UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MEDELLÍN

LOS DIAGRAMAS DE FUERZAS COMO ELEMENTO FUNDAMENTAL EN LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LAS LEYES DE NEWTON BAJO UN ENFOQUE CONSTRUCTIVISTA

ESTUDIO DE CASO EN X GRADO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN JOSE OBRERO DEL MUNICIPIO DE MEDELLIN

EDWIN ALBERTO MUÑOZ GUZMÁN

Informe de Práctica Docente como modalidad de **Trabajo Final**, presentado por Edwin Alberto Muñoz Guzmán, como requisito parcial para optar al Grado de Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales en la Universidad Nacional de Colombia, bajo la Dirección del M. Sc Diego Luis Aristizábal Ramírez.

Medellín, Octubre de 2011

DEDICATORIA

A Carolina mi hija, quien tuvo la paciencia y fortaleza de acompañarme en esta aventura; que sea este final para mí, una de las metas a superar en su vida académica y profesional.

AGRADECIMIENTOS

A M.Sc Diego Luis Aristizábal Ramírez quien oriento este valioso proceso de formación académica, sin más interés que el de promover la enseñanza y el aprendizaje de la física.

A mi esposa Luz Amparo Cadavid quien con paciencia y amor, brindó los espacios para lograr realizar tan agotadoras tareas, acompañándome con su valioso silencio.

OBSERVACIÓN

La propuesta de esta práctica docente se realizó en conjunto con la de mi compañera de maestría Mildred Patricia Granada Ruiz, lo cual es permitido por el acuerdo 02 de 2011 de la Facultad de Ciencias en su acta 03, por lo que las secciones correspondientes al planteamiento del problema y al marco referencial son similares en ambos informes. Sin embargo, este informe es de carácter individual tal como lo exige el artículo 6 del mismo acuerdo, ya que son estudios de casos diferentes, lo que se refleja en las demás secciones del mismo.

RESUMEN

Los diagramas de fuerzas son una herramienta fundamental para el estudio de la física básica y concretamente, para el abordaje de las leyes de Newton, en la medida en que permiten al estudiante visualizar lo que ocurre en un sistema físico a nivel representacional -enmarcado en la teoría del aprendizaje significativo (AS)- permitiendo identificar las variables que determinan el comportamiento de un sistema físico y plantear estrategias para su solución, logrando la argumentación de la situación -nivel proposicional del AS-. Problema que se aborda en este trabajo, donde se plantea como hipótesis el utilizar el diagrama de fuerza como elemento fundamental para obtener un buen nivel de ganancia en el aprendizaje significativo de las leyes de Newton, bajo un enfoque constructivista.

El desarrollo metodológico inicia con un diagnóstico de los estudiantes del grado 10º de la I.E. San José Obrero empleando para ello, la evaluación "Force Concept Inventory" (FCI)" (pre-test) de la que se obtuvo una valoración cualitativa del estado de los conceptos de fuerza. A continuación se diseñó, implementó y aplicó una unidad didáctica donde se tuvo en cuenta estos preconceptos; aquí se realizó como actividad fundamental talleres sobre diagramas de fuerza apoyados en situaciones físicas reales: ésta solo se desarrolló con un grupo de estudiantes (grupo muestra). Por último se aplicó de nuevo a todos los estudiantes, el FCI (post-test) permitiendo valorar la ganancia en el aprendizaje alcanzada por los estudiantes.

Con el diagrama de fuerzas como elemento fundamental para la enseñanza y el aprendizaje de forma significativa de la física en el grado décimo, se logró validar la hipótesis, en la medida que el grupo muestra alcanza un nivel de ganancia medio para el tema las leyes de Newton, mientras que el grupo control no presentó ningún cambio significativo en la ganancia de aprendizaje.

Palabras Claves: Diagramas de fuerzas, Leyes de Newton, Constructivismo, Aprendizaje Significativo, Force Concept Inventory (FCI).

ABSTRACT

The diagrams of forces are an essential tool for the study of basic physics and specifically, for addressing Newton's laws, as they allow students to visualize what happens in a physical system-framed representational level in the meaningful learning theory (AS) - allowing you to identify the variables that determine the behavior of a physical system and propose strategies for their solution, making the argument of the state-level AS-propositional. Problem addressed in this work, which is hypothesized to utilize the force diagram as a key to a good level of profit in the meaningful learning of Newton's laws, under a constructivist approach.

The methodological development begins with an analysis of the 10 th grade students in the IE St. Joseph the Worker using for this, the evaluation "Force Concept Inventory" (FCI) "(pre-test). From which we obtained a qualitative assessment of the state of the concepts of force. Following are designed, implemented and applied a teaching unit which took into account these preconceptions, here was conducted as workshops on main activity supported force diagrams real physical situations: it only developed with a group of students (groups). Finally, again applied to all students, the FCI (post-test) allows to evaluate the learning gain achieved by the students.

With the diagram of forces as key to teaching and learning of physics significantly in the tenth grade, we were able to validate the hypothesis, as the sample group reaches a gain medium for the issue laws Newton, while the control group showed no significant change in the learning gain.

Keywords: Diagrams of forces, Newton's Laws, Constructivism, Meaningful Learning, Force Concept Inventory (FCI).

INFORMACIÓN GENERAL

Título Del Trabajo:

LOS DIAGRAMAS DE FUERZA COMO ELEMENTO FUNDAMENTAL EN LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LAS LEYES DE NEWTON BAJO UN ENFOQUE CONSTRUCTIVISTA. ESTUDIO DE CASO EN X GRADO DE LA I.E. SAN JOSÉ OBRERO DEL MUNICIPIO DE MEDELLÍN.

Autor: Edwin Alberto Muñoz Guzmán

Asesor: Diego Luis Aristizábal Ramírez

Facultad: Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia

Lugar de ejecución del proyecto: I.E. San José Obrero.

Duración del proyecto: Cuatro (4) meses

INDICE

DEDICATORIA ..... **II**

AGRADECIMIENTOS ..... **III**

OBSERVACIÓN ..... **IV**

RESUMEN ..... **V**

ABSTRACT ..... **VI**

INFORMACIÓN GENERAL ..... **VII**

INTRODUCCIÓN ..... **- 1 -**

1. EL PROBLEMA ..... **- 3 -**

1.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN ..... **- 3 -**

1.2 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN ..... **- 3 -**

1.2.1 Objetivo General ..... - 3 -

1.2.2 Objetivos Específicos ..... - 3 -

1.3 Justificación ..... **- 4 -**

1.4 Limitaciones ..... **- 4 -**

2. MARCO REFERENCIAL ..... **- 5 -**

2.1 Fundamentación Teórica ..... **- 5 -**

2.1.1 Sobre las teorías de aprendizaje ..... - 5 -

2.1.2 Sobre los diagramas de fuerza y las leyes de Newton ..... - 7 -

2.1.3 Sobre el Cuestionario FCI ..... - 10 -

2.1.4 Factor de Hake ..... - 11 -

2.2 Antecedentes del Tema ..... **- 11 -**

2.3 Elaboración de Hipótesis. ..... **- 13 -**

3. PROCEDIMIEMTO (METODOLOGÍA) ..... **- 14 -**

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS ..... **- 16 -**

4.1 Resultado global _____ **- 16 -**

4.2 Resultado por temas _____ **- 18 -**

4.2.1 Clases de fuerzas _____ **- 19 -**

4.2.2 Primera Ley de Newton _____ **- 20 -**

4.2.3 Segunda ley de Newton _____ **- 21 -**

4.2.4 Tercera Ley _____ **- 22 -**

5. CONCLUSIONES ..... **- 24 -**

6. CRONOGRAMA ..... **- 25 -**

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS **29**

ANEXOS **31**

Anexo 1 Sección de prueba FCI (Force Concept Inventory) _____ **31**

Anexo 2. Mapa conceptual _____ **43**

Anexo 3 Guías didácticas _____ **44**

Anexo 4 Registro fotográfico laboratorio _____ **56**

APÉNDICES **60**

Apéndice 1 Unidad didáctica _____ **60**

GRÁFICAS Y TABLAS

Gráfica y Tabla 1 PORCENTAJE PROMEDIO DE ACIERTOS PRE Y POST –TEST DE LA PRUEBA FCI POR GRUPOS ..... ***- 16 -***

Gráfica y Tabla 2 INDICE DE HAKE DE GANANCIA DE APRENDIZAJE PARA CADA GRUPO MEDIDO CON LA PRUEBA FCI ..... ***- 17 -***

Gráfica y Tabla 3 PORCENTAJE PROMEDIO DE ACIERTO PRE Y POST TEST DE LAS PREGUNTAS DEL FCI AFGRUPADA POR TEMAS..... *- 18 -*

Gráfica y Tabla 4 INDICE DE HAKE DE GANANCIA DE APRENDIZAJE DE LA AGRUPACIÓN DE PRGUNTAS SOBRE CLASES DE FUERZAS PARA CADA GRUPO MEDIDO CON LA PRUEBA FCI ..... *- 19 -*

Gráfica y Tabla 5 INDICE DE HAKE DE GANANCIA DE APRENDIZAJE DE LA PRIMERA LEY DE NEWTON PARA CADA GRUPO MEDIDO CON LA PRUEBA FCI..... *- 20 -*

Gráfica y Tabla 6 INDICE DE HAKE DE GANANCIA DE APRENDIZAJE DE LA SEGUNDA LEY DE NEWTON PARA CADA GRUPO MEDIDO CON LA PRUEBA FCI ..... *- 21 -*

Gráfica y Tabla 7 INDICE DE HAKE DE GANANCIA DE APRENDIZAJE DE LA TERCERA LEY DE NEWTON PARA CADA GRUPO MEDIDO CON LA PRUEBA FCI ..... *- 23 -*

Tabla 8 AGRUPACIÓN DE PREGUNTAS POR TEMAS. ..... *- 23 -*

INTRODUCCIÓN

Enseñar la física, por lo menos en la básica secundaria, ha sido un reto pedagógico, a través de toda la historia. Los estudiantes, han adoptado, casi espontáneamente, ciertos paradigmas que bloquean la apropiación de los conceptos fundamentales de la ciencia, por ejemplo, el temor y con él, la desidia a enfrentar temas como el concepto de fuerza, que es uno de los objetos principales de estudio en las tres leyes de Newton y, por tanto, fundamental en el estudio de la mecánica newtoniana. Otro reto radica en la falta de bases matemáticas, necesarias para aumentar el desarrollo intelectual, que les permita luego a los estudiantes enfrentar problemas de aplicación a nivel general en la ciencia y la tecnología. Todo esto hace que el docente esté obligado a buscar diversas estrategias que aumenten las posibilidades de aprendizaje, de tal forma que los estudiantes comprendan los conceptos fundamentales estudiados en física, y así se apropien del conocimiento para vivenciarlo en su quehacer diario, y al mismo tiempo, poder establecer una integralidad con las áreas de la ciencia, que es lo que hoy en día se está implementando.

Al analizar el planteamiento anterior, se realizó un estudio de caso con estudiantes del grado 10º de la I.E San José Obrero del municipio de Medellín, empleando como elemento fundamental el diagrama de fuerza, con lo cual, se buscó desarrollar habilidades, capacidades, destrezas de pensamiento y actitudes positivas, para la comprensión de los fundamentos de las leyes de Newton.

Se sabe que las personas generalmente presentan dificultades cuando se trata de interpretar, desde el modelo físico, transformaciones que están asociadas a creencias cotidianas. En ocasiones, los docentes mismos obstaculizamos en los estudiantes su propia construcción de conceptos, ya que, no tomamos en cuenta su posición por el afán de llegar a una respuesta ya establecida.

Partiendo de lo anterior, el trabajo realizado pretendió determinar la eficiencia en la enseñanza de las leyes de Newton desde un enfoque constructivista, mediante el uso adecuado de los diagramas de fuerza**,** también denominados diagramas de fuerzas sobre un cuerpo libre o diagrama de fuerzas de sistema aislado.

Para lograr este propósito se partió del diseño y la aplicación de talleres sobre la representación de las interacciones en los diagramas de fuerza, la implementación de una sección del cuestionario Force Concept Inventory (FCI), la construcción de una unidad didáctica y la utilización del índice de Hake para medir la ganancia pre/post-test del aprendizaje de las leyes de Newton. Todas estas herramientas, llevaron al estudiante a una construcción de aprendizajes significativos, a partir de su propia concepción y experiencia, mejorando la memoria de los mismos, De esta manera, se logró un acercamiento a la teoría de David Ausubel, puesto que los conceptos científicos formados en la vida cotidiana, llevaron a reflexionar y a cuestionar las estructuras existentes en el estudiante, pues aprender implica, desde ésta concepción, atribuir un sentido y construir los significados de los contenidos a los que se pretendió llegar. Ahora bien, si se tiene en cuenta que el estudiante ya tiene un concepto previo con el que se enfrenta a un conocimiento nuevo, es fácil presumir que continuará aprendiendo y construyendo nuevos significados.

El presente informe de práctica docente expone el proceso y los resultados de la aplicación de una propuesta en la que el diagrama de fuerza se empleó como el elemento fundamental para al análisis y la comprensión de una situación física permitiendo al estudiante lograr niveles de aprendizaje significativos más complejos como el conceptual y el proposicional. El cuestionario Force Concept Inventory (FCI) fue la herramienta para el diagnóstico y la evaluación del estado de los conceptos y de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las leyes de Newton, valorando cualitativamente, con el índice de Hake, respecto a la ganancia conceptual.

Se presentan en el trabajo como anexos; la sección del FCI utilizado (Anexo 1), mapa conceptual elaborado por alumno (Anexo 2), las guías desarrolladas (Anexo 3), registro fotográfico de laboratorios (Anexo 4) y como apéndice 1, la unidad didáctica construida para guiar el proceso de ejecución del trabajo.

1. EL PROBLEMA

1.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Con el actual trabajo se buscó establecer ¿qué incidencia tiene el enfoque constructivista mediante el uso de los diagramas de fuerza, en el aprendizaje de las leyes de Newton, su comprensión y aplicación, en estudiantes de décimo grado de la I.E. San José Obrero?

1.2 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

1.2.1 Objetivo General

Determinar la incidencia del enfoque constructivista mediante el uso de los diagramas de fuerza, en el aprendizaje de las leyes de Newton, su comprensión y aplicación, en estudiantes de décimo grado de la I.E. San José Obrero.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Aplicar una sección del cuestionario Force Concept Inventory (FCI) referido a las leyes de Newton y al concepto de fuerza.
- Diseñar e implementar, bajo el enfoque constructivista, la unidad didáctica correspondiente a la enseñanza de las leyes de Newton para sistemas físicos que se pueden reducir al modelo de partícula.
- Diseñar, implementar y aplicar talleres sobre representación de las interacciones con diagramas de fuerza.
- Medir la ganancia pre/post-test del aprendizaje de las leyes de Newton utilizando el índice de Hake.

1.3 Justificación

En los procesos de enseñanza y aprendizaje de la física en la básica secundaria y propiamente en el tema de las leyes de Newton, se observa que los problemas son abordados desde su componente algebraico, sin ser esto, en la mayoría de los casos, significativo para los estudiantes, ya que dicha matematización no permite la asimilación de las interacciones entre los cuerpos involucrados y cómo estas influyen en el reposo o movimiento acelerado o no de los mismos. Esta manera de abordar las situaciones problema se convierte en un gran obstáculo para el aprendizaje significativo de la física.

Con base en lo anterior es necesario buscar metodologías que permitan un aprendizaje realmente significativo de la física, y esto es lo que se plantea en esta práctica docente en lo que se refiere a la enseñanza de las leyes de Newton.

1.4 Limitaciones

En el desarrollo de la propuesta no se presentaron limitaciones para su viabilidad, ya que se contó con un grupo de estudiantes cuyo número no varió en el tiempo de ejecución, el cual fue de cuatro meses.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 Fundamentación Teórica

2.1.1 Sobre las teorías de aprendizaje

"Los diagramas de fuerza como elemento fundamental en la enseñanza-aprendizaje de las leyes de Newton bajo un enfoque constructivista implementado en el grado Décimo de la Institución Educativa San José Obrero" como se señala en el mismo título, está basado en el enfoque constructivista, concretamente en el aprendizaje significativo (Ausubel, Novak) ampliamente difundido en la actualidad.

Tanto Ausubel como Novak sustentan sus teorías proponiendo, que el conocimiento previo da origen a un conocimiento nuevo en la persona, de esta manera, cada nueva información es asimilada y depositada en una red de conocimientos y experiencias que existen previamente en el sujeto. Se puede considerar entonces que el aprendizaje significativo hace parte de este enfoque, entendiéndose éste, como el proceso de asimilación de un concepto y a su vez la construcción misma del conocimiento.

Los conceptos base para el desarrollo de este trabajo de profundización son: el aprendizaje significativo (Ausubel), el esquema (Piaget), el mapa conceptual (Novak), es por tanto una teoría sumamente enriquecida en enfoques y metodologías en las que se busca el moldeamiento conceptual del estudiante en lo referente a la cualificación progresiva de su estructura cognitiva.

Aprendizaje significativo (Ausubel):

En la realidad tangible de nuestra condición de docentes nos encontramos con vacíos conceptuales que sin pensar, remitimos a procesos anteriores. Lo evidente e importante es reconocer que los estudiantes poseen en su estructura cognitiva, preconceptos llamados en la teoría *subsumsor* a partir de los cuales se construye o se reconstruye de forma personal, un significado desde el punto de vista social y/o de la vida cotidiana.

> *"La idea básica de la teoría del aprendizaje significativo de David Ausubel es la de que si fuera posible aislar un único factor, como el más importante para el aprendizaje cognitivo, éste sería aquello que el aprendiz ya sabe, o sea, el conocimiento ya existente en su estructura cognitiva con claridad, estabilidad y diferenciación; consecuentemente, la enseñanza debería tener en cuenta tal conocimiento y, para eso, sería necesario averiguarlo previamente. El concepto-clave de la teoría es el propio concepto de aprendizaje significativo. Naturalmente, aprendizaje significativo es aprendizaje con significado"* [1].

Para alcanzar un aprendizaje significativo se deben considerar los siguientes aspectos: que el estudiante tenga disposición de apertura al cambio o modificación de su estructura cognitiva; el material a presentarle al estudiante sea potencialmente significativo y en consecuencia, tenga significado lógico y sicológico, acorde a las necesidades del estudiante y su entorno; en la estructura cognitiva del alumno debe haber ideas relevantes (subsunsores), la cuales serán enriquecidas al permitirse una relación con el conocimiento nuevo que se presenta, no serán considerados los subsunsores de los estudiantes como un obstáculo para el aprendizaje, sino como un vehículo para aprender y a partir de ellos, desarrollar ideas nuevas, indagar por lo que el estudiante conoce y desarrolla.

Mapa conceptual (Novak)

Los mapas conceptuales son una herramienta para el aprendizaje, ya que permiten al docente construir con sus estudiantes y explorar en ellos los conocimientos previos y organizar, interrelacionar y fijar el conocimiento del contenido estudiado.

> *"Los mapas conceptuales fueron desarrollados para promover el aprendizaje significativo. El análisis del currículum y de la enseñanza bajo un enfoque ausubeliano, implican, en términos de significados: 1) identificar la estructura de significados que es aceptada en el contexto de la materia de enseñanza; 2) identificar los subsumsores (significados) necesarios para el aprendizaje significativo de la materia de enseñanza; 3) identificar los significados preexistentes*

en la estructura cognitiva del aprendiz; 4) organizar secuencialmente el contenido y seleccionar los materiales curriculares, usando las ideas de la diferenciación progresiva y de la reconciliación integrativa como principios programáticos; 5) enseñar usando organizadores previos, para hacer puentes entre los significados que el alumno ya tiene y los que precisaría tener para aprender significativamente la materia de enseñanza, así como para establecer relaciones explícitas entre el nuevo conocimiento y aquel ya existente y adecuado para dar significados a los nuevos materiales de aprendizaje" [2].

El ejercicio de elaboración de mapas conceptuales fomenta la reflexión, el análisis y la creatividad. Así mismo a través de la construcción de mapas conceptuales, el docente observa si realmente los estudiantes analizan, sintetizan y comprenden los nuevos temas.

2.1.2 Sobre los diagramas de fuerza y las leyes de Newton

Los diagramas de fuerzas como representaciones

En lo referente al componente del área de física del presente trabajo, y respecto a la enseñanza de las leyes de Newton, es común el que los docentes abordan el tema chocando frontalmente con las ideas previas de los estudiantes (subsumsores), ya que ellos comprenden su entorno desde lo no experimental o Aristotélico como es mencionado por Antonio Ruiz Farfán: *"Los docentes tenemos la obligación de vencer estas ideas, arraigadas fuertemente en su concepción física, con la explicación teórica y la demostración de que son erróneas, o al menos no aplicables en todos los casos. Si esto no se produce nuestros alumnos y alumnas no aprenderán. En el mejor de los casos intentarán plantear las cuestiones y problemas de forma mecánica, no racional y generalmente mal. Es muy probable que desemboquen en la apatía y desmotivación hacia la Física"* [3] y por ello, nos referimos al diagrama de fuerzas como elemento fundamental para la enseñanza y el aprendizaje de las leyes de Newton, ya que este permite identificar estos subsumsores y contrastarlos fácilmente si es del caso. Estos

diagramas son una forma de representación que ayuda a modelar situaciones físicas, por lo que es necesario tener claro que:

"El modelo, es un esquema mediador entre la realidad y el pensamiento, una estructura en torno a la que se organiza el conocimiento y tendrá siempre un carácter provisional y aproximativo a la realidad" [4].

"El modelo implica representación de la teoría, muestra las condiciones ideales en las que se produce un fenómeno al verificarse una ley o una teoría y, asimismo, constituye una muestra particular de la explicación general da la teoría. Son medios para comprender lo que la teoría intenta explicar y enlazar lo abstracto con lo concreto" [4].

El diagrama de fuerzas será la herramienta en la resolución de una situación física como se indica a continuación desde un enfoque constructivista:

"E*s sabido que los problemas en la física requieren ser afrontados mediante estrategias antes que por técnicas; es decir, mediante una planificación consciente de los pasos que pueden seguirse y de las consecuencias que se derivarían de cada uno de ellos y no con rutinas sobre aprendidas"* [5].

Las leyes de Newton

En esta práctica docente se estudiaron las leyes de Newton aplicada a sistemas que pueden reducirse al modelo de partícula. Las siguientes son las tres leyes de movimiento de Newton para una partícula.

Primera Ley:

Newton relacionó el concepto de inercia con la masa, definiéndola como una medida cuantitativa de la inercia, por consiguiente un cuerpo de mayor masa tiene más inercia o mayor resistencia al cambio que un cuerpo de masa menor.

La primera ley del movimiento de Newton, también se conoce como ley de la inercia y se resume en el enunciado siguiente:

"*En ausencia de la aplicación de una fuerza no equilibrada ($\boldsymbol{F}_{Neta}$=0), un cuerpo en reposo permanece en reposo, y un cuerpo en movimiento permanece en movimiento con velocidad contante*".

Segunda ley:

Siempre que una fuerza no equilibrada actúe sobre un cuerpo, se produce una aceleración en la dirección de la fuerza que es directamente proporcional a la fuerza e inversamente proporcional a la masa del cuerpo.

Cuando se produce un cambio en el movimiento de un cuerpo (aceleración) revela la existencia de una fuerza neta. Los experimentos indican que la aceleración es directamente proporcional a la fuerza neta, y tiene la dirección de la fuerza neta aplicada

Se debe tener en cuenta que tanto la aceleración y la fuerza son cantidades vectoriales; pero, como reconoció Newton, la inercia (y la masa) también desempeña un papel muy importante. Se afirma que para una fuerza neta dada, a mayor cantidad de masa de un cuerpo menor será su aceleración, es decir que la magnitud de la aceleración y la masa son inversamente proporcionales:

"*La aceleración de un objeto es directamente proporcional a la fuerza neta que actúa sobre él e inversamente proporcional a su masa. La dirección de la aceleración es la misma de la fuerza neta aplicada*".

Esta ley expresada en forma de ecuación (con la debida definición de las denominadas unidades coherentes, como lo son las propuestas en el Sistema Internacional de unidades) es:

$$\boldsymbol{F_{neta}} = m\boldsymbol{a}$$

Esto implica que si la fuerza neta es cero, la aceleración del objeto también será cero, y permanecerá en reposo o en movimiento uniforme, lo cual es consecuente con la primera ley de Newton.

Tercera ley:

Comúnmente se piensa que las fuerzas se dan individualmente, pero Newton reconoció que es imposible tener una fuerza sola; en cualquier aplicación de fuerza, siempre hay una interacción mutua, y que las fuerzas siempre están en pares. Un ejemplo dado por Newton fue que, si ejercemos presión sobre una piedra con un dedo, el dedo también es presionado por la piedra. Newton denominó este par de fuerzas, como fuerzas de acción y reacción; este par de fuerzas de acción y reacción no actúan sobre el mismo objeto, actúan sobre cuerpos distintos, por lo tanto, estas fuerzas no se pueden cancelar ni tener una suma vectorial cero cuando aplicamos la segunda ley de Newton a objetos individuales

"Cuando una fuerza determinada actúa sobre un cuerpo, este reacciona con una fuerza con igual magnitud pero en sentido opuesto."

2.1.3 Sobre el Cuestionario FCI

Para el análisis del estado de los conceptos se desarrolla la prueba FCI (Anexo 1), la cual consta de una serie de preguntas de selección múltiple con única respuesta, siendo muy utilizado en la evaluación de estudiantes de ingeniería como se referencia en varios estudios para determinar la comprensión de los conceptos básicos de la mecánica newtoniana [6]. Para el desarrollo del diagnóstico y avance en la asimilación de los conceptos de fuerza y propiamente de las leyes de Newton, se seleccionaron las preguntas que abarcan dichos temas para un total de 20 siendo estas las siguientes: 1,2,3,4,7,13,14,15,16,17,18,21,22,23,24,25,26,27,28,29. Agrupadas por temas, (ver tabla 8)

2.1.4 Factor de Hake

Este factor, establecido por Richard R. Hake en 1998, se utiliza para determinar el índice de ganancia (*g*), en la evaluación de los cursos en los cuales hay un componente didáctico. Ésta cantidad indica la ganancia real promedio del aprendizaje conceptual normalizada.

La ganancia *g* se determina a partir de los aciertos obtenidos en el instrumento de evaluación utilizado (en nuestro caso el FCI). Si *Si* y *Sf* corresponden al puntaje porcentual del pre-test y el post-test, tenemos que la ganancia relativa de aprendizaje conceptual se determina con la siguiente ecuación:

$$\mathrm{g} = \frac{(\mathrm{Postest\%}) - (\mathrm{Pretest\ efectivo\%})}{100\% - (\mathrm{Pretest\ efectivo\%})}$$

El valor de este índice o factor se sugiere dividirlo en los siguientes tres intervalos:

- *Ganancia alta:* cuando el resultado obtenido para *g* es ≥ 0.7
- *Ganancia media: c*uando el resultado obtenido para *g* está en el rango $0.3 \leq g \leq 0.7$
- *Ganancia baja: c*uando el resultado obtenido para *g* es ≤ 0.3

2.2 Antecedentes del Tema

Respecto a la enseñanza de las leyes de Newton y la utilización de materiales didácticos realmente significativos se han realizado trabajos con enfoque constructivista, que al igual que el presente, busca el aprendizaje significativo de los conceptos básicos que se tratan en el tema. Por ejemplo, en el trabajo "*Romper tradiciones en la enseñanza de la física"* [6] se busca a partir de la utilización de texto interpretativo suplementario que el

estudiante dé relevancia a los conceptos básicos enunciados en una situación y a partir de ellos dar la argumentación.

Plantear estrategias en el que el componente didáctico, el uso de pruebas estandarizadas, y de metodologías como el aprendizaje basado en problemas (ABP) es el objeto de la tesis de grado, "*Secuencias Didácticas ABP para Principios de la Dinámica y Leyes de Newton en Bachillerato"* [7] que buscan en los estudiantes fomentar la interacción entre pares, la participación activa, el análisis y resolución crítica de los problemas de física planteados, así como la autogestión del conocimiento a través de la investigación orientada al enfrentar situaciones de la física Newtoniana.

Desde otro enfoque, y buscando enriquecer los procesos mentales para la comprensión, argumentación y solución de situaciones físicas a partir del reconocimiento de las interacciones entre las fuerzas y cuerpos y dejando de lado la matematización de la situación física, aspecto que se presenta como barrera para la argumentación de la misma, se plantea en la propuesta "*Metodologías alternativas para la enseñanza de la física"* [8], en esta la cual se observa la tendencia de realizar un conjunto de pasos para que la asimilación de la situación física sea verdaderamente significativa, en la medida que el estudiante debe reconocer las variables de las situaciones y a modo de algoritmo de cuatro pasos se busca darle sentido significativo a la situación física; por tanto, el reconocer verdaderamente la interacción de las fuerzas en los cuerpos y entre los cuerpos es la base para enfrentar la dinámica de partícula (leyes de Newton).

La propuesta "*La física con una sonrisa*" [9] plantea una metodología en la que se abordan las situaciones físicas cotidianas de una forma tal que el estudiante de una forma amena y divertida logre desarrollar varias actividades tendientes a las resolución de la situación en una serie de pasos entre los que no se contempla la matemática, para la argumentación; de esta forma alcanzan logros cualitativos significativos en la medida que incrementan el número de estudiantes que optan por la electiva de física en grados superiores y mejoran el estándar de habilidades para resolver problemas.

La propuesta "*Los estudiantes usan y entienden los diagramas de cuerpo libre*"[10] alcanza resultados positivos entorno a la ganancia en el aprendizaje de los estudiantes al resolver

situaciones físicas, así es como al término de dos años de trabajo utilizando los diagramas de cuerpo libre como herramienta para la comprensión y resolución de problemas físicos logran porcentajes de ganancia significativos; respecto a lo cualitativo realizan encuestas y entrevistas en las que se refleja el agrado de los estudiantes por la herramienta al obtener mejores rendimientos académicos y lograr una asimilación de la situación física.

Además de las anteriores propuestas didácticas para abordar metodológicamente el proceso de enseñanza aprendizaje se presentan también opciones para enriquecer el proceso mental de los estudiantes, así es como la del trabajo "*Una estrategia de aprendizaje para integrar teoría y laboratorio de física i mediante los mapas conceptuales y la v de Gowin*" [11], mejorando la asimilación de los conceptos y mecanismos mentales de cambio de la estructura cognitiva de los estudiantes respecto a la asignatura de física de primer nivel universitario.

2.3 Elaboración de Hipótesis.

La enseñanza de las leyes de Newton desde un enfoque constructivista mediante el uso adecuado y sistemático de los diagramas de fuerza, proporcionará una sustancial ganancia de aprendizaje de éstas, en los estudiantes de décimo grado de la I.E San José Obrero, en cuanto a su comprensión y correcta aplicación.

3. PROCEDIMIEMTO (METODOLOGÍA)

La práctica docente se desarrolló en la I.E. San José Obrero del municipio de Medellín, en el grado décimo con los grupos muestra y de control como se describen a continuación.

Se seleccionaron 66 estudiantes como la población muestra para el desarrollo de la propuesta y 30 estudiantes como grupo de control; con este último, se abordó la temática de las leyes de Newton de una forma tradicional, debido a que dicho grupo no se encuentra dentro de mi asignación académica.

Partiendo de las condiciones para el aprendizaje significativo *"el estudiante debe presentar disposición para aprender de una forma significativa*" [11] se hizo invitación para que de forma voluntaria se inscribieran como población muestra una vez leída y aceptada la propuesta.

Continuando con las condiciones para el aprendizaje significativo de Ausubel, respecto a los saberes previos (subsumsores) que debe poseer el estudiante para el abordaje del tema o contenido, se aplicó a todos los estudiantes (control y muestra), una sección de la prueba *Force Concept Inventory*, (ANEXO 1) muy utilizada en investigación de desarrollos conceptuales; dicha sección se estructuró con 20 preguntas de opción múltiple con única respuesta que fueron contestadas en un tiempo de 30 minutos; con esta prueba se pretendió explorar completamente el estado del concepto de clases de fuerzas y las tres leyes de Newton, en una fase preliminar (pre-test) a modo de diagnóstico. La misma prueba se aplicó de nuevo en la fase final (post-test) lo que permitió medir la ganancia de aprendizaje.

Para valorar la ganancia de aprendizaje en los estudiantes de la población muestra y de control, se utilizó el factor de Hake [13], el cual representa una medida de esta situación. Hake encontró que los cursos en los que se utiliza algún método interactivo -basado en un programa educativo reformado con base en lo que se denomina Investigación Educativa en Física o, de sus siglas en inglés, PER (Physics Education Research)- obtuvieron muy altas

ganancias posibles en comparación con cursos tradicionales. Encontró también, que en distintas instituciones con diferentes resultados en exámenes de opción múltiple estandarizados, los cursos de Física con estructuras similares, alcanzan proporciones semejantes de ganancia posible. Entonces, el factor de Hake es un buen indicador del mérito académico de un método de enseñanza.

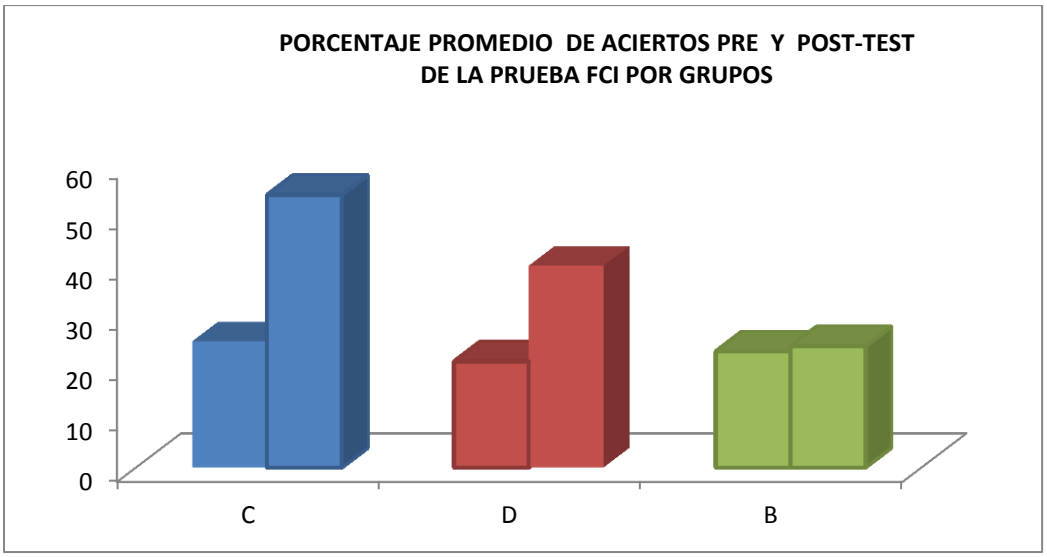
Con respecto a la condición de Ausubel para el aprendizaje significativo en torno al material potencial, psicológico y relacionante con la estructura del estudiante, se elaboraron y aplicaron guías para el desarrollo de los conceptos presentados en una unidad didáctica (APÉNDICE 1) y se retomó el mapa conceptual utilizado como herramienta para la presentación del contenido y seguimiento del progreso o adelanto de los conceptos (ANEXO 2)

Para el desarrollo de los contenidos se utilizó el diagrama de fuerza como la herramienta que sirvió como mediadora en el aprendizaje significativo del tema las leyes de Newton, bajo un enfoque constructivista, en cuanto que, se presentó como facilitador a un nivel representacional de una situación física, en el que el estudiante dio significado a los elementos que se plasman en dicho diagrama, como lo son: el sistema (objeto de estudio), las fuerzas de contacto (como por ejemplo la fuerza de fricción) y a distancia (como por ejemplo la fuerza de gravedad) presentes en el sistema, representadas con vectores y por tanto con magnitud, sentido y dirección. Para lograr esto se desarrollaron guías (ANEXO 3) en las que el estudiante llevó a cabo los siguientes pasos: descripción de la situación física, representación simplificada de la situación, representación de las interacciones entre sistemas en forma matricial, representación del sistema de interés en forma aislada, listado de las fuerzas que actúan sobre el sistema de interés asignando una notación, representación de las fuerzas que actúan sobre el sistema de interés (diagrama de fuerza), representación de las fuerzas simplificando el modelo a una partícula. Posterior al desarrollo de estas guías se elaboraron prácticas de laboratorio en los cuales los estudiantes debían construir y analizar las situaciones problemas abordadas teóricamente en la clase sobre las leyes de Newton (ANEXO 4)

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

A continuación se presenta el resultado global obtenido para cada grupo a saber: grupo muestra (10º C y D, 66 estudiantes) y grupo control (10º B, 30 estudiantes). De igual forma, se presenta el resultado discriminado en los siguientes temas: clases de fuerzas, primera ley de Newton, segunda ley de Newton y tercera ley de Newton. Los resultados se presentan indicando el porcentaje promedio de acierto de las preguntas del FCI en sus aplicaciones pre y post test y el cálculo del factor de Hake para visualizar numéricamente el nivel de aprendizaje logrado.

4.1 Resultado global

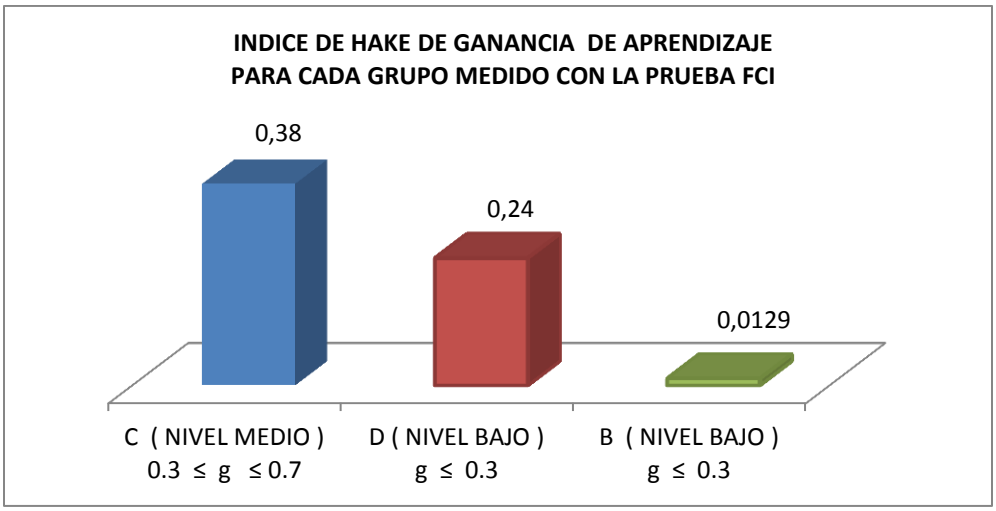


Gráfica 1

PORCENTAJE PROMEDIO DE ACIERTO PRE Y POST TEST DE LA PRUEBA FCI POR GRUPOS		
GRUPO	**PRE-TEST**	**POST-TEST**
C (MUESTRA)	25	54
D (MUESTRA)	21	40
B (CONTROL)	23	24

Tabla 1

Gráfica y Tabla 1 PORCENTAJE PROMEDIO DE ACIERTOS PRE Y POST-TEST DE LA PRUEBA FCI POR GRUPOS



Gráfica 2

INDICE DE HAKE DE GANANCIA DE APRENDIZAJE PARA CADA GRUPO MEDIDO CON LA PRUEBA FCI		
GRUPO	INDICE DE HAKE (g)	NIVEL
C (MUESTRA)	0,38	MEDIO
D (MUESTRA)	0,24	BAJO (CERCANO AL MEDIO)
B (CONTROL)	0,0129	BAJO (CASI NULO)

Tabla 2

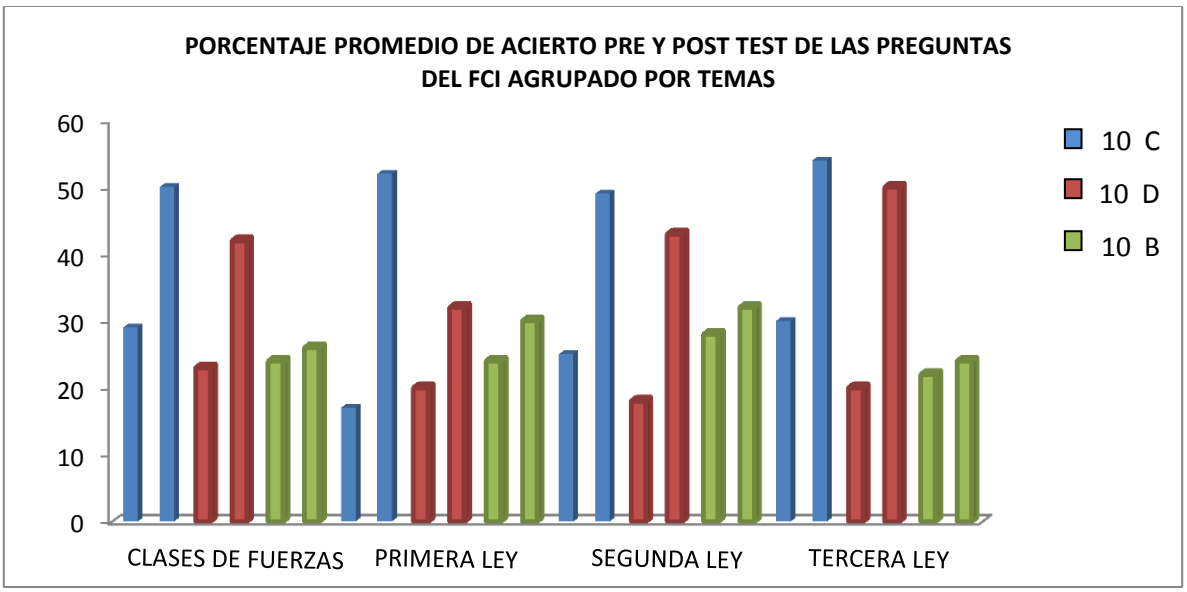
Gráfica y Tabla 2 INDICE DE HAKE DE GANANCIA DE APRENDIZAJE PARA CADA GRUPO MEDIDO CON LA PRUEBA FCI

Se hace evidente que la aplicación de la propuesta de esta práctica docente generó buenos resultados en los grupos muestra (10 C y 10 D) donde se obtuvieron ganancias de aprendizaje sustanciales en lo referente a la mecánica Newtoniana (Gráfica 1, Tabla 1, Gráfica 2, Tabla 2). En contraposición se observa que el grupo control (10 B) obtuvo una muy baja ganancia de aprendizaje (prácticamente nula), lo cual se puede deber a que no hubo aplicación de la propuesta, sino que se desarrolló una metodología tradicional

La diferencia significativa entre los grupos 10 C y 10 D se da por condiciones internas en los grupos, tales como interés, disciplina, horas efectivas de trabajo en la propuesta (se perdieron un total de 8 horas de clase con el grupo D, sin lograr por ello el desarrollar el total de las guías planteadas, ni laboratorios).

4.2 Resultado por temas

En la Gráfica 3 y la Tabla 3 se presenta el porcentaje promedio de aciertos pre y pos test clasificados por temas.



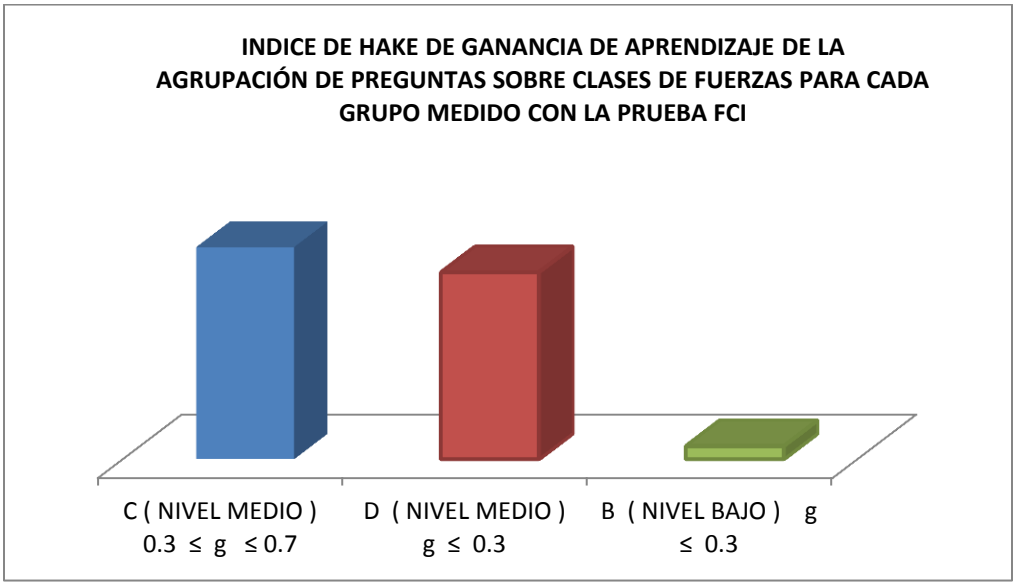
PORCENTAJE PROMEDIO DE ACIERTO PRE Y POST TEST DE LAS PREGUNTAS DEL FCI AFGRUPADA POR TEMAS																							
CLASES DE FUERZAS						PRIMERA LEY						SEGUNDA LEY						TERCERA LEY					
C		D		B		C		D		B		C		D		B		C		D		B	
20	52	23	42	24	26	17	52	20	32	24	30	25	53	18	43	32	28	20	50	30	54	22	24

Gráfica y Tabla 3 PORCENTAJE PROMEDIO DE ACIERTO PRE Y POST TEST DE LAS PREGUNTAS DEL FCI AFGRUPADA POR TEMAS

Nuevamente se observa como el desarrollo de la propuesta en los grupos muestra logró mejorar la asimilación de los conceptos en todos los temas referentes a las leyes de Newton (Gráfica 3, Tabla 3), enriqueciendo los procesos de análisis de las situaciones físicas planteadas. El grupo de control no mostro avances significativos.

A continuación se presentan las gráficas y tablas de datos para cada uno de los temas, para su análisis y discusión.

4.2.1 Clases de fuerzas



Gráfica 4

INDICE DE HAKE DE GANANCIA DE APRENDIZAJE DE LA AGRUPACIÓN DE PRGUNTAS SOBRE CLASES DE FUERZAS PARA CADA GRUPO MEDIDO CON LA PRUEBA FCI		
GRUPO	**INDICE DE HAKE (g)**	**NIVEL**
C (MUESTRA)	0,42	MEDIO
D (MUESTRA)	0,24	BAJO (CERCANO AL MEDIO)
B (CONTROL)	0,026	BAJO (CASI NULO)

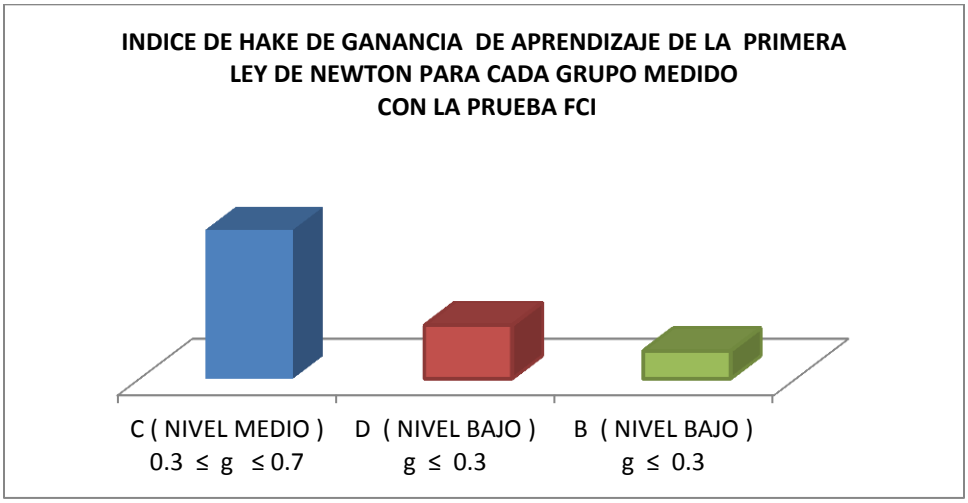
Tabla 4

Gráfica y Tabla 4 INDICE DE HAKE DE GANANCIA DE APRENDIZAJE DE LA AGRUPACIÓN DE PRGUNTAS SOBRE CLASES DE FUERZAS PARA CADA GRUPO MEDIDO CON LA PRUEBA FCI

Los resultados obtenidos para la sustancial ganancia de aprendizaje en los grupos muestra respecto al tema sobre las *Clases de Fuerza* (Gráfica 4, Tabla 4) se debe a que se desarrollaron guías de situaciones físicas en las que el estudiante logró identificar las fuerzas (interacciones) que actúan sobre el sistema físico analizado. Una vez identificadas éstas, se continuó con su registro en una matriz de interacciones; este trabajo

permanente del análisis de las posibles interacciones, permitió a los estudiantes obtener una mayor ganancia conceptual. El logro en la asimilación del concepto de fuerza, permitió estructurar la situación física de forma tal que el estudiante la interpretara y propusiera análisis más profundos, planteando soluciones a los interrogantes presentados.

4.2.2 Primera Ley de Newton



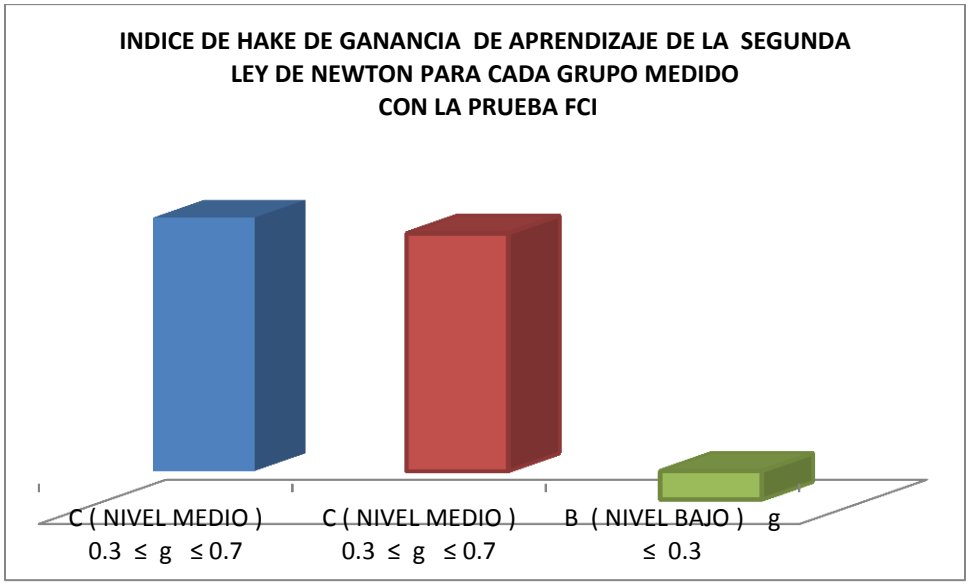
INDICE DE HAKE DE GANANCIA DE APRENDIZAJE DE LA PRIMERA LEY DE NEWTON PARA CADA GRUPO MEDIDO CON LA PRUEBA FCI		
GRUPO	**INDICE DE HAKE (g)**	**NIVEL**
C (MUESTRA)	0,42	MEDIO
D (MUESTRA)	0,15	BAJO
B (CONTROL)	0,078	BAJO (CASI NULO)

Gráfica y Tabla 5 INDICE DE HAKE DE GANANCIA DE APRENDIZAJE DE LA PRIMERA LEY DE NEWTON PARA CADA GRUPO MEDIDO CON LA PRUEBA FCI

Los resultados obtenidos para la sustancial ganancia de aprendizaje en los grupos muestra respecto al tema sobre la *Primera ley de Newton* (Gráfica 5, Tabla 5), se debe a que en el trabajo desarrollado con las guías y laboratorios, en los cuales los estudiantes debían realizar los esquemas de las situaciones físicas, representando con vectores y posteriormente realizar el registro de dichas fuerzas en una matriz de interacción. Dicho

procedimiento fue determinante en el cambio conceptual y la asimilación del concepto reposo y movimiento, al observar que en el diagrama de fuerza para una partícula, las fuerzas que actúan sobre un cuerpo "se anulan" o no, al ser sumadas como vectores.

4.2.3 Segunda ley de Newton



INDICE DE HAKE DE GANANCIA DE APRENDIZAJE DE LA SEGUNDA LEY DE NEWTON PARA CADA GRUPO MEDIDO CON LA PRUEBA FCI		
GRUPO	**INDICE DE HAKE (g)**	**NIVEL**
C (MUESTRA)	0,37	MEDIO
D (MUESTRA)	0,3	MEDIO
B (CONTROL)	-0,05	BAJO (NEGATIVO)

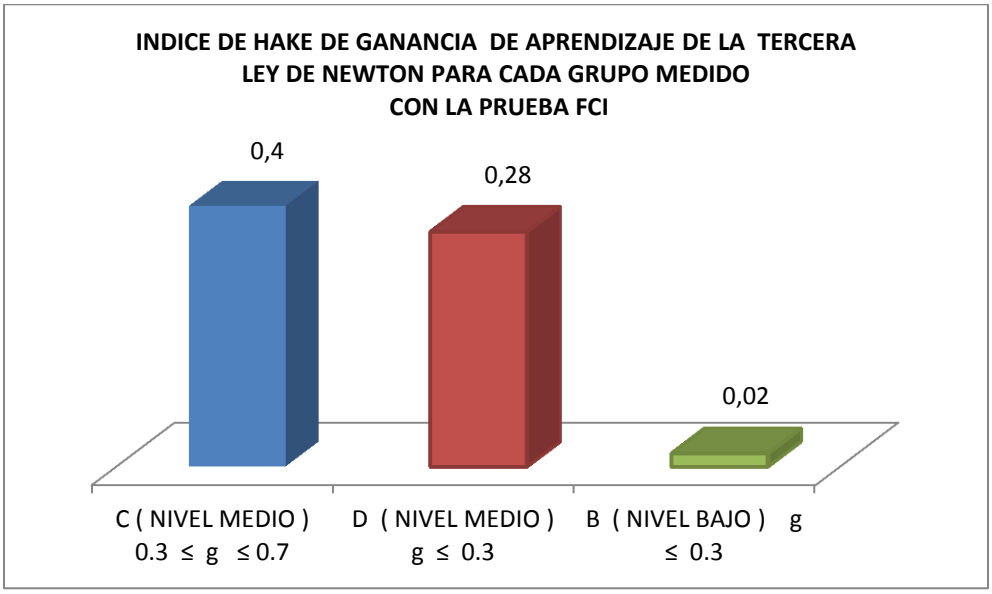
Gráfica y Tabla 6 INDICE DE HAKE DE GANANCIA DE APRENDIZAJE DE LA SEGUNDA LEY DE NEWTON PARA CADA GRUPO MEDIDO CON LA PRUEBA FCI

Los resultados obtenidos para la sustancial ganancia de aprendizaje en los grupos muestra respecto al tema sobre la *Segunda ley de Newton* (Gráfica 6, Tabla 6), se debe, como en la primera ley, a la habilidad obtenida por los estudiantes en representar adecuadamente las fuerzas externas que actúan sobre el sistema físico de interés. Sin embargo, es necesario

decir que se observó la siguiente dificultad: los estudiantes plantean muy bien los marcos de referencia, los sistemas de coordenadas, la matriz de fuerzas, incluso las ecuaciones derivadas de los esquemas de fuerza, pero la matematización posterior se abre como una brecha difícil de sobrepasar. Adicionalmente a partir de las preguntas del test se puede analizar que estas, a pesar de ser de la "cotidianidad", representan un reto para el estudiante, en la medida que solo justifican la aplicación de la segunda ley cuando verifican que hay aceleración como aumento de la velocidad (no la justifican para un cambio en la dirección del movimiento, o una disminución en la rapidez).

El resultado negativo en el grupo de control manifiesta una disminución en el porcentaje de acierto del tema, y por consiguiente en la asimilación del mismo. El error constructivista según Piaget, es evidencia del desequilibrio involucrado dentro del proceso de acomodación de los conceptos. Siendo así, se esperaría del grupo control, el inicio de un proceso de aprendizaje de la segunda ley, a partir del reconstrucción de los conceptos en la estructura cognitiva de los estudiantes, muy buen punto de partida para continuar en la búsqueda de un aprendizaje significativo a través del desarrollo de los contenidos siguientes para el grado 10 y 11 utilizando la metodología y modelo pedagógico propuesto en este trabajo.

4.2.4 Tercera Ley



INDICE DE HAKE DE GANANCIA DE APRENDIZAJE DE LA TERCERA LEY DE NEWTON PARA CADA GRUPO MEDIDO CON LA PRUEBA FCI		
GRUPO	**INDICE DE HAKE (g)**	**NIVEL**
C (MUESTRA)	0,37	MEDIO
D (MUESTRA)	0,34	MEDIO
B (CONTROL)	0,025	BAJO (CASI NULO)

Gráfica y Tabla 7 INDICE DE HAKE DE GANANCIA DE APRENDIZAJE DE LA TERCERA LEY DE NEWTON PARA CADA GRUPO MEDIDO CON LA PRUEBA FCI

El nivel de ganancia de aprendizaje obtenido por los grupos muestra para el tema sobre la *Tercera ley de Newton* (Gráfica 7, Tabla 7), se debe esencialmente al uso didáctico de lo que se denominó en este trabajo, construcción de la matriz de fuerzas (matriz de interacciones).

En el análisis de las actividades de clase como la construcción del mapa conceptual de las leyes de Newton y de las matrices de interacción de las fuerzas, se hace claro que el estudiante identifica los conceptos de acción y reacción, no obstante, la aplicación práctica evaluada en el test, no lo ratifica de una forma tan significativa.

A continuación se presenta la tabla de agrupación de preguntas con las cuales fue valorada la sección del test FCI para cada uno de los temas.

TEMA	AGRUPACIÓN DE PREGUNTAS
PRIMERA LEY	5, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16 y 20.
SEGUNDA LEY	1, 2, 3, 5, 6, 7,8, 11, 12, 13, 14, 15, 17 y 18.
TERCERA LEY	4, 8, 9, 10 y 19
CLASES DE FUERZA	1, 2, 3, 5, 6, 7, 11 y 20.

Tabla 8

Tabla 8 AGRUPACIÓN DE PREGUNTAS POR TEMAS.

5. CONCLUSIONES

- En esta práctica docente se mostró que la enseñanza de las leyes de Newton desde un enfoque constructivista mediante el uso adecuado y sistemático de los diagramas de fuerza, proporcionó una sustancial ganancia de aprendizaje de éstas, en los estudiantes de décimo grado de la I.E San José Obrero, en cuanto a su comprensión y correcta aplicación.

- El hecho de que los estudiantes hayan seguido una secuencia en el desarrollo de las guías, fue determinante en el avance y ganancia en cada uno de los temas evaluados (clases de fuerzas y leyes de Newton), ya que la guía como ya se mencionó hace que el estudiante plasme en gráficos las fuerzas y sus interacciones evidenciando así las clases de fuerzas y la praxis de las leyes de Newton.

- El cambio conceptual evidenciado con el desarrollo de la propuesta, valida lo planteado por Ausbel y Novak en la medida de que los preconceptos sobre los temas evaluados, clases de fuerza y leyes de Newton, fueron enriquecidos y variados en su estructura. Los estudiantes lograron hacer una diferenciación progresiva y una reconciliación integradora de los conceptos básicos de los temas, lo que puede considerarse como un cambio conceptual de una visión aristotélica de la fuerza a una Newtoniana. Sin desconocer que aún hay persistencia de preconceptos que hacen erróneo el análisis de las situaciones físicas que se plantean en el aula de clase, se valida la propuesta del uso del diagrama de fuerza como herramienta para el aprendizaje significativo de las leyes de Newton.

- Los rangos utilizados para la valoración del índice de ganancia a partir del factor de Hake, a pesar de ser estandarizados y muchas veces evaluados según la revisión bibliográfica realizada, no están acordes al nivel de exigencia que se puede realizar para la actual educación básica, y en particular en la I.E San José Obrero ya que los estudiantes de los grupos muestra, aún presentan contaminación de procesos

evaluativos plateados por el estado mediante decretos reglamentarios como el 1860 de 1994, que no implicaban una verdadera exigencia académica, reflejado ello en la desidia y/o falta de interés por aprendizaje verdaderamente significativo, y sin mayor exigencia de saberes. Por lo anterior se hace un análisis de ganancia positivo para todos los temas, en la medida que en corto tiempo y con una exigencia moderada, se logró avanzar en la asimilación de los conceptos básicos de las leyes de Newton.

- La propuesta abarca varios aspectos para lograr un aprendizaje significativo de las leyes de Newton, es así como se planeó una unidad didáctica programada para 30 horas, las cuales se dedicaron a desarrollar guías de laboratorio, guías de ejercicios, lecturas, mapas conceptuales, evaluaciones, lo cual facilitó que el estudiante aplicará los conceptos estudiados en varias situaciones, dando realmente significado al aprendizaje, en la medida que vivenciaba y lograba interactuar con el objeto de estudio.

- Cualitativamente, la propuesta puede ser evaluada como positiva, ya que los alumnos muestran un nuevo interés por el aprendizaje, ya no mecánico y conductista, sino participativo, abierto al cambio permanente, verdaderamente significativo en sus procesos, materiales, metodologías y resultados.

6. CRONOGRAMA

La propuesta se desarrolló en el tercer período académico del año escolar 2011 el cual comprende en su totalidad 10 semanas, la cuales se distribuyeron de la siguiente manera. (ver cuadro de cronograma).

Duración / Actividad	Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Revisión bibliográfica																
Diseño de la Unidad Didáctica																
Diseño de variables e indicadores																
Diseño y/o adaptación de la prueba PRE (Tipo FCI)																
Diseño de Talleres sobre representación de las interacciones con diagramas de fuerza (Talleres I)																
Aplicación de prueba PRE																
Análisis de la prueba PRE																
Aplicación de Talleres I.																
Diseño y/o adaptación de la prueba																

INTERMEDIA (TIpo FCI)																
Aplicación de la prueba INTERMEDIA																
Análisis de la prueba INTERMEDIA																
Diseño de Talleres sobre las leyes de Newton (Talleres II)																
Aplicación de Talleres II																
Diseño y/o adaptación de la prueba (TIpo FCI)																
Aplicación de la prueba POST																
Análisis de la prueba POST																
Elaboración de Resultados																
Elaboración del Informe Final																
Revisión por el Director																
Hacer correcciones																

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] MOREIRA, Marco Antonio. y Otros. *Modelos Mentales y Modelos Conceptuales en la Enseñanza/aprendizaje de las Ciencias***.** Brasil. Pág.1

[2] MOREIRA, Marco Antonio. y Otros *Modelos Mentales y Modelos Conceptuales en la Enseñanza/aprendizaje de las Ciencias***.** Brasil. **"**Mapas conceptuales y aprendizaje significativo en ciencias". Brasil. Pag.6

[3] RUIZ, Farfán Antonio. *Cómo enseñar el 3 principio de la dinámica*. 3 de Octubre de 2010.

[4] FERNÁNDEZ, J. y ORRIBO, T. *Los modelos didácticos en la enseñanza de la Física*. Ponencia presentada en IX Congreso de la Didáctica de la Física". Madrid septiembre de 1995.

[5] MONEREO FONT, Carlos et al. *Estrategias de enseñanza y de aprendizaje*. Barcelona. Editorial Graó. 1997

[6] RIVERO, Héctor, P*ropuesta para romper tradiciones en la enseñanza de la FÍSICA* Departamento de Ciencias Exactas. Facultad Media Superior. Universidad Pedagógica "Félix Varela"

[7] ADELA TELLEZ, Felipe. Secuencias didácticas ABP para principios de la dinámica y leyes de Newton en bachillerato. Tesis de maestría. Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada. México, D. F., Febrero de 2010

[8] SOLER, Juan. *Metodologías alternativas para la enseñanza de la física*.[en línea]. Disponible en la web: http://www-fen.upc.es

[9] MAULEN Roni; BAT SHEVA Eylo. *"Physics with a Smile"*– Explaining Phenomena with a Qualitative Problem-Solving Strategy. The Weizmann Institute of Science, Rehovot, Israel

[10] ROSENGRANT, Alan Van Heuvelen; ETKINA Eugenia. *Do students use and understand free-body diagrams?* PHYSICAL REVIEW SPECIAL TOPICS - PHYSICS EDUCATION RESEARCH 5, 010108 _2009_ _Received 5 June 2008; published 1 June 2009

[11] *A. J. Cañas, J. D. Novak, F. M. González. Concept Maps: Theory, Methodology, Technology Proc. of the First Int. Conference on Concept Mapping, Eds. Pamplona, Spain 2004* **.**

[12] MORA César A y BENÍTEZA Y, Errores conceptuales sobre fuerza y su impacto en la enseñanza. Revista Cub. Física vol. 24, No. 1 (2007) p.41-45

[13] Grupo L.A.C.E. *Introducción al Estudio de Caso en Educación*. Universidad de Cádiz. 1999

ANEXOS

Anexo 1 Sección de prueba FCI (Force Concept Inventory)

TEST INVENTARIO DE CONCEPTOS DE FUERZA

Por favor:

No escriba sobre este cuestionario.

Marque la respuesta en la hoja de respuestas.

Marque con una **X** únicamente la respuesta correcta.

No deje de contestar ninguna pregunta.

Evite adivinar. Sus respuestas reflejan lo que piensa personalmente

Gracias por su colaboración

1)Dos bolas de metal del mismo tamaño en donde una pesa el doble de la otra, se dejan caer desde lo alto de un edificio en el mismo instante de tiempo. El tiempo que demoran las bolas en caer al suelo será:

aproximadamente la mitad para la bola más pesada que para la bola ligera.

aproximadamente la mitad para la bola menos pesada que para la bola más pesada.

aproximadamente el mismo para ambas bolas.

considerablemente menos para la bola más pesada, pero no necesariamente la mitad.

considerablemente menos para la bola ligera, pero no necesariamente la mitad.

2)Las dos bolas de metal del problema anterior ruedan fuera de la mesa horizontal con la misma velocidad. En está situación.

ambas bolas golpean el suelo aproximadamente a la misma distancia desde la base de la mesa.

la bola más pesada golpea el suelo aproximadamente en la mitad de la distancia desde la base de la mesa en comparación con la bola ligera.

la bola liviana golpea el suelo desplazándose aproximadamente la mitad de la distancia respecto de la base de la mesa, en relación con la bola más pesada.la bola pesada golpea el suelo cerca de la base de la mesa en comparación con la bola liviana, pero no necesariamente la mitad de la distancia horizontal que logra la liviana.

la bola liviana golpea el suelo cerca de la base de la mesa en comparación con la bola pesada, pero no necesariamente la mitad de la distancia horizontal que logra la pesada.

3)Una piedra que cae desde lo alto de un edificio hacia la superficie de la tierra:

alcanza una máxima velocidad después de caer y adquiere una velocidad constante después.

la velocidad aumenta a medida que cae debido a la atracción gravitacional fuerte mientras la piedra golpea la tierra.

la velocidad aumenta debido a una fuerza constante de gravitación actuando sobre la piedra.

cae debido a la tendencia natural de los objetos al reposo en la superficie de la tierra.

cae debido a la combinación de efectos de la fuerza gravitacional empujada hacia abajo y la fuerza del aire empujado en la misma dirección.

4)Un camión colisiona de frente con un automóvil. Durante la colisión:

el camión ejerce una gran cantidad de fuerza sobre el carro comparada con la ejercida por el carro sobre el camión.

el carro ejerce una gran cantidad de fuerza sobre el camión comparada con la ejercida por el camión sobre el carro.

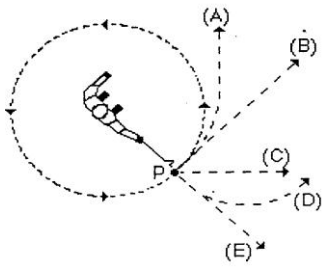
ninguno ejerce fuerza sobre el otro.

el camión ejerce una fuerza sobre el carro, pero el carro no ejerce fuerza sobre el camión.

el camión ejerce la misma cantidad de fuerza sobre el carro como el carro ejerce sobre el camión.

5)Una bola pesada es atada a una cuerda, está mueve en una trayectoria circular en un plano horizontal como se ilustra en la figura siguiente.

En el punto “p” indicado en la figura la cuerda de repente se rompe cerca de la bola. Si este evento es observado directamente desde arriba como se ve en la figura. Que camino seguirá la bola después de romperse la cuerda.



6)Un niño lanza una bola hacia arriba. Considere el movimiento de la bola solo después de que ha dejado la mano del niño, pero antes de que toque el suelo, y considere las fuerzas ejercidas por el aire como despreciables. Para estas condiciones, la(s) fuerza(s) que actúan sobre la bola es (son):

una fuerza hacia abajo ejercida por la gravedad y una fuerza cada vez menor hacia arriba dada por la mano del niño.

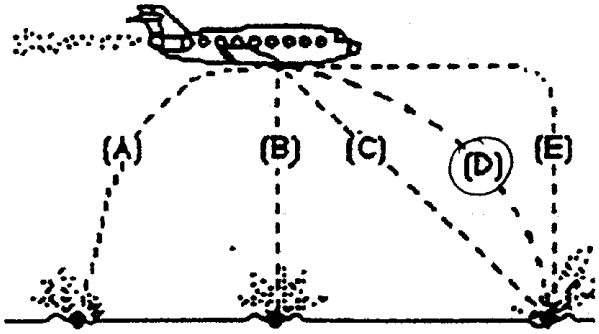
una fuerza hacia arriba que decrece continuamente a partir del momento que deja la mano del niño hasta que alcanza su punto más alto y hacia abajo la fuerza de gravedad cuando el objeto se aproxima a la tierra.

una fuerza constante hacia abajo de la gravedad junto con una fuerza hacia arriba que disminuye de manera constante hasta que el balón llega a su punto más alto.

una fuerza constante hacia abajo de la gravedad.

ninguna de las anteriores. La pelota cae de nuevo al suelo a causa de su tendencia natural, a estar sobre la superficie de la tierra.

7)Una bola de bolos cae accidentalmente del compartimento de equipaje de un avión comercial, mientras el avión viaja en linea recta en dirección horizontal. Una persona parada en el suelo observa el avión como se ve en la figura; que trayectoria seguirá la bola de bolos después de dejar el avión?



Use el texto y la siguiente figura para responder las siguientes dos preguntas (8 y 9)

Un camión presenta una falla mecanica en el camino y un auto pequeño lo empuja hacia el pueblo, como se muestra en la figura.

8)Mientras el automóvil todavía empuja al camión, alcanza la velocidad máxima permitida en la carretera:

la magnitud de la fuerza con la que el automóvil empuja al camión es igual a la magnitud de la fuerza hacia atrás con la que el camión empuja al automóvil.

la magnitud de la fuerza con la que el automóvil empuja el camión es menor a la magnitud de la fuerza hacia atrás con la que el camión empuja al automóvil.

la magnitud de la fuerza con la que el automóvil empuja al camión es mayor a la magnitud de la fuerza hacia atrás con la que el camión empuja al automóvil.

como el motor del automóvil está funcionