Leyes de Newton. Y estés en posibilidades de reflexionar sobre tu aprendizaje y consolidar o revisar aquellos conceptos que aún no te han quedado claros. Como tus respuestas son de carácter formativo, la calificación que obtengas no formará parte de tu evaluación final. Cuentas con 90 minutos para completarlo. Asegúrate de contestar a todas ellas. Diviértete y disfruta el reto, mucho éxito!!

**INSTRUCCIONES GENERALES:** No hagas ninguna anotación en este cuadernillo. Anota tus respuestas en la "hoja de registro" anexa, encerrando en un círculo la opción que consideres más cercana a tus ideas.

**"JUAN EL TENDERO"**

Juan es un muchacho muy dinámico y con ganas de triunfar en la vida, en las mañanas acude a la "Colegio de Bachilleres" y por las tardes trabaja en una tienda de autoservicio. Durante su jornada de trabajo realiza infinidad de actividades...mueve cajas, baja y sube productos de los estantes de servicio, empuja o mueve muebles de un lugar a otro, transporta objetos pesados, por lo que en ocasiones se ayuda con bases de madera provistas de pequeñas ruedas (remolques) o "diablitos" para facilitar su labor. Como te puedes dar cuenta, Juan se pasa la tarde entera completamente involucrado en actividades directamente relacionadas con los conceptos de fuerza, movimiento y fricción.

**INSTRUCCIONES GENERALES:** a continuación, tomarás como pretexto las actividades que realiza Juan durante su jornada de trabajo para que explícites, por medio de los planteamientos que se muestran, el grado de dominio que tienes sobre los citados conceptos.

El contenido del examen te ubica en tres diferentes contextos: Una tienda de autoservicios, las Olimpiadas de "Nagano", Japón, y la estación espacial MIR que se encuentra orbitando en estos momentos a 400 Km de la tierra. En cada contexto, se encuentran involucrados los conceptos de fuerza, movimiento, fuerza de fricción, y la 1ª y 3ª Leyes del movimiento.

1.- Juan se dispone a mover una pesada caja que contiene botellas de aceite comestible, por lo que es necesario:

- a) Que dote de fuerza a la caja para que se mueva.
- b) Que le aplique una fuerza para que se mueva
- c) Que le dé un pequeño empujón para que se mueva

2.- Mientras Juan se dedica a sus labores, dos niños juegan alegremente con dos carritos de autoservicio iguales y deciden "divertirse" viendo como estos chocan. Separados uno del otro le dan un empujón a cada carro en la misma dirección pero de sentido contrario, de manera que chocan. En estas circunstancias:

- a) Si el primer niño le da un empujón más fuerte a su carrito y el segundo niño le da un empujón menos fuerte al suyo, entonces, antes del choque, el primer carro llevará mas fuerza que el segundo.
- b) Si los empujones que le dan los niños a los carritos son diferentes, en el momento del choque, el carro que inicialmente haya recibido el mayor empujón llevará más fuerza que el otro.
- c) Independientemente de que los niños hayan aplicado mayor o menor fuerza a cada carro, en el momento del choque, la fuerza que ejerce el primer carro es igual a la que ejerce el segundo carro sobre el primero, pero de sentido contrario.

3.- Los niños continúan haciendo de las suyas, pues corren sobre los pasillos tratando de evitar que uno alcanzara al otro. En una de esas persecuciones uno de ellos chocó de frente con un corpulento señor que caminaba rápidamente buscando algún producto en los estantes. El pobre niño salió proyectado en sentido contrario y el hombre apenas si se movió. Esta situación ocurrió porque:

- a) Durante el choque, la fuerza que ejerció el hombre sobre el niño fue la misma que la fuerza que ejerció el niño sobre el hombre, sin embargo, el niño experimentó un mayor cambio de velocidad, debido a que la masa del hombre es mucho mayor que la del niño.
- b) El hombre, al ser corpulento, llevaba mucho más fuerza que el niño y por lo tanto la fuerza que ejerció el hombre sobre el niño fue mucho mayor que la fuerza que ejerció el niño sobre el hombre.
- c) Al chocar las personas ocurrió una interacción donde la fuerza que ejerce el hombre sobre el niño es de la misma magnitud que la fuerza que ejerce el niño sobre el hombre, pero de sentido contrario.

4.- El choque entre el señor y el niño es observado por Juan que se encontraba a poca distancia del lugar del accidente y recuerda sus clases de física. Este reflexiona sobre el suceso. ¿Cuál de los siguientes razonamientos es el correcto?

- a) Las fuerzas son "algo" que poseen las personas y pueden transferirlas a los objetos o a otras personas, por lo tanto en este caso, el hombre le "transfirió" mayor fuerza al niño y lo proyectó en sentido contrario.
- b) El concepto de fuerza debe entenderse como la interacción entre dos cuerpos y en este caso, justamente en el momento del choque, ocurrió una interacción y hasta ese momento se manifiesta la acción de uno sobre el otro, que interpretamos como la fuerza que ejerce el hombre sobre el niño y la fuerza que ejerce el niño sobre el hombre.
- c) Durante la interacción de las personas (choque), el hombre ejerce una fuerza sobre el niño y este ejerce una fuerza sobre el hombre, en donde ambas son de la misma magnitud, pero de sentido contrario, ocurre una primero y otra después.

5.- Mientras nuestro personaje – Juan el tendero – se tomaba un breve descanso, cruzando los brazos y apoyándose sobre el mostrador, recuerda con interés los planteamientos que en cierta ocasión le hiciera su profesor de física: " si en toda interacción participan necesariamente dos cuerpos y justo en el momento de la interacción actúa una pareja de fuerzas, es decir, la fuerza que el cuerpo A ejerce sobre el cuerpo B y la fuerza que ejerce el cuerpo B sobre el cuerpo A, entonces ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es la correcta?

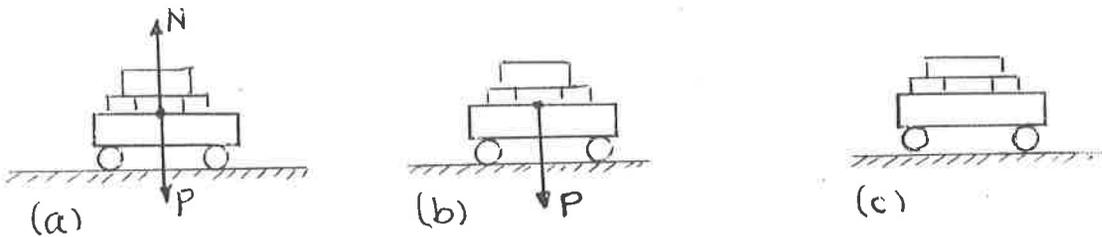
- a) Cuando se aplica una fuerza a un cuerpo para que este se mueva, sólo existe la fuerza ejercida sobre el cuerpo y este no interactúa con ningún otro cuerpo.
- b) En toda interacción existe una pareja de fuerzas de tal forma que cuando se dice que "se aplica una fuerza para mover el cuerpo", debemos identificar de inmediato su "pareja", es decir, con quién o con qué esta interactuando.
- c) Si un cuerpo interactúa con otro, no necesariamente actúan dos fuerzas.

6.- Mientras Juan descansa, se queda observando fijamente que sobre un "remolque" (base de madera con cuatro pequeñas ruedas) se encuentra una pesada carga de productos que tendrá que mover para llevarla a la bodega y se le ocurre pensar: mmmhh.....en este caso...el remolque está en reposo pero interactúa con el piso...entonces:

- a) Sólo existe una fuerza que es aquella con la que la tierra atrae al remolque, es decir el peso.

- b) Hay un solo cuerpo...el remolque..., y sobre él no actúa ninguna fuerza pues está en reposo
- c) Como hay una interacción, necesariamente existe una pareja de fuerzas: La fuerza que ejerce la tierra sobre el remolque (peso) y la fuerza que ejerce el piso sobre el remolque (fuerza normal)

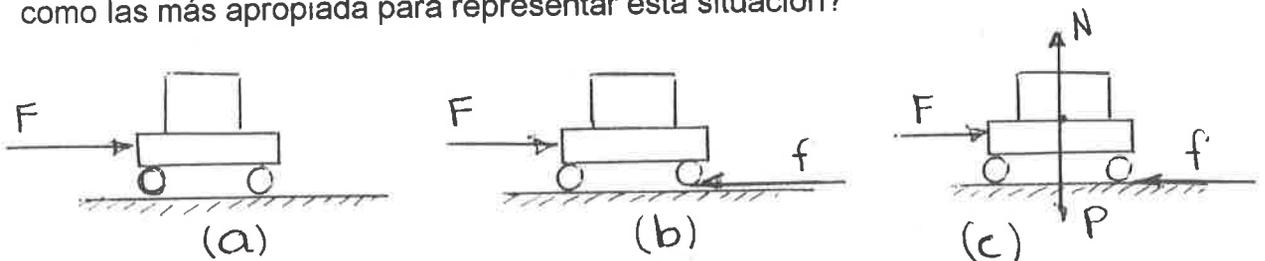
7.- ¿Cuál sería el diagrama de fuerzas que ilustra la situación que observa Juan cuando el remolque está en reposo?



8.- Si el remolque se encuentra en reposo...

- a) El peso y la fuerza normal, actúan sobre el mismo cuerpo, como son de diferente magnitud y de sentido contrario, estas fuerzas no se equilibran.
- b) El peso y la fuerza normal actúan sobre el mismo cuerpo, son de igual magnitud pero de sentido contrario, por lo que se equilibran y el remolque permanece en reposo.
- c) El peso y la fuerza normal están actuando sobre cuerpos diferentes, son de igual magnitud y de sentido contrario, pero no se anulan porque no son fuerzas equilibradas.

9.- cuando Juan se disponía a trasladar el remolque de productos a la bodega, observa con beneplácito que uno de sus compañeros se le “adelantó” y va empujando el remolque hacia su destino. Complacido con este hecho, continúa descansando y mientras tanto se le ocurre trazar el diagrama de fuerzas de esta situación, sin embargo, comienza a dudar de la representación gráfica y dibuja algunas opciones. ¿Cuál de los siguientes esquemas que dibujó Juan consideras como las más apropiada para representar esta situación?



Por fin termina la jornada de trabajo de Juan y rápidamente se dirige hacia su casa, con la idea de llegar a ver en la "tele" algunas competencias de los juegos Olímpicos de invierno que se llevan a cabo en Nagano, Japón en ese momento. Llega a tiempo para disfrutar de algunas competencias sobre hielo donde deportistas de todo el mundo, hacen alarde de condición física, preparación mental y dominio de las pistas de hielo en sus diferentes modalidades.

10.-En primer lugar, observa la competencia de prueba de velocidad en patines y queda impresionado con la actuación de una chica noruega que logra romper el récord olímpico al haber logrado recorrer una distancia de 3000 metros en un tiempo de 4 minutos, 7 décimas y 29 centésimas de segundo. Nuevamente Juan recuerda las interacciones que ocurrieron en el supermercado, las asocia con las interacciones que ocurren durante esta competencia y hace algunas afirmaciones. ¿Cuál de ellas te parece más adecuada?

- a) La competidora aplica una fuerza sobre la pista de hielo para moverse a gran velocidad y no existe ninguna otra fuerza. Si deja de aplicar fuerza sobre la pista, se le irá acabando la fuerza y terminará por detenerse.
- b) Lo que ocurre es que ella ejerce con sus patines una fuerza sobre la pista hacia atrás (en sentido contrario al movimiento) y la pista ejerce una fuerza sobre los patines hacia delante (en la dirección del movimiento), como las fuerzas están actuando sobre diferentes cuerpos, no se anulan y ella puede desplazarse hacia delante.
- c) Al haber muy poca fricción entre los patines y la pista de hielo, si ella ejerce con sus patines una fuerza constante su velocidad será constante.

11.- Al concluir esta competencia, hay un intermedio, donde presentan un breve evento cómico-deportivo, donde se observa que un payaso sobre patines le da un empujón a un trineo, el cual se desplaza en línea recta suavemente sobre la pista de hielo y recorre una gran distancia, pero finalmente se detiene. La mejor explicación de Juan al respecto es que:

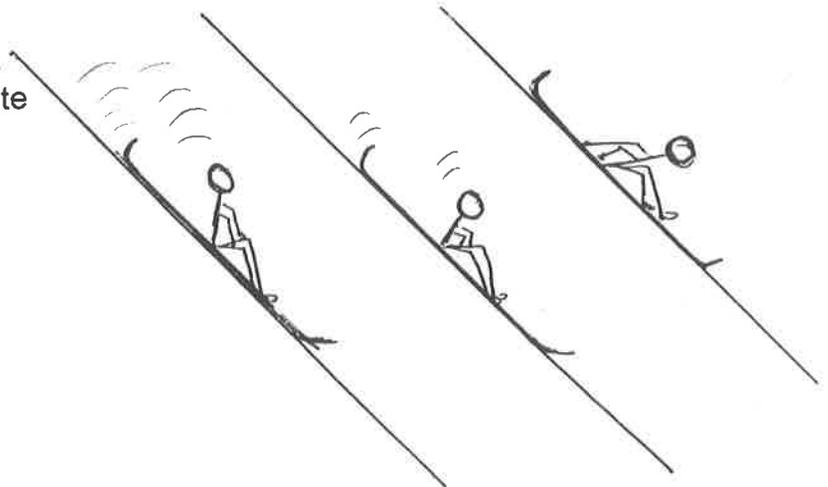
- a) El trineo se detuvo por que se le fue acabando la fuerza
- b) El trineo se detuvo porque es muy pesado y rápidamente se detiene
- c) El trineo se detuvo porque interactúa con la pista de hielo y aunque la fuerza de fricción entre el trineo y la pista es mínima, se opone al movimiento del trineo y se detiene.

12.-Dentro del "show" del intermedio, de pronto un perro esquimal jala un trineo a lo largo de la pista de hielo. Considerando que en toda interacción deben aparecer "parejas" de fuerzas, podemos analizar por qué es posible que el perro pueda mover el trineo identificando los "pares de fuerzas" que intervienen en el fenómeno. ¿Cuáles pares de fuerzas (interacciones) intervienen en este caso?

- a) . la fuerza que ejerce el perro sobre el trineo y
  - . la fuerza que ejerce el trineo sobre el perro
  - . el peso del trineo y
  - . la fuerza normal
  - . la fuerza que ejercen las patas del perro sobre la pista de hielo y
  - . la fuerza que ejerce la pista de hielo sobre las patas del perro.
- b) . el peso del trineo y
  - . la fuerza normal
  - . la fuerza que ejerce el perro sobre el trineo y
  - . la fuerza que ejerce el trineo sobre el perro
  - . las fuerzas que ejercen las cuchillas del trineo sobre la pista
- c) . la fuerza que ejerce el perro sobre el trineo y
  - . la fuerza que ejerce el trineo sobre el perro
  - . el peso del trineo y
  - . la fuerza normal.

13.- Concluye el "show" del intermedio y se reanuda la transmisión de las Olimpiadas. Ahora toca el turno a la competencia de pruebas de velocidad en trineo ("sledge"), esto es, deslizándose sobre la nieve, cuesta abajo por una pendiente. Juan observa detalladamente como se comienza a preparar uno de los competidores y lo hace en tres momentos:

- 1) Desciende de prisa
- 2) Desciende lentamente
- 3) Está en reposo.



¿Cuál de los siguientes razonamientos de Juan crees que sea el más adecuado?

- a) En el caso 1, el competidor desciende muy rápido y la fricción del trineo con el hielo es menor que en el caso 2.
- b) En el caso 2, el competidor desciende lento debido a que el competidor cambió de posición su cuerpo aunque la fricción sea mayor.
- c) En el caso tres, no existe fricción ya que el trineo esta en reposo.

14.- En un momento dado, el papá de Juan le sugiere cambiar de canal para ver otro programa de televisión y accede de buena gana. En el nuevo canal se daba una noticia de carácter mundial: En el World Trade Center de México se realizaba un evento extraordinario, se estaba estableciendo desde este lugar, comunicación directa con la estación espacial rusa MIR la cual se encuentra en orbitando a 400 Km de la tierra. Les llamó la atención que uno de los tripulantes de la estación espacial, sostenía en sus manos una pequeña réplica de la estación real, la cual soltó de pronto y observaron a través de la pantalla de televisión que ésta no cayó sino que permaneció "flotando" espectacularmente dentro de la cabina al igual que los astronautas. Y por supuesto Juan se dispuso de inmediato a mostrar sus conocimientos al respecto.

¿Cuál crees que sea la idea que mejor explica lo sucedido en la nave?

- a) Como la estación espacial se encuentra en el espacio vacío, no interactúa con la tierra, pues no existe un medio material para que interactúen y por lo tanto, como no existen fuerzas que actúen sobre ella, tanto la estación espacial real como la réplica en miniatura flotan, no se mueven y permanecen en el mismo lugar.
- b) Hay interacción entre la estación espacial y la tierra de tal forma que, la réplica no "flota", es decir se mueve, pues al haber una interacción, entonces la tierra ejerce una fuerza de atracción sobre la estación y la estación ejerce una fuerza de atracción sobre la tierra, de igual magnitud pero de sentido contrario.
- c) Sólo existen las fuerzas de contacto, entonces la tierra no interactúa con la estación espacial y por lo tanto, ninguno de los dos cuerpos (tierra-estación) ejerce fuerza sobre el otro.

15.- Ahora una pregunta de reflexión: Para mover un cuerpo que se encuentra en reposo sobre una superficie rugosa, es necesario aplicarle una fuerza que sea mayor a la fricción estática y cuando logremos que se mueva, si deseamos que se mantenga en movimiento, la fuerza aplicada debe ser mayor o igual que la fuerza de fricción cinética. Si se deja de aplicar la fuerza sobre el cuerpo entonces, después de un breve tiempo, el cuerpo se detendrá irremediamente.

¿Qué ocurriría con el cuerpo, si suponemos que no existe fricción entre el cuerpo y el piso y le aplicamos una fuerza de corta duración (fuerza instantánea) ?

- a) El cuerpo se llevará "pegada" la fuerza que le "dimos" y al no haber fricción, esta fuerza permanecerá en el cuerpo y se moverá indefinidamente con movimiento rectilíneo uniforme (movimiento libre).
- b) La fuerza que se le "dio" (fuerza impresa), se le irá acabando hasta que finalmente se detenga.
- c) Al no haber fricción, el cuerpo no interactúa con el piso, en la dirección del movimiento, no habrá "pareja de fuerzas", lo que significa que el cuerpo se moverá "sin fuerzas" y con movimiento rectilíneo uniforme.

16.- Entonces, cuando en la estación espacial MIR, un astronauta le arrojó un bolígrafo a su compañero y puesto que esto ocurre en el espacio vacío ¿Qué trayectoria sigue el bolígrafo de un astronauta a otro?

- a) Cuando un astronauta arroja el bolígrafo a otro, la pluma no interactúa con otro cuerpo, por lo tanto no existe ninguna fuerza externa desequilibrada que modifique su trayectoria o su estado de movimiento, por lo que la pluma describirá un movimiento rectilíneo y uniforme.
- b) Como el primer astronauta le "imprime" una fuerza al bolígrafo, esta fuerza permanece en él y le produce una velocidad constante con trayectoria recta.
- c) Como los astronautas están "flotando", al arrojar el bolígrafo, pasa del estado de flotación al estado de movimiento cuando fue empujada por el astronauta.

17.- ¿Cuál es la consideración que debemos hacer para que haya una interacción entre dos cuerpos, por ejemplo, entre la estación MIR y la tierra?

- a) Que es necesario que haya contacto entre ellos para que puedan interactuar
- b) Que no necesariamente debe haber un medio material para que exista interacción, ya que las interacciones pueden ser de contacto o a distancia
- c) Las interacciones a distancia sólo pueden ser gravitacionales.

18.- El papá de Juan, que veía con mucho interés la noticia de la estación espacial, le hizo una pregunta a Juan con el propósito de hacerlo dudar sobre sus conocimientos acerca del concepto de fuerza: Oye Juan...haber...si suponemos que la estación espacial se mueve en el espacio describiendo un movimiento rectilíneo uniforme y de pronto fuera golpeada por dos meteoritos de igual masa que se impactan sobre las paredes externas de la estación (las cuales están diseñadas para resistir y no deformarse debido a los impactos), de tal manera que las fuerzas que ejercen los meteoritos contra las paredes son de igual magnitud pero de sentido contrario y diametralmente opuestas ¿Qué le

ocurriría a la estación espacial inmediatamente después de recibir los impactos?

- a) La estación espacial se detendrá en el momento de recibir los impactos
- b) La estación espacial cambiará su trayectoria debido a los impactos.
- c) La fuerza resultante aplicada por los meteoritos es cero y la estación se seguirá moviendo con movimiento rectilíneo uniforme.

19.- Si entre la estación espacial MIR y la tierra existe una interacción a distancia, significa que la tierra ejerce una fuerza de atracción sobre la estación espacial y la estación espacial ejerce una fuerza de atracción sobre la tierra, es decir, nos percatamos de la "pareja de fuerzas", sin embargo, si pudiéramos observar desde el espacio ambos cuerpos ¿Crees que sería apreciable la fuerza con que la estación espacial atrae a la tierra? ¿A qué se lo atribuyes?

- a) A que sólo la tierra ejerce una fuerza de atracción sobre la estación.
- b) Como la masa de la tierra es mucho mayor que la de la estación, el cambio de velocidad de la tierra es muchísimo menor (prácticamente inapreciable) que el de la estación.
- c) La fuerza que ejerce la tierra sobre la estación, es mucho mayor que la fuerza que ejerce la estación sobre la tierra.

20.- Si pensamos que la estación espacial MIR describiera un movimiento rectilíneo uniforme ¿Qué sería necesario para cambiar su estado de movimiento?

- a) Que los tripulantes abran un paracaídas por la parte posterior de la estación para que se detengan.
- b) Que modifiquen la posición de los "alergones" (timón), para cambiar su dirección.
- c) Que haya una fuerza neta externa desequilibrada que modifique su estado de movimiento.

**COLEGIO DE BACHILLERES**

PLANTEL NO. \_\_\_\_\_

**EVALUACIÓN FORMATIVA  
FÍSICA I**

**HOJA DE REGISTRO**

**INSTRUMENTO: "JUAN EL TENDERO"**  
**TEMA: FUERZA, 1ª Y 3ª Leyes de Newton**

ALUMNO \_\_\_\_\_ GRUPO \_\_\_\_\_

PROFESOR \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_

REACTIVO NO.	OPCIÓN (a)	OPCIÓN (b)	OPCIÓN (c)	DESVIACIÓN
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

**EVIDENCIAS DE LOS APRENDIZAJES**  
(RESPUESTAS DE LOS ALUMNOS POR SESIÓN)

**EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE**  
**EVALUACIÓN FORMATIVA GLOBAL**  
**(JUAN EL TENDERO”)**

**COLEGIO DE BACHILLERES  
PLANTEL 20 "DEL VALLE"**

**EVALUACION FORMATIVA FISICA I**

**HOJA DE REGISTRO**

70  
*Handwritten signature*

ALUMNO Moreno Nidal Ma Teresa GRUPO 432

PREGUNTA NO.	OPCION a	OPCION b	OPCION c	DESVIACION	DESVIACION
1	a	(b) ✓	c	0	0
2	a	b	(c) ✓	0	0
3	(a) ✓	b	c	0	0
4	a	(b) ✓	c	0	0
5	a	(b) ✓	c	0	0
6	a	b	(c) ✓	0	0
7	(a) ✓	b	c	0	0
8	a	(b) ✓	c	0	0
9	a	b	(c) ✓	0	0
10	a	(b) ✓	c	0	0
11	a	b	(c) ✓	0	0
12	(a) ✓	b	c	0	0
13	(a) ✓	b	c	0	0
14	a	(b) ✓	c	0	0
15	a	b	(c) ✓	0	0
16	(a) ✓	b	c	0	0
17	a	(b) ✓	c	0	0
18	a	b	(c) ✓	0	0
19	a	(b) ✓	c	0	0
20	a	b	(c) ✓		

**DESVIACION TOTAL**      0      0

Respuesta No 1.  
Opción b

debido a que la caja está en reposo y sus fuerzas están equilibradas, entonces necesita una fuerza externa no equilibrada que modifique el estado en que se encuentra la caja.

No 2.  
Opción c.

Va que la 3<sup>o</sup> Ley de Newton nos indica que si un cuerpo A ejerce fuerza sobre un cuerpo B el cuerpo B ejerce una fuerza al cuerpo A de igual magnitud pero de sentido contrario.

No 3  
Opción a

debido a que el hombre tiene una mayor masa y el niño una masa mucho menor maso y por eso recorre una distancia mayor debido al cambio de velocidad.

No 4  
Opción b

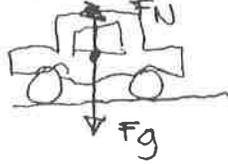
En esta se puede entender la 3<sup>o</sup> ley de Newton.

No 5  
Opción b.

Va que para que pueda existir una interacción es necesariamente que existan dos cuerpos  $h/B$   $B/h$

No. 6. opción (C)

Ya que el piso interactúa con el remolque y el remolque sobre el piso se identifican las paresas



B/P P/B

No. 7

opción (a)

Las fuerzas están equilibradas las cuales son la Fuerza Normal y la Fuerza de gravedad.

No. 8.-

opción (b)

Ya que la 1ª ley de Newton nos indica que un cuerpo permanezca en reposo o en Movimiento Rectilíneo Uniforme a menos que haya una fuerza externa no equilibrada que modifique su estado no podríamos decir que se refiere a la 3ª ley ya que estas fuerzas actúan sobre un mismo cuerpo.

No. 9.

opción (c)

Ya que representa la Fuerza Normal y de gravedad pero también la fuerza que ejerce el hombre sobre el remolque y la fuerza de fricción cinética.

Num. 10.

opción b

hay una interacción entre los patines  $F_{P/piso}$   $F_{=P_{patines}}$  que le permite poder desplazarse.

Num. 11.

opción c

Va que aunque la fricción es mínima pero existe rugosidad en la nieve entonces en algún momento debido a la fricción cinética llegara a quedar en reposo.

Num 12.

Opción a

Va que existe la fuerza normal y  $F_g$ .

$F = P/t$   $F = t/p$   $F = P/p/h$   $F = h/pp$ . y están interactuando entre si también podemos decir que es aplicable la 3° ley de Newton.

Num 13.

Opción a

Va que en el primer caso la rugosidad que existe entre el trineo y la nieve es mucho menor que en cualquiera de los otros dos casos

Num. 14

opción b

yo pienso que la respuesta correcta es la letra b por que si puede haber un interacción y a esta se le llama interacción a distancia además la estación espacial Mir se encuentra en caída libre.

Num. 15

Opción C

Yo pienso que la respuesta correcta es la letra c ya que al no haber fuerzas el cuerpo se esta moviendo con Movimiento Rectilíneo Uniforme y velocidad constante a menos que una fuerza externa no equilibrada modifique su estado.

Num. 16

Opción a

Va que al estar en el vacío todos los cuerpos (~~se mueven~~) están en caída libre en M.A.U hasta que alguna fuerza externa lógicamente no equilibrada modifique ese estado

Num 17.

Opción b

debido a que también existen interacciones a distancia como la que en el caso de la estación Mir y la tierra sería gravitacional ya que no es necesario en estos casos un medio material.

Num 18.-

opción C

Va que las fuerzas que se le aplican a la estación Mir pero están equilibradas la estación se seguirá en Movimiento rectilíneo y uniforme en este caso **no** podemos decir que se aplica 3º ley ya que actúan sobre un mismo cuerpo

Num. 19.

opción b

Va que la masa o la inercia de la tierra es mucho mayor que la de la estación Mir no se distinguiría pero el cambio de velocidad sería mucho mayor el de la estación Mir

Num. 20. Opción C

Porque es necesaria una fuerza externa no equilibrada que modifique el estado en que se encuentra la estación Mir

4

**COLEGIO DE BACHILLERES  
PLANTEL 20 "DEL VALLE"**

**EVALUACION FORMATIVA FISICA I**

**HOJA DE REGISTRO**

ALUMNO Pola Vazquez Oscar Arturo GRUPO 131

PREGUNTA NO.	OPCION a	OPCION b	OPCION c	DESVIACION	DESVIACION
1	a	(b) /	c	0	0
2	a	b	(c) /	0	0
3	(a) /	b	c	0	0
4	a	(b) /	c	0	0
5	a	(b) /	c	0	0
6	a	b	(c) /	0	0
7	(a) /	b	c	0	0
8	a	(b) /	c	0	0
9	a	b	(c) /	0	0
10	a	(b) /	c	0	0
11	a	b	(c) /	0	0
12	(a) /	b	c	0	0
13	(a) /	b	c	0	0
14	a	(b) /	c	0	0
15	a	b	(c) /	0	0
16	(a) /	b	c	0	0
17	a	(b) /	c	0	0
18	a	b	(c) /	0	0
19	a	(b) /	c	0	0
20	a	b	(c) /	0	0

**DESVIACION TOTAL**

0      0/0

- 1.- b: porque las otras expresiones estan mal expresadas porque en a no se puede dar fuerza a un objeto y en c empujon es igual a fuerza osea a y c son ideas previas.
- 2.- c: porque los carros no se llevan la fuerza pegada y se cumple la 3ra ley de Newton.
- 3.- a: porque el hombre corpulento tiene mayor masa inercial.
- 4.- b: porque las otras opciones son ideas previas sobre las interacciones ya que en una interaccion las fuerzas no ocurren una despues de otra sino al mismo tiempo.
- 5.- b: porque en toda interaccion debe haber una pareja de fuerzas:  $N/B, B/A$
- 6.- c: porque siempre hay fuerza normal y la fuerza de la tierra sobre el remolque.
- 7.- a: porque en este se representa con vectores la interaccion del P. so sobre el remolque y del remolque sobre el piso  $N_A, P_A$
- 8.- b: porque para que un cuerpo este en reposo ~~en~~ las fuerzas deben estar ~~en~~ en equilibrio

- 9.-c: porque en esta se grafican las 2 interacciones la ya existente  $\frac{P}{N}$  y la de fuerza aplicada y fricción cinética  $\frac{F}{f}$ ,  $\frac{f}{F}$ .
- 10.-b: en esta afirmación se expresa claramente la interacción entre ambos cuerpos
- 11.-c: porque el trineo no lleva la fuerza pegada como dice en a y en la c se habla sobre la fricción y la interacción trineo - Pista y Pista-trineo
- 12.-a: porque esas son las parejas de fuerzas presentes en el movimiento
- 13.-a: ya que al cambiar de posición el competidor ejerce menos fricción con el aire y equilibra su peso
- 14.-b: ya que la tierra interactúa con la estación y la estación con la tierra.
- 15.-c: Las demás opciones son ideas previas y no hablan sobre la falta de fricción.
- 16.-a: la pluma sigue esta trayectoria debido a la falta de fricción.
- 17.-b: porque en esta se habla de los 2 tipos de interacciones.
- 18.-c: Porque las fuerzas se equilibrarían y ~~se~~ se anularían una contra sin afectar el mov. de la nave.
- 19.-b: Debido a la masa de la tierra inmensamente mayor a la de la estación.
- 20.-c: debido a que no hay fricción en el espacio

COLEGIO DE BACHILLERES  
 PLANTEL 20 "DEL VALLE"

9.5

EVALUACION FORMATIVA FISICA I

HOJA DE REGISTRO

ALUMNO Vargas Gallardo Lucero GRUPO 132

PREGUNTA NO.	OPCION a	OPCION b	OPCION c	DESVIACION	DESVIACION
1	a	(b) ✓	c	0	0
2	a	b	(c) ✓	0	0
3	(a) ✓	b	c	0	0
4	a	(b) ✓	c	0	0
5	a	(b) ✓	c	0	0
6	a	b	(c) ✓	0	0
7	(a) ✓	b	c	0	0
8	a	(b) ✓	c	0	0
9	a	(b)	c	-1	-1
10	a	(b) ✓	c	0	0
11	a	b	(c) ✓	0	0
12	(a) ✓	b	c	0	0
13	(a) ✓	b	c	0	0
14	a	(b) ✓	c	0	0
15	a	b	(c) ✓	0	0
16	(a) ✓	b	c	0	0
17	a	(b) ✓	c	0	0
18	a	b	(c) ✓	0	0
19	a	(b) ✓	c	0	0
20	a	b	(c) ✓	0	0

DESVIACION TOTAL

-1

5%

RESPUESTA.

¿POR QUÉ? JUSTIFICA TU RESPUESTA

- 1) Es necesario que le apliques una fuerza ya que de lo contrario no se puede mover por la fricción estática.
- 2) Ya que los dos carros tienen la misma masa al hacer interacción las fuerzas son de igual magnitud. Lo dice la 3ra Ley de Newton.
- 3) Es correcto ya que en la interacción no existe una fuerza mayor que la otra sino las dos son de igual magnitud y el que tenga menor masa es el que tiene un cambio mayor de velocidad. Lo dice la 3ra Ley de Newton.
- 4) Ya que las fuerzas son simultáneas y no pueden ocurrir una primero y otra después.
- 5) De lo contrario si no hay una pareja de fuerzas entonces no hay interacción. Pasa al tener la palabra interacción debemos identificar las fuerzas que interactúan.
- 6) En todo cuerpo que está en reposo siempre están las fuerzas verticales  $F_g$  y la  $N$  y hay una interacción y un par de fuerzas  $F^{F_g/N}$   $F^{N/F_g}$ .
- 7) Todo cuerpo en reposo tiene las fuerzas verticales.

- 8) Ya que si estuviera desequilibrada la fuerza normal (el peso) los productos se irían hacia abajo aplastarían el remolque y de lo contrario los productos se irían hacia arriba.
- 9) Ya que existe la fuerza que aplica el nombre y la fuerza de fricción cinética, las fuerzas verticales no es necesario dibujarlas ya que siempre estarán en equilibrio.
- 10) No es necesario llevar una fuerza constante ya que por la poca fricción será necesario solo una poca de fuerza de vez en cuando para poder desplazarse.
- 11) Se detuvo ya que fue mayor la fricción estática que la fuerza que llevaba el trineo y por eso se detuvo.
- 12) Ya que el perro es el que se va apollando y el tambor jala al trineo, y por lo tanto las fuerzas verticales siempre estarán presentes.
- 13) Es correcta ya que la nieve en el caso 1 es menos rugosa que en los demás casos y por lo tanto casi no hay fricción y baja más rápido.

- 14) No se puede observar que la réplica caiga ya que tanto el tripulante como la réplica están en caída libre siempre caerán igual, no caerá uno primero ~~que~~ y luego otro.
- 15) No es necesario aplicar una fuerza constante ya que con un pequeño empujón el cuerpo estará en M.R.U. hasta que llegue una fuerza externa no equilibrada que modifique su estado.
- 16) Ya que en el espacio no hay fuerzas desequilibradas (estará en) que interactúen con la pluma seguirá en M.R.U.
- 17) Pueden existir interacciones a distancia y una de estas puede ser como la que se menciona que sería gravitacional.
- 18) Ya que las dos fuerzas externas son equilibradas y por lo tanto la  $\sum F = 0$  y seguirá en M.R.U.
- 19) Si se podrá apreciar como se atraen los cuerpos solo que la velocidad será mayor en la estación espacial ya que tiene más masa que la tierra pero ambas se atraen. Interactúan.

20) Ya que para cambiar el estado de un cuerpo solo puede ser por una fuerza externa no equilibrada que modifique su estado. Lo dice la 1ra Ley de Newton o Ley de la Inercia.

# **EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE DE LOS ALUMNOS**

## **SESIÓN 1**

BREVE BOSQUEJO HISTORICO DE LOS CONCEPTOS DE FUERZA Y MOVIMIENTO .

GUIA DE LECTURA

- 1.- Describe dos formas en las cuales de acuerdo al punto de vista aristotélico los cuerpos celestes y los terrestres se diferencian unos de otros .

Los terrestres se componen de 4 elementos y los celestes sólo de una 5 a. esencia, los celestes se mueven todo el tiempo en su estado natural y los terrestres sólo cuando regresan a su lugar natural .

- 2.- ¿ Cuáles de las siguientes afirmaciones podrían ser aceptadas en los siglos XV y XVI por personas que creyeran en el sistema aristotélico de pensamiento ? Justifica tu respuesta en cada caso :

a) Las ideas sobre el movimiento deberían adecuarse con la Poesía, la Política, la Teología y con otros aspectos del pensamiento y la actividad humana .

- \* b) Los objetos pesados caen más rápido que los ligeros.

Ya que Aristóteles decía que el peso es el factor que gobierna la velocidad de caída .

c) Los objetos pesados y ligeros caen al mismo tiempo .

- \* d) Excepto para el movimiento hacia su lugar natural , los objetos no se pueden mover a menos que actúen violentamente por la acción de un motor ( fuerza ) .

Ya que la velocidad del movimiento se incrementa tal como la fuerza y cuando la fuerza desaparece el movimiento se detiene .

e) Matemáticas y mediciones precisas son especialmente importantes en el desarrollo de una teoría útil del movimiento .

- 3.- Si una uña y un palillo de dientes se dejan caer al mismo tiempo desde la misma altura, no llegan al piso exactamente en el mismo instante .

¿ Cómo explicaría la teoría aristotélica, la medieval y la galileana este hecho ?

- El que pesara más (aristotélica) .
  - La que tuviera más ímpetus (medieval) .
  - Los dos al mismo tiempo (galileana) .
- 4.- Una flecha es lanzada con cierto ángulo por los aires .  
¿ Cómo explicaría la teoría aristotélica . la medieval-  
y la galileana este hecho ?
- La flecha rompe el aire y se va para atrás empujando la como un motor .
  - Subiría hasta donde dure el ímpetus gana Fg. regresa ndo a su estado natural .
  - El aire lo empuja, subiría infinitamente .
- 5.- Un balón es empujado sobre una mesa común horizontal .  
¿ Cómo explicaría este movimiento la teoría aristotélica  
a medieval y galileana este hecho considerado que :
- Aristóteles : Cuando se le acabe el movimiento violento y vuelva a su estado natural .
- a) existe fricción ?
- Medieval : Cuando se le acabe el Impetus .
- Galileo : Cuando la fuerza se le acabe y regrese a al lugar natural .
- b) que no existe fricción ?
- Aristóteles : Siempre regresa a su estado natural .
- Medieval : Cuando se encuentre la Fg. y sea mayor- que el Impetus .
- Galileo : Se moverá indefinidamente con la misma velocidad .
- Anota en tu cuaderno de Bitácora las preguntas y respuestas- a cada cuestión .
- 6.- Con base en la lectura elaborada un mapa conceptual de- las principales ideas sobre el movimiento según Aristó- teles .

# IDEAS ANTIGÜAS SOBRE LA NATURALEZA

## ARISTOTELES

Toda la materia terrestre contiene una mezcla de 4 elementos

Tierra, agua, -  
aire y fuego.

Los cuerpos celestes consisten únicamente en una 5ª esencia "ETER".

La caída de un objeto pesado hacia el centro de la tierra es un "MOVIMIENTO NATURAL".

El peso es el factor que gobierna la velocidad de caída.

Pueden afectar al movimiento otros factores como: El Color o la Temperatura del objeto en caída.

"Movimiento Violento" es algún movimiento de otro objeto que se dirige libremente hacia su lugar natural.

La resistencia del aire está siempre presente en la naturaleza.

Dos objetos no pueden caer al mismo tiempo.

## EDAD MEDIA

Desarrollo de la teoría del Impetus.

Es una fuerza - impresa que se les da a los cuerpos.

Se iba acabando cuando actuaban otras fuerzas por resistencia.

## GALILEO

Las "Dos Nuevas Ciencias"

La Mecánica y el Movimiento Local

Se refleja en tres personajes:

Simplicio: El punto de vista de Aristóteles.

Sagrado: El mismo Galileo.

Sagrado: Hombre inteligente.

Después de esto en centro la importancia del aire en la caída de los cuerpos.

Los cuerpos caen al mismo tiempo sin importar peso o tamaño sin aire.

Menciono la descripción del movimiento en plano horizontal.

"Principio de la Inercia"

En planos inclinados encontrando en estos 2 casos el "Movimiento acelerado"

CUESTIONARIO PARA EXPLORAR IDEAS PREVIAS  
SOBRE EL CONCEPTO DE FUERZA .

Existen interacciones entre cuerpos cuando están en contacto y a distancia .

A la interacción se le llama fuerza . Interacciones magnéticas son a distancia , también las interacciones gravitacionales .

1.- ¿ Qué es para tí una Fuerza ?

La medida de la interacción de dos cuerpos .

2.- ¿ Cómo representarías gráficamente una fuerza ?

Con un segmento de recta dirigida .

3.- ¿ La persona que sostiene un objeto en sus manos . ¿ ejerce alguna fuerza ?

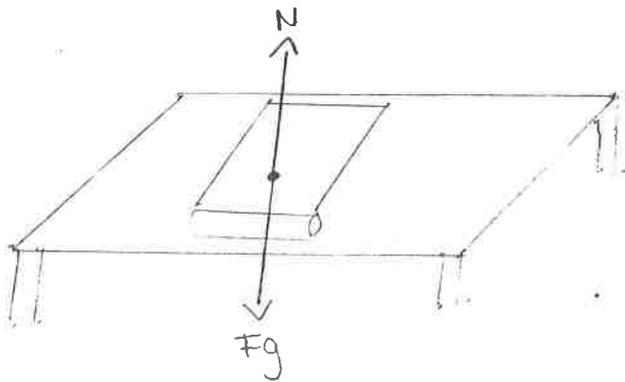
Si , la persona ejerce una fuerza hacia arriba .

4.- La figura muestra un libro que se encuentra sobre una mesa .

- ¿ Existe (n) alguna (s) fuerza (s) que actúe (n) sobre el libro ?

- ¿ En caso de que la (s) haya, indicalas en el dibujo

- Explica por qué elegiste cada una de esa (s) fuerzas .

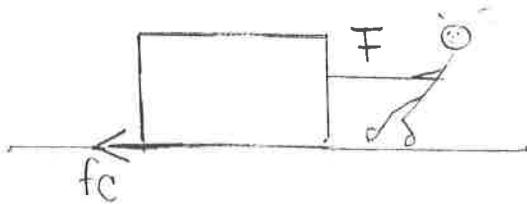


Si la fuerza de gravedad -  
 ( $F_g$ ) y la fuerza normal --  
 ( $N$ ) .

5.- ¿ Qué fuerza (s) actúa (n) sobre el bloque de madera ---  
 mostrado en la figura ?  
 Justifica tu respuesta .

$$v \neq 0$$

( M . R . U . )



6.- Un jugador de Golf le da un pequeño golpe a la pelota --  
 la cual se mueve en línea recta sobre el césped y antes-  
 de llegar al hoyo se detiene .

a) ¿ por qué la pelota de golf no llegó a su destino ?

Debido a la fuerza de fricción cinética que existe en  
 tre el césped y la pelota .

b) ¿ qué fué lo que detuvo a la pelota ?

Se detubo debido a la fricción cinética .

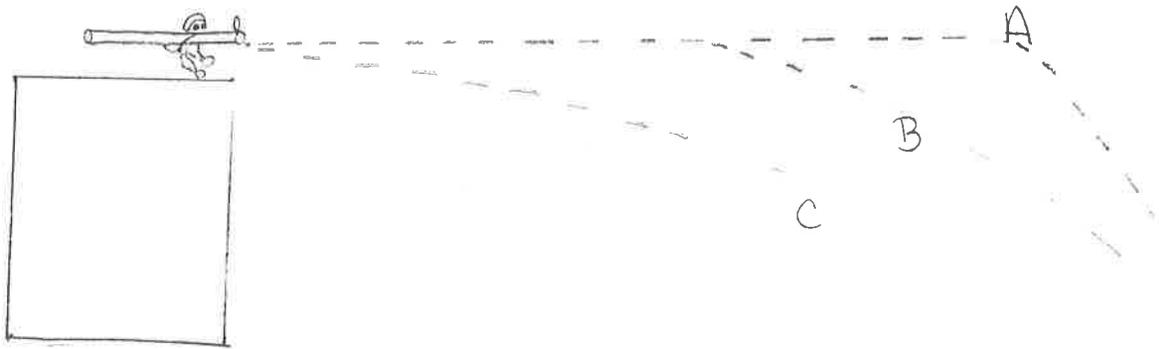
c) ¿ si la superficie sobre la cual se juega el golf no-  
 fuera césped sino granito . ¿ ocurriría lo mismo ?

Justifica tu respuesta .

La pelota pudo haber llegado a su destino ya que existiría -  
 menos fricción o se detubo más cerca de su destino .

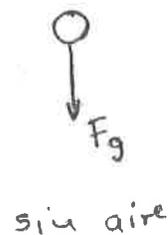
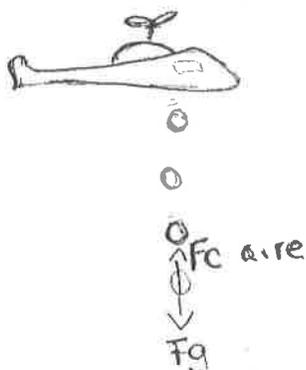
7.- En lo alto de un edificio, se encuentra un soldado con-  
 una "Bazooka" el cual efectúa un disparo horizontal com-  
 o se muestra en la figura .

a) Cuál de las trayectorias mostradas en la figura con-  
 sideras que seguirá el proyectil al salir de la Ba-  
 zooka ? Explica el motivo el motivo de tu elección  
 La letra " C " ya que desde que sale el proyectil-  
 la  $F_g$  empieza a actuar sobre él .



8.- Desde un avión se deja caer un balón de acero . ¿ Qué-  
 fuerza (s) crees que actúa (n) sobre el balón durante s  
 su caída ? Justifica tu respuesta .

Si existe el aire es la fuerza de gravedad ( $F_g$ ) y la --  
 fricción cinética del aire ( $f_c$ ) y si no existe el ai-  
 re sólo la  $F_g$  .



# **EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE DE LOS ALUMNOS**

## **SESIÓN 2- A**

## LA FUERZA COMO MEDIDA DE LA INTERACCION DE DOS CUERPOS

- Un hombre que sostiene un cuerpo en sus manos . ¿ Ejerce alguna fuerza ?

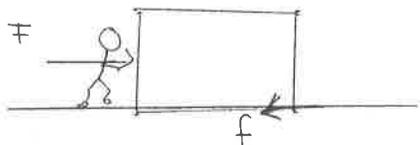
Si , la fuerza muscular .

- Si sobre una mesa se encuentra una pesada caja . ¿ Habrá alguna(s) fuerza(s) que actúa(n) sobre la caja ?

¿ Cómo lo justificas ?

Si , la fuerza normal (N) y la fuerza de gravedad (Fg)

(M.R.U)  $v \neq 0$



como si el cuerpo fuera  
un punto

Ahora en el caso de la figura 1 a ¿ qué ocurre si el hombre dejara de aplicar la fuerza sobre el bloque ? Justifica tu respuesta :

Sólo quedaría la fuerza de fricción (f) y el bloque quedaría en reposo .

¿ A qué se debe esta situación ? Explica tu respuesta .

Quedaría en reposo , ya que las dos fuerzas ya no están equilibradas y entonces sería mayor la fuerza de fricción estática (f<sub>e</sub>) .

¿ Cómo explicaría esta situación la teoría aristotélica ?

Que el bloque después de recibir un movimiento violento regresó a su estado natural que es el reposo .

¿ Cómo explicaría esta situación la teoría medieval del Impetus ? Que el hombre aplicó un ímpetus y al dejar de aplicarlo se le fuera acabando .

Entonces en realidad , en el caso de la figura 1 a interviene en dos fuerzas y no sólo la del hombre . ¿Cuál es la otra ? La fuerza de fricción .



Antes de llegar a hacer contacto con el carrito ¿ ejerce fuerzas ? Justifica tus respuestas .

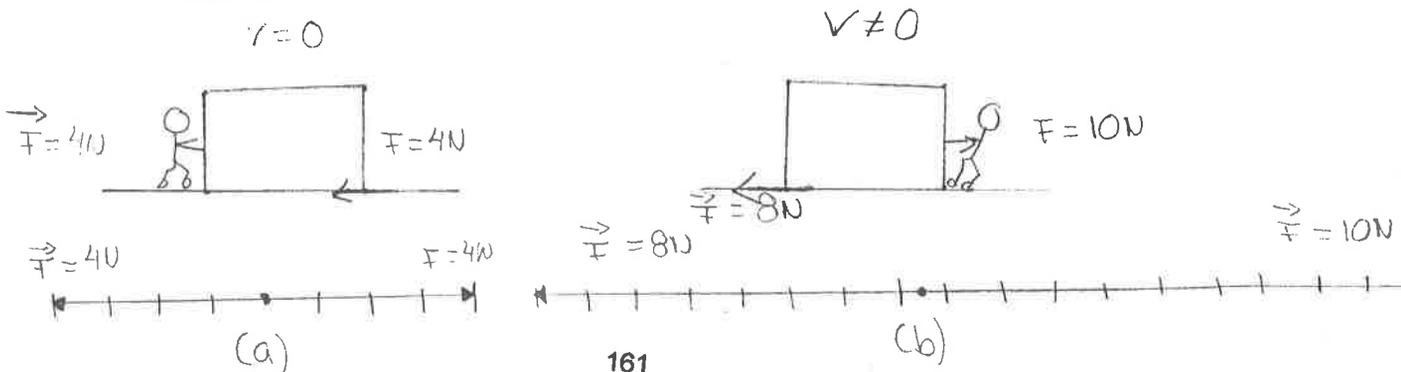
Ninguna fuerza , sólo hasta que halla una interacción entre el hombre y el objeto .

¿ En qué momento podemos decir que existe una fuerza ?

Cuando exista interacción en dos cuerpos .

Muy bien , entonces ahora puedes explicar porqué decimos que existe una fuerza cuando :

- a) Un hombre empuja un bloque : Existen dos cuerpos interactuando . El hombre sobre el bloque y el bloque sobre el hombre .
- b) Un hombre jala un bloque : Existen dos cuerpos interactuando . El hombre sobre el bloque y el bloque sobre el hombre .
- c) Un hombre sostiene una caja : Existen dos cuerpos interactuando . El hombre sobre la caja y la caja sobre el hombre .



En el caso de la figura 4 a el cuerpo permanece en reposo -  
¿ A qué atribuyes esta situación ? Explica :

A que las dos fuerzas existentes están equilibradas y la velocidad es igual a cero .

En el caso de la figura 4 b el cuerpo se mueve . ¿ Hacia -  
dónde ? ¿ A qué atribuyes esta situación ? Explica :

A que la fuerza que ejerce el hombre es mayor a la fuerza de magnitud vectorial .

## Anexo 3

En este anexo conocimos las fuerzas en parejas.

Cuando un cuerpo está en reposo existen la fuerza normal ( $N$ ) y la de gravedad que es el peso del objeto y seguirá en reposo ya que las fuerzas están equilibradas y  $\sum \vec{F} = 0$ .

Para que un cuerpo esté en M.R.U. las fuerzas deben estar en equilibrio en este caso sería la  $F$  aplicada y la fuerza de fricción cinética  $F_c$  y el objeto seguirá en M.R.U.

Y cuando se le deja de aplicar la fuerza al objeto quedará en reposo ya que la  $F_c$  va disminuyendo y será mayor la fricción estática  $\bar{F}_e$ .

# **EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE DE LOS ALUMNOS**

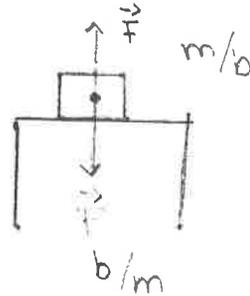
## **SESIÓN 2-B**

EL CONCEPTO DE FUERZA NETA PARA EL CASO DE FUERZAS COLINEALES

Si  $\vec{F} \text{ m/b} = \vec{F} \text{ b/m}$

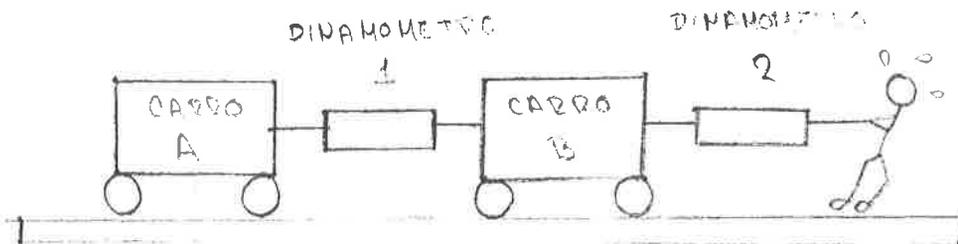
entonces

$\vec{F} \text{ m/b} - \vec{F} \text{ b/m} = 0$



¿ Qué ocurriría si estas fuerzas verticales no estuvieran -- equilibradas ? Por ejemplo si la fuerza que ejerce el objeto fuera mayor que la fuerza que ejerce la mesa sobre el objeto . Explica :

Voltearía el bloque a la mesa o la aplastaría, ya que el bloque por su peso se iría hacia abajo .



¿ Cuántos cuerpos interactúan en la situación mostrada en la figura y cuáles son ?

6 cuerpos interactúan , el carro A , el dinamómetro 1 , -- el carro B , el dinamómetro 2 , el hombre y el piso .

¿ Porqué permanece el sistema en reposo a pesar de que el -- hombre está aplicando una fuerza ? Explica .

A que la fuerza de fricción estática es igual a la ejercida.

¿Cuál es el valor de la fricción total del sistema para que se justifique que el sistema esté en reposo ?

De 10 N .



La fricción total es de  $10\text{ N}$  .

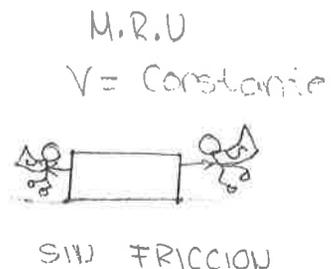
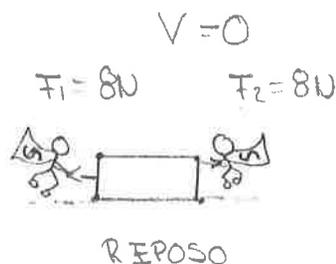
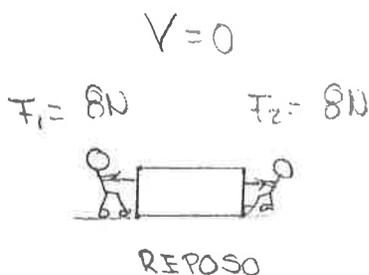
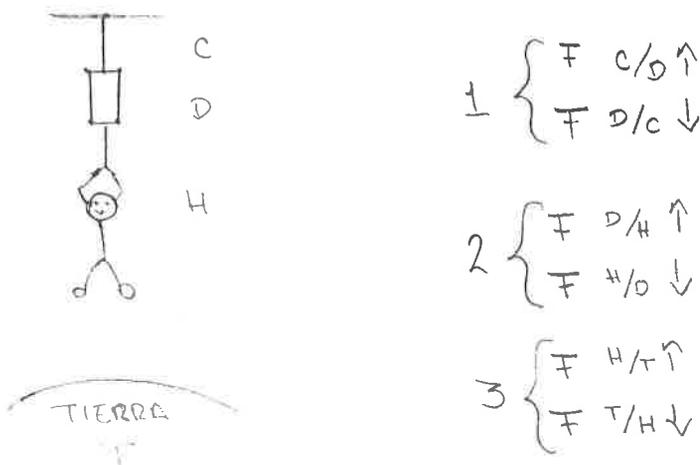
¿ Qué tipo de fuerzas actúan sobre el sistema ?

Fuerzas Colineales .

¿Cuál es el valor de la fuerza neta que actúa sobre el sistema ? La  $F_N = 0$

¿ Qué fuerzas actúan en el sistema mostrado en la figura ?

¿ Cuáles son ? Representa gráficamente las parejas de fuerzas que actúan en todo el sistema .



¿ Cómo podrías explicar la situación mostrada en la figura anterior para cada caso ?

- Está en reposo ya que la fuerza 1 y la fuerza 2 están en equilibrio .
- Las dos fuerzas están equilibradas y por lo tanto su velocidad es igual a cero .

c) Está en movimiento libre o M.R.U. ya que no existe fricción. ¿Qué tipo de fuerzas están actuando sobre el bloque? Fuerzas colineales.

¿Cuál es el valor de la fuerza neta para cada caso?

a)  $FN = 0$

b)  $FN = 0$

c)  $FN = 0$

De acuerdo a las explicaciones anteriores podemos establecer que si un cuerpo se encuentra en movimiento rectilíneo uniforme y sobre él actúan fuerzas equilibradas, entonces la fuerza neta sería 0 y el cuerpo sigue en movimiento rectilíneo uniforme.

Entonces ¿Qué ocurre cuando la fuerza neta que actúa sobre un sistema vale 0? El cuerpo está en M.R.U. o Movimiento Libre.

Si un automóvil se mueve en línea recta y con velocidad constante. ¿Cuál es el valor de la fuerza neta que actúa sobre él? Justifica tu respuesta.

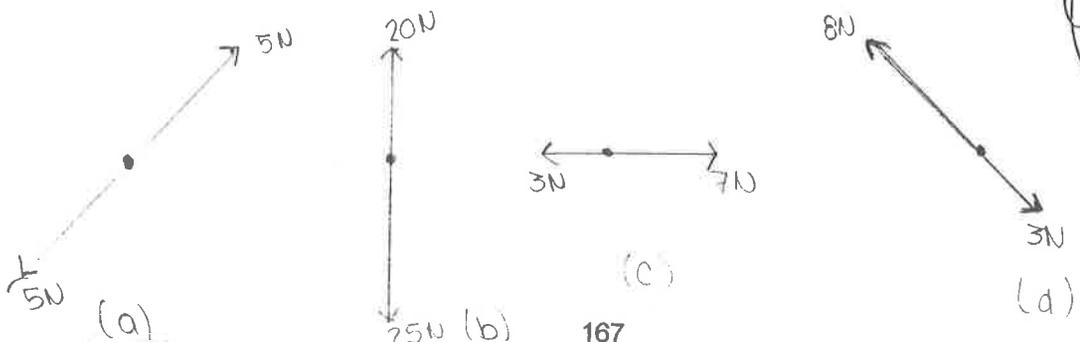
$FN = 0$  ya que se mueve en M.R.U. con fuerzas equilibradas.

Si un automóvil se encuentra en reposo. ¿Cuál es el valor de la fuerza neta que actúa sobre él?

Justifica tu respuesta.  $FN = 0$  porque las fuerzas sobre él son equilibradas.

¿Cuál de las figuras está en equilibrio?

La "a"



## Anexo 4

Conocimos las fuerzas colineales que son las que actúan sobre una misma línea, también en las fuerzas que actúan sobre diversos objetos.

Ejemplos. En una mesa ponemos un libro, actúan solo las fuerzas verticales  $F_N$  y  $F_g$ . estas están en equilibrio y su  $F_N = 0$  de lo contrario si el libro pesara más aplastaría la mesa y viceversa la mesa abientaría el libro hacia arriba.

En un tren interactúan los bogones en parejas y estas fuerzas estarían en equilibrio con la  $F_c$  y la  $F_N = 0$

En los dos ejemplos las fuerzas son colineales y conocimos que si están en equilibrio la  $F_N = 0$ . a menos que una de las dos fuerzas sea mayor.

# **EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE DE LOS ALUMNOS**

## **SESIÓN 3**

## Actividad A

Recuerda que si un cuerpo esta en reposo y sobre él actúan fuerzas de igual magnitud y de sentido contrario, las fuerzas están equilibradas y el cuerpo permanece en reposo y que si un cuerpo se mueve con velocidad constante, es decir con movimiento rectilíneo uniforme y sobre él actúan fuerzas de igual magnitud pero de sentido contrario, el cuerpo se seguirá moviendo con movimiento rectilíneo uniforme. Con base en estos conocimientos previos que ya posees puedes imaginar que si sobre un bloque de madera como el que usarás en esta actividad actúa una fuerza en la dirección del movimiento existe otra fuerza en sentido contrario al movimiento que es la fuerza de fricción cinética y que al moverse el bloque uniformemente significa que esta fuerza de fricción cinética tiene el mismo valor que la fuerza aplicada pero de sentido contrario lo que permite que el bloque se mueva con velocidad constante.

entonces analicemos la siguiente situación.

**Problema: La fricción**

¿ De qué factores depende que la fuerza aplicada al bloque sea mayor o menor para que el bloque se mueva con velocidad constante? (Planteamiento del problema, la rugosidad, el peso del bloque y el área del contacto.

¿ qué variables influyen en esta situación ?

→ la fuerza aplicada, el peso, el área, la rugosidad.

variable dependiente: La fuerza aplicada ( $\vec{F}$ )

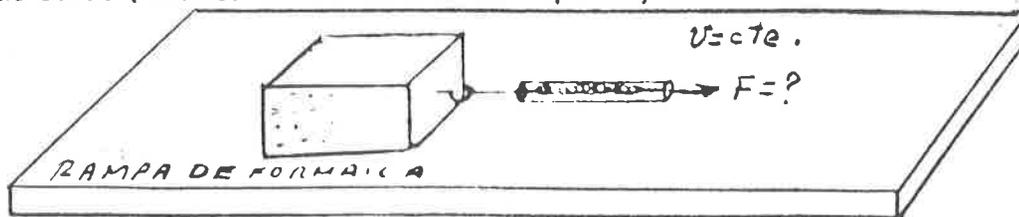
variables independientes: . la rugosidad de la superficie del bloque que se encuentra en contacto con la cubierta de formaica.

- . el peso del bloque
- . el área de contacto

¿ cuáles serían las posibles hipótesis?

- a) Si aumentamos la rugosidad lo más probable es que la fuerza sea mayor.
- b) Si aumentamos el peso lo más probable es que la fuerza es mayor.
- c) Si aumentamos el área cada vez más lo más probable es que la fuerza sea cada vez mayor.

Ahora pongamos a prueba las hipótesis por medio de la experimentación coloca sobre la superficie de formaica el bloque y registra en una tabla la fuerza que fue necesario aplicar para mover el bloque con velocidad constante e por cada una de las caras ( manteniendo constante el peso y el área de la cara utilizada)



SUPERFICIES EN CONTACTO	FUERZA APLICADA PARA MOVER EL BLOQUE CON VELOCIDAD CONSTANTE ( NEWTONS)
ESPONJA - FORMAICA	8 N.
FRANELA - FORMAICA	4.5 N.
PERFOCEL - FORMAICA	4 N.
FORMAICA-FORMAICA	3 N.

qué relación observas entre la rugosidad de las superficies y la fuerza aplicada para mover el bloque con velocidad constante?

Mientras menos rugosa sea la superficie la fuerza será menor. Relación directa, menor rugosidad menor fuerza

Resultó verdadera la hipótesis que planteaste al respecto? ¿qué concluyes?

Si, se concluye que a menor rugosidad menor fuerza

Ahora pesa el bloque con ayuda del dinamómetro y mantén constante una de sus caras, digamos por el lado de la esponja-formaica. Aplica una fuerza para mover al bloque con velocidad constante, luego aumenta al doble el peso del bloque ( puedes colocar otro bloque igual encima del primero o un objeto con un peso equivalente) y vuelve a jalar, después aumenta al triple el peso. Registra tus observaciones:

PESO DE LOS BLOQUES ( NEWTONS)	FUERZA NECESARIA PARA MANTENER EL BLOQUE CON VELOCIDAD CONSTANTE (NEWTONS)
1 BLOQUE =	8 N.
2 BLOQUES =	15 N.
3 BLOQUES =	25 N.

¿ qué relación observas entre el peso de los bloques y la magnitud de la fuerza aplicada para mantener al bloque con movimiento uniforme?

Que a menor peso la fuerza será menor

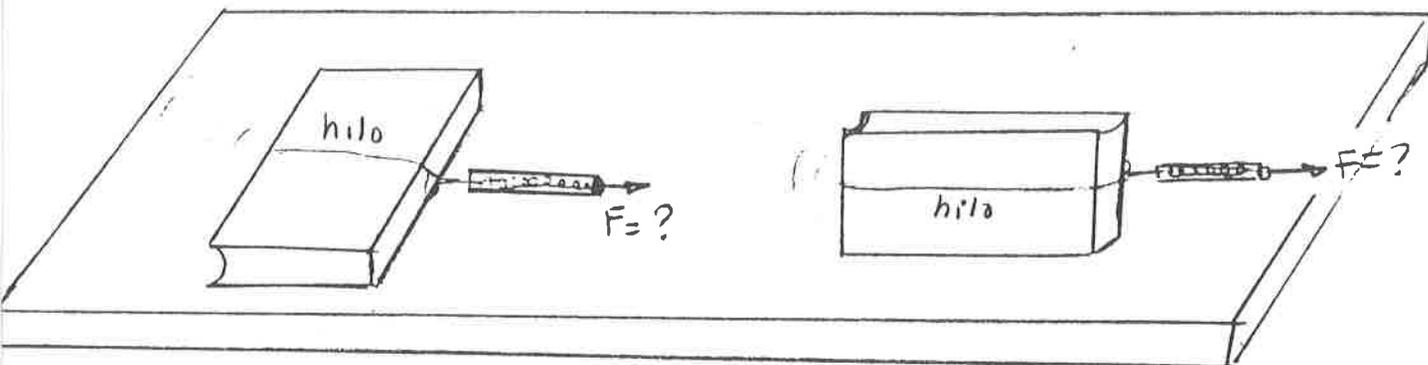
Relación Directa ya que a mayor peso mayor fuerza

¿ Resultó verdadera la hipótesis que planteaste al respecto? ¿qué concluyes?

Si, se concluye que a menor peso menor será la fuerza

Como probablemente no cuentes con bloque de diferentes áreas en sus caras, para poner a prueba la tercera hipótesis y analizar si el área de contacto es relevante en la magnitud de la fuerza aplicada para mover a un cuerpo con velocidad constante., utiliza un objeto regular que tenga diferentes superficies por sus caras, por ejemplo un libro.

Coloca el libro por el lado de la cara mas grande encima de la cubierta de formaica y aplica una fuerza suficiente para moverlo con velocidad constante. Después coloca el libro de "canto", es decir, por la cara cuya área sea menor y aplica una fuerza suficiente para mantenerlo con movimiento uniforme. Registra tus observaciones:



AREA UTILIZADA DEL LIBRO	FUERZA NECESARIA PARA MOVER EL LIBRO CON VELOCIDAD CONSTANTE(N)
AREA MAYOR - FORMAICA	5 N.
AREA MENOR - FORMAICA	5 N.

¿ Influye la magnitud del área para mantener el libro con velocidad constante?

No, ya que es el mismo peso, rugosidad y por lo

¿ se verificó tu tercera hipótesis? tanto la misma fuerza.

No, ya que nada tiene que ver la área

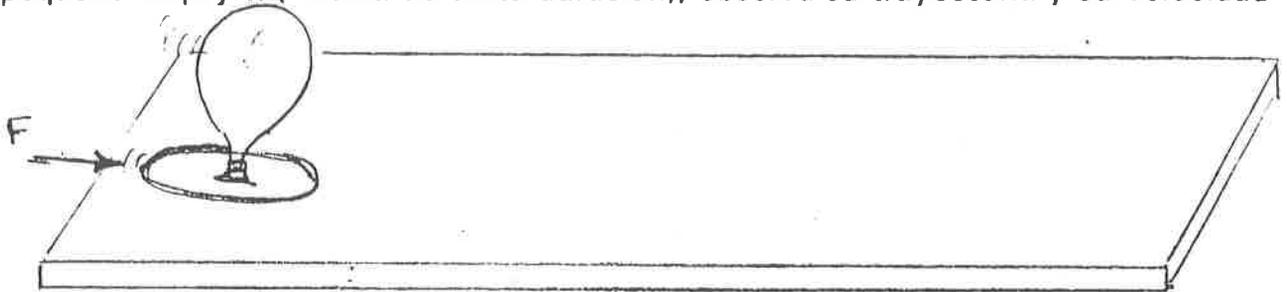
¿ qué conclusiones generales obtienes de esta investigación? Explica

Que definitivamente el área de contacto no influye en la fuerza aplicada.

Como pudiste comprobar, aún cuando las superficies en contacto fueron formaica-formaica no se pudo eliminar la fricción ya que siempre fué necesaria una fuerza (aunque pequeña) para mantener el bloque con velocidad constante. ¿ con que dispositivo podríamos disminuir la fricción cinética hasta hacerla casi despreciable? Te proponemos utilizar un disco de baja fricción como el que se encuentra disponible en el laboratorio y que tú ya conoces pues construiste uno a petición del profesor

### Actividad B

Infla el globo del disco de baja fricción, colócalo sobre la rampa de madera y darle un pequeño empujón ( fuerza de corta duración), observa su trayectoria y su velocidad



Realiza una discusión con tus compañeros de equipo piensa y explica:

- para mover el disco a lo largo de la rampa ¿ fue necesario mantener aplicada la fuerza? ¿ por qué? explica

No, ya que lleva movimiento rectilíneo uniforme y mantiene una velocidad constante ya que casi no existe fricción

- ¿ que trayectoria describe el disco durante su movimiento?

M.R.U. o movimiento libre

- ¿ como podríamos determinar que el disco se mueve con velocidad constante?

Recorriendo distancias iguales en tiempos iguales. Caracterizando el movimiento del disco

- si el disco se mueve con velocidad constante ¿ cuál es el valor de la fuerza neta que actúa sobre el disco durante su movimiento?

$F_N = 0$ . ya que no hay fuerzas horizontales y las verticales

- cuando se le acaba el aire al globo ¿ que sucede con el disco? ¿ que es lo que lo detiene? Explica

Se detiene por la fricción estática.

$F_N$  y  $F_c$   
son equi  
librados

- ⇒ Dividir 1m. de 20 en 20 cm. e ir tomando el tiempo dándonos cuenta que los tiempos eran iguales por lo que es una proporción directa. y nos damos cuenta que recorre distancias iguales en tiempos iguales

## Anero 5.

La fricción estática es cuando aplicamos fuerza a un objeto y este no se mueve, ya que las dos fuerzas están equilibradas.

La fricción cinética es cuando aplicamos fuerza a un objeto y este se mueve y las dos fuerzas están en equilibrio.

Entendiendo que no existiría ninguna de estas dos en el movimiento libre sin fuerzas, y no requiere de una fuerza permanente para seguir moviéndose, hasta que una fuerza (no) externa desequilibrada modifique su estado, en este caso podría ser la  $F_e$ .

# **EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE DE LOS ALUMNOS**

## **SESIÓN 4**

## ESTABLECIENDO IDEAS FINALES

Discute en equipo con tus compañeros las siguientes cuestiones y has una exposición de tus respuestas de acuerdo a las indicaciones del profesor.

Recuerda que debes anotar en tu cuaderno de Bitácora las respuestas a todas las cuestiones propuestas en las sesiones de clase o laboratorio.

### RESUELVE LAS SIGUIENTES CUESTIONES:

1.-¿ Qué se necesita para cambiar el estado de movimiento de un cuerpo?

Una fuerza externa no equilibrada

2.-¿ Qué es una fuerza externa no equilibrada?

Una fuerza que no pertenece al sistema y tiene

3.-¿ Qué es una fuerza interna?

una fuerza que permanece al sistema a sí.

4.-¿ Cuáles son las características del movimiento libre?

$F_{\text{R}} = 0$ , recorre distancias iguales en tiempos iguales  
de velocidad constante. Rectilíneo uniforme

5.-¿ Para mantener un cuerpo con velocidad constante es necesaria la aplicación de una

fuerza permanente? ¿ en que casos? explica El D.B.F. ya que no hay fricción al dejar un objeto en donde si hay fricción.

6.-¿ Qué detiene al movimiento?

una fuerza externa no equilibrada y por ende por la fricción

7.-¿ Qué expresa la primera ley de Newton? Un cuerpo permanecerá en estado de reposo o M.R.U. a menos que sobre él actúe una fuerza externa no equilibrada que modifique dicho estado

8.- Si estuvieras conduciendo un automóvil y no existiera fricción entre las llantas y el piso. ¿es posible que en esta situación, hagas avanzar el auto cuando se oprime el acelerador? justifica tu respuesta

No porque se patina por lo mismo que no hay fricción

9.- ¿ Si conduces una bicicleta a gran velocidad en línea recta, que ocurre con tu cuerpo cuando giras violentamente el manubrio para cambiar de dirección? explica

se sigue derecho en M.R.U. por la inercia esto lo dice la 1ra ley de Newton

10.- Un jeep lleva en el techo una maleta sin sujetar y se mueve sobre una carretera recta con una velocidad constante de 100 Km/h. ¿Qué ocurre con la maleta cuando el jeep da una curva violentamente de 90°?

la maleta sale en M.R.U. por la inercia y sale a 100 km/h.

## Anexo 6.

Concluimos que un objeto estara en M. R. U si las fuerzas que actuan sobre el sean internas y esten equilibradas, y solo cambiara su estado si una fuerza externa no equilibrada actua sobre el y modifique su estado.

Asi que los cuerpos estaran en reposo o movimiento libre hasta que actua sobre ellos una fuerza externa no equilibrada y modifique su estado.

# **EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE DE LOS ALUMNOS**

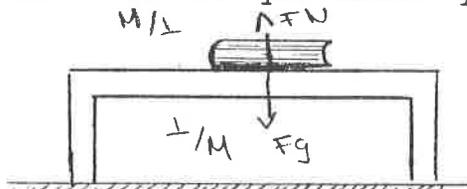
## **SESIÓN 5**

ACTIVIDAD EXPERIMENTAL  
CONCEPTO DE FUERZA

- OBJETIVO:
- Explicar el concepto de fuerza
  - A través de la manipulación de objetos sencillos y trazando diagramas de fuerzas
  - Para facilitar la comprensión de las leyes de Newton

EXPLORANDO TUS IDEAS

- ¿ qué es para tí una fuerza?  
*La medida de la interacción entre dos cuerpos*
- ¿ cómo representas graficamente una fuerza?  
*con segmentos de rectas dirigidos llamadas flechas o vectores.*
- menciona dos elementos esenciales que debes considerar en la representación gráfica de una fuerza  
*Dirección, magnitud y sentido.*
- un libro se encuentra en reposo sobre una mesa como se indica en la figura. Dibuja sobre esta figura las fuerzas que creas que actúan sobre el sistema mesa-libro



- una persona empuja un vagón como se muestra en la figura. Dibuja las fuerzas que actúan sobre el vagón



*La fuerza que ejerce el hombre y la  $F_c$ . ya que esta en movimiento porque la  $v \neq 0$ .*

- dos personas cuya masa de una es el doble de la masa de la otra persona se encuentran sobre patines en una pista de hielo y muy cerca una de la otra de pronto la persona de menor masa empuja a la otra. Durante el empujon:

- ¿ cuántas fuerzas actúan? *Dos,  $F_{d-m/m-s}$  y  $F_{m-s/d-m}$*

- ¿ cual de las personas ejerce mas fuerza sobre la otra? *La misma*

*ya que la fuerza es la medida de la interacción de 2 cuerpos*

- Representa graficamente la o las fuerzas que intervienen

- ¿qué nombre le darías a la acción mutua entre las dos personas?

*Interacción*

EXPERIMENTO NO. 1

Material

- 2 carros de baja fricción con resorte
- dos bases de soporte universal
- 1 regla de madera de 1 m
- hilo cañamo
- 1 cerillo

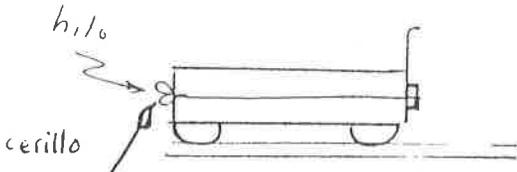
Procedimiento

actividad A.-

- a).- Utiliza uno de los carros de baja fricción el cual tiene un resorte en uno de los extremos.
- b).- comprime el resorte completamente y sujétalo con un hilo de tal forma que se impida la liberación del resorte como se muestra en la figura siguiente:



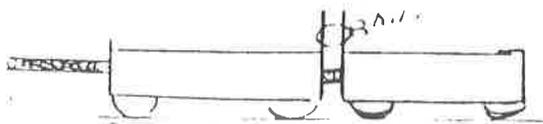
- c).- ahora quema cuidadosamente el hilo que sujeta al resorte a fin de que sea liberado y observa:



- ¿ se pone en movimiento el carro cuando es liberado subitamente el resorte? *No el carro permanece en reposo igual como estaba.*
- ¿ cómo explicas con tus palabras esta situación? *Como el carro no hizo interacción con ningún objeto esto hizo que no se*
- elabora un diagrama que muestra las fuerzas que intervienen en moverse esta situación

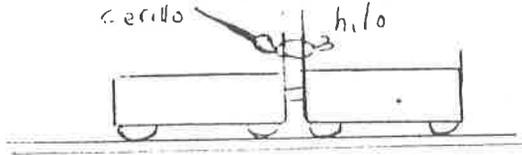
Actividad B

- a).- Ahora une los dos carros de tal forma que el resorte de uno de los carros quede totalmente comprimido contra el extremo sin resorte del otro carro
- b).- atalos con hilo cañamo de tal forma que se impida la liberación del resorte como se muestra en la siguiente figura



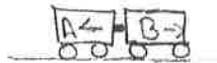
Estos carritos tienen las mismas masas

b). - Quema cuidadosamente el hilo que mantiene unidos a los dos carros a fin de que el resorte se libere y observa



- ¿ qué ocurre con los carros? a) están interactuando
- b) los carros se separan
- ¿ qué fue necesario para variar la velocidad del carro A ?  
Quemar el hilo y liberar el resorte
- ¿ qué ocurrió con el carro B ?  
Salio para el otro lado con la misma velocidad del A
- si un carro se mueve ¿ que ocurrió con el otro ?  
Porque tienen la misma masa  
Tambien se movera para el otro lado con la misma velocidad
- ¿ cuál de los dos carros recorrió mayor distancia desde el reposo ?  
Recorrieron la misma distancia
- ¿ cómo es la velocidad que adquirió el carro A con respecto al carro B ?  
Igual ya que es la misma masa
- ¿ a que atribuyes que los carros se hayan movido de esa manera ?  
A que tienen la misma masa
- Elabora un esquema similar a los mostrados y traza sobre este el las fuerzas que actúan sobre los carros

ANTES DE CONTINUAR



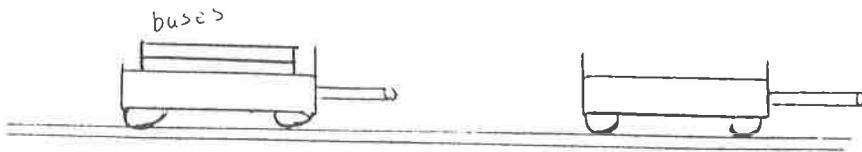
Como pudiste observar los dos carros actúan entre sí, es decir, están actuando uno sobre el otro. A esta acción mutua se le conoce como "INTERACCIÓN" y al estar inicialmente pegados uno con el otro experimentaron una "INTERACCIÓN DE CONTACTO" y es justamente la magnitud de esa interacción lo que debemos entender por "FUERZA".

Durante la interacción de dos cuerpos, por ejemplo al dispara un fusil o un cañon, antes de producirse el disparo la bala esta en reposo, al producirse el disparo la bala y el cañon se mueven en distintas direcciones ( en sentido contrario) y con velocidades diferentes debido a que las masas son diferentes; de igual forma cuando una persona salta de una lancha hacia la orilla se observará la interacción, es decir, la lancha se mueve en dirección opuesta a la del salto.

¿ cómo esperarías que fuera la magnitud de la velocidad de la lancha con respecto a la velocidad de la persona que saltó hacia la orilla? Se aplicaron una fuerza de igual magnitud pero la lancha ya que tiene mayor masa.  
 De esta forma podemos constatar que "las velocidades de los cuerpos sólo pueden variar durante la interacción de estos !!"

Actividad C

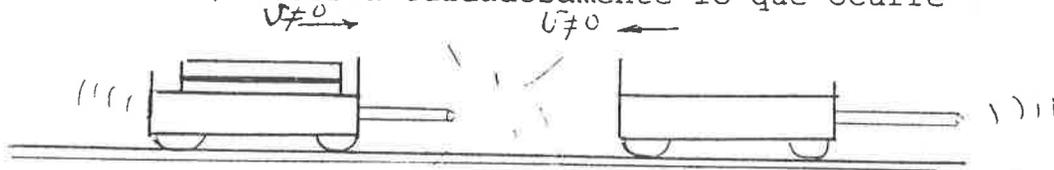
- a) .- coloca ahora sobre uno de los carros de baja fricción dos bases metalicas de soporte universal con el propósito de aumentar significativamente su masa y el otro carro de baja fricción mantenga su misma masa



- b) .- solicita a uno de tus compañeros que se coloque en un extremo de la mesa de laboratorio y tu te colocas en el otro extremo de la mesa



- c) .- Ahora pide a tu compañero que arroje el carro deslizandolo sobre la mesa hacia el centro de la misma y tu harás lo mismo simultaneamente a fin de producir un choque entre los carros ( no pierdas de vista que uno tiene mucho mayor masa que el otro) observa cuidadosamente lo que ocurre



- ¿ en que momento hubo interacción entre los dos carros ?  
Cuando chocaron
- ¿ el carro A ejerció fuerza sobre el carro B ?  
Si
- ¿ el carro B ejerció fuerza sobre el carro A ?  
Si
- ¿ cuál de los carros ejerció mayor fuerza sobre el otro ?  
Los dos carros ejercen la misma fuerza ya que la fuerza es la medida de la interacción entre ellos dos
- ¿ cuál de los carros ejerció primero la fuerza sobre el otro ?  
¿porqué? Igual ya que la fuerza es simultanea.
- después del choque: ¿ cual carro recorrió mayor distancia?  
El carro que tiene menor masa, el carro B
- ¿ cuál carro se movió con mayor velocidad ? ¿porqué?  
El B porque tiene menor masa así que tubo un cambio mayor c velocidad

## ANTES DE CONTINUAR...

Hasta el momento podemos establecer las siguientes características de las interacciones entre los cuerpos:

Interactuando con los alumnos....

- se debe entender el concepto de fuerza como la medida de la interacción entre dos cuerpos
- Para poder hablar de fuerza deben existir necesariamente dos cuerpos
- Las fuerzas siempre aparecen por "pares"
- Si un cuerpo "ejerce" una fuerza se debe identificar necesariamente el otro cuerpo con el cual interactúa
- En esta interacción, el primer cuerpo ejerce una fuerza sobre el segundo ( llamada acción) y por lo tanto el segundo cuerpo ejercerá una fuerza sobre el primero ( llamada reacción) esta situación nos permite percatarnos que estas fuerzas están actuando en diferentes cuerpos son de igual magnitud y de sentido contrario.
- Las fuerzas de acción y reacción no son fuerzas en equilibrio, es decir no se anulan ya que están actuando en diferentes cuerpos
- Las fuerzas de acción y reacción no tienen sentido de temporalidad, es decir, actúan simultáneamente durante la interacción de tal manera que cualquiera de las dos puede ser llamada acción o reacción.
- La interacción entre dos cuerpos produce un cambio en su velocidad que depende de la magnitud de la masa de los cuerpos que interactúan

## TEMAS DE REFLEXIÓN

Las actividades experimentales que hemos desarrollado hasta el momento han sido de utilidad para construir el concepto de fuerza entendiendolo como la interacción entre dos cuerpos, sin embargo, las interacciones que hemos realizado han sido sólo de contacto (acción directa de un cuerpo sobre otro empujando o produciendo choques)

- ¿ podrán existir interacciones que no sean de contacto? Si
- ¿ podrías empujar o jalar un cuerpo con otro cuerpo sin que lo tocaras? Si
- ¿ en qué casos crees que sea posible esta situación o bajo que consideraciones? Fuerza gravitatoria, electrodinámica, magnética, peso de los cuerpos, imanes

## ESTABLECIENDO IDEAS FINALES

Discute en equipo con tus compañeros las siguientes cuestiones y has una exposición de tus respuestas de acuerdo a las indicaciones del profesor.

Recuerda que debes anotar en tu cuaderno de Bitácora las respuestas a todas las cuestiones propuestas en las sesiones de clase o laboratorio.

### RESUELVE LAS SIGUIENTES CUESTIONES:

1.-¿ Qué se necesita para cambiar el estado de movimiento de un cuerpo?

Una fuerza externo no equilibrada

2.-¿ Qué es una fuerza externa no equilibrada?

Una fuerza que no pertenece al sistema, y tiene diferente valor.

3.-¿ Qué es una fuerza interna?

Una fuerza que permanece al sistema y esta equilibrada.

4.-¿ Cuáles son las características del movimiento libre?

$F_{\text{net}} = 0$ , recorre distancias iguales en tiempos iguales. Rectilíneo uniforme. Velocidad constante.

5.-¿ Para mantener un cuerpo con velocidad constante es necesaria la aplicación de una

fuerza permanente? ¿ en que casos? explica El D.B.T ya que no hay fricción al estar un objeto en donde si hay fricción.

6.-¿ Qué detiene al movimiento?

Una fuerza externa no equilibrada y puede ser la fricción.

7.-¿ Qué expresa la primera ley de Newton?

Un cuerpo permanecerá en estado de reposo o M.R.U. a menos que sobre el actúe una fuerza externa no equilibrada que modifique dicho estado.

8.- Si estuvieras conduciendo un automóvil y no existiera fricción entre las llantas y el piso. ¿es posible que en esta situación, hagas avanzar el auto cuando se oprime el acelerador? justifica tu respuesta

No porque se "patina" por lo mismo que no hay fricción.

9.- ¿ Si conduces una bicicleta a gran velocidad en línea recta, que ocurre con tu

cuerpo cuando giras violentamente el manubrio para cambiar de dirección? explica Se sigue derecho en M.R.U. por la inercia esto lo dice la 1ra ley de Newton.

10.- Un jeep lleva en el techo una maleta sin sujetar y se mueve sobre una carretera recta con una velocidad constante de 100 Km/h. ¿Qué ocurre con la maleta cuando el jeep da una curva violentamente de  $90^\circ$ ?

La maleta sale en M.R.U. por la inercia y sale a 100 km/h.

## Anexo 6.

Concluimos que un objeto estara en M.R.U. si las fuerzas que actúan sobre él sean internas y estén equilibradas, y solo cambiara su estado si una fuerza externa no equilibrada actúa sobre él y modifique su estado.

Así que los cuerpos estaran en reposo o movimiento libre hasta que actúe sobre ellos una fuerza externa no equilibrada y modifique su estado.

# **EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE DE LOS ALUMNOS**

## **SESIÓN 6**

EXPERIMENTO NO. 2

Actividad A.-

Materiales

- 1 balón
- 1 péndulo electrostático
- 1 barra de plástico
- 1 franela o piel de conejo
- 2 imanes de barra o similares

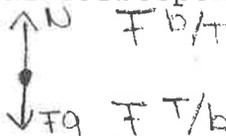
PROCEDIMIENTO

a).- toma el balón y dejalo caer desde una altura determinada (por ejemplo desde 1 m de altura colocando un objeto blando a fin de que no golpee bruscamente al chocar con el piso

- ¿ por que cae el balón cuando lo sueltas desde cierta altura?  
*Se cae porque actúa una fuerza sobre él.*
- ¿ cuáles son los cuerpos que interactúan durante la caída del balón?  
 *$F_{b/t}$   $F_{t/b}$*
- Entonces existe la presencia de fuerzas?  
*Si, la  $F_{b/t}$  la  $F_{t/b}$  y la fricción del aire.*
- en tal caso, si despreciamos la fricción del aire... ¿ cuántas fuerzas intervienen? ¿ cuáles son?  
*( $F_{b/t}$  y la fuerza normal (N))*
- Si consideramos la fuerza de gravedad ¿ cómo le podríamos llamar a este tipo de interacción?  
*A distancia. Interacción gravitacional.*
- Elabora un diagrama de fuerzas correspondientes a caída del balón



PARA REFLEXIONAR...



Recordando que la fuerza existe solo en la interacción entre dos cuerpos y que esta interacción es capaz de producir un cambio de velocidad que depende de las masas de los cuerpos y que en esa interacción existen dos fuerzas tales que un cuerpo ejerce una fuerza sobre el otro y por lo tanto el segundo ejerce una fuerza sobre el primero de igual magnitud y sentido contrario considerando el mismo ejemplo del balón "cayendo" sobre la tierra...

- ¿ en cuál de los cuerpos que interactúan se produce mayor cambio de velocidad? Justifica tu respuesta.  
*En el balón ya que tiene menor masa y hace que su velocidad sea mayor.*
- ¿ sólo la tierra atrae al balón? No también el balón atrae a la tierra pero con una masa mayor, más lenta que el balón.
- ¿ el balón atrae la tierra? ¿ puedes comprobar tu respuesta? ¿ la puedes inferir? Si, no se puede comprobar directamente.

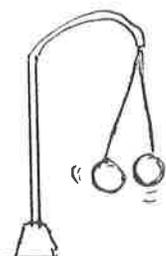
## ACTIVIDAD B.-

### PROCEDIMIENTO

Ahora utiliza el péndulo electrostático el cual consta de un soporte metálico y dos pequeñas esferas de unicel que penden cada una de ellas de un hilo.

Esta actividad al igual que las anteriores siguen siendo sencilla pero de mucha utilidad ya que aún cuando es cualitativa nos ayuda para entender de que manera se pueden manifestar las fuerzas o en que casos se puede presentar una interacción así como las características de los cuerpos que interactúan

- a).- frota la barra de plástico en tu cabello y acercala a una de las esferas de tal forma que quede cargada electricamente.



barra de plástico  
Pie de cabello  
o cabello

- ¿ que ocurre con la otra esfera? Si los signos son  $+, -$  atrae y si los signos son  $+, +$  o  $-, -$  se rechazan
- ¿ se observa un cambio de velocidad en alguna de ellas o en ambas? Si en ambas.
- si percibes un cambio de velocidad ¿ existe interacción? Si interacción a distancia (electrica)
- esta interacción considerando que las esferas de unicel se comportan como cargas eléctricas ¿ como podríamos llamarle? Interacción electrica.
- en este caso las cargas electricas se pueden atraer ("jalar") o rechazar ("empujar"). ¿ cual de las esferas de unicel ejerce mayor fuerza sobre la otra? justifica tu respuesta Las dos igual ya que tienen igual masa

### ACTIVIDAD C.-

En esta ultima actividad utiliza los imanes de barra

### PROCEDIMIENTO

- a).- acerca lentamente uno de los extremos de un imán (polo magnético) a uno de los extremos del otro imán que se encuentra sobre la mesa de laboratorio



- ¿ logras moverlo? *Si*
- ¿ están interactuando los dos imanes ?
- ¿ qué tipo de interacción se presenta en este caso?
- en este caso, al igual que en el de las cargas eléctricas , los imanes se pueden atraer ( o jalar) o rechazar ( empujar). ¿ cuál de los imanes ejerce mayor fuerza sobre el otro? justifica tu respuesta *Toda la fuerza la ejerce el mismo imán*

ALGO MAS...

Ahora ya puedes contrastar ( comparar) tus ideas iniciales ( ideas previas) con el concepto formal de fuerza, considerando que:

- la fuerza se entiende como la medida de la interacción entre dos cuerpos
- las interacciones pueden ser de "contacto" o " a distancia"
- las interacciones a distancia pueden ser gravitacionales ( como en la caída del balón sobre la tierra ), eléctricas ( como en el péndulo electrostático) o incluso magnéticas ( como las que se presentan en los imanes).

También existen otro tipo adicional de interacciones las cuales ocurren a nivel de los núcleos de los átomos, sin embargo estas interacciones de momento no son motivo de este curso y seguramente las verás en cursos posteriores, estas interacciones ( o fuerzas) reciben el nombre de interacciones débiles ("fuerzas débiles) e interacciones fuertes ( "fuerzas fuertes")

Para el estudio de las leyes de Newton es conveniente tener presentes las interacciones de contacto y a distancia ( básicamente las gravitacionales, eléctricas y magnéticas.

En los estudios de dinámica, Newton se dió cuenta que las fuerzas siempre aparecen como resultado de la interacción de dos cuerpos, es decir, la "acción" de una fuerza sobre un cuerpo no se puede manifestar sin que haya otro cuerpo que la provoque ("reacción"). Además, Newton pudo comprobar que, en la interacción de dos cuerpos, las fuerzas siempre aparecen en pares: para cada "acción" de un cuerpo sobre otro, siempre existirá una "reacción" de igual magnitud pero de sentido contrario del segundo sobre el primero. Tales observaciones de Newton se pueden sintetizar en el enunciado de su tercera ley que también suele llamarse "ley de las interacciones" o ley de la "Acción y reacción", aunque cabe mencionar que en el enunciado de esta ley es conveniente omitir los términos de acción y reacción para evitar una mala interpretación al suponer erróneamente que la acción ocurre primero y la reacción

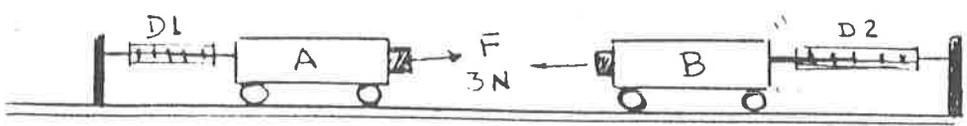
después dando también erróneamente un sentido de temporalidad a estas fuerzas lo cual estaría igualmente equivocado. Para evitar esta confusión es recomendable expresar la tercera ley de Newton de la siguiente forma:

" Cuando un cuerpo A ejerce una fuerza sobre un cuerpo B, el cuerpo B ejerce una fuerza sobre el cuerpo A de la misma magnitud y dirección pero de sentido contrario"

Sin olvidar que para que esta ley sea válida las fuerzas deben estar aplicadas a diferentes cuerpos ya que no son fuerzas en equilibrio.

PARA RESOLVER EN CLASE O EN CASA  
(APOYO AL ESTUDIO INDEPENDIENTE)

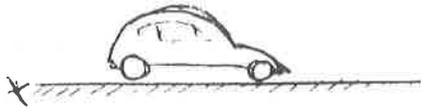
- 1.- ¿ cómo explicas el concepto de fuerza ?  
*Lo medido de la interacción entre dos cuerpos.*
- 2.- ¿ qué entiendes por interacción ?  
*Fuerza mutua entre dos cuerpos.*
- 3.- un niño patea un balón ejerciendo sobre él una fuerza de 30 Newtons
  - a).- ¿cuál será la magnitud (valor) de la reacción?  
*de 30 N*
  - b).- ¿ cuál cuerpo ejerce la acción y cuál la reacción?  
*Cualquiera de los dos pudo hacer la acción o la reacción.*
- 4.- un pequeño automóvil choca de frente con un gran camión ya que está cargado. En el momento de la interacción...
  - a).- ¿la fuerza que el automóvil ejerce sobre el camión es mayor, menor o igual que la fuerza que el camión ejerce sobre el automóvil? justifica tu respuesta.  
*La fuerza es de igual magnitud solo cambia la velocidad de cada uno dependiendo su masa.*
- 5.- Si los carros A y B de la figura se atraen con un imán que imprime una fuerza de 3 Newtons entre ambos. ¿ cuánto marcarán los dinamómetros D1 y D2 ? ( considera despreciable la fricción de las ruedas con el piso)  
*Sera de 3 N. los dos D1 y D2*



en cuales se cumple la 3ra Ley de Newton y en cuales

6.- de los siguientes sistemas físicos, dibuja los diagramas de fuerzas (acción-reacción) correspondientes.

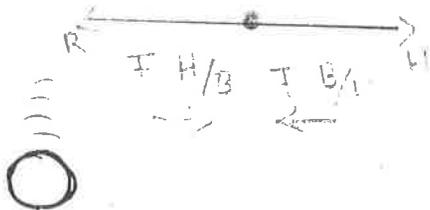
$v \neq 0$



∴ Aquí si se cumple 3ra Ley de Newton



de la mano con la cuerda.

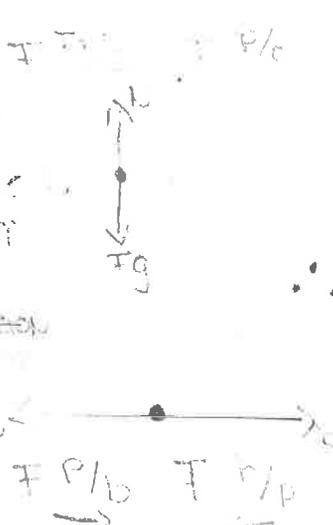


movimiento rotacional



$F_{N/fg} \uparrow$

$F_{fg/N} \downarrow$



1) Fuerzas de igual magnitud  
 2) Son en sentido opuesto  
 3) Actúan en diferentes cuerpos  
 ∴ Si se cumple la 3ra Ley de Newton

1) Fuerzas de igual magnitud  
 2) Son en sentido opuesto  
 3) Actúan en diferentes cuerpos  
 ∴ Si se cumple la 3ra Ley de Newton

Ing. Gabriel Urreola Sánchez  
 México-enero-1998.

Ejemplo 3  
 1) Fuerzas  
 2) Son en sentido opuesto  
 3) Actúan en diferentes cuerpos  
 ∴ Si se cumple la 3ra Ley de Newton

## Anexo 7 y 8

En estos anexos conocimos las interacciones a distancia que dando claro que no solo existen interacciones a contacto.

En las interacciones a contacto es necesario que exista un medio material para que existan y en las interacciones a distancia no es necesario un medio material.

De las últimas podemos mencionar las siguientes:

- Fuerzas gravitacional
- Fuerzas electricas
- Fuerzas magneticas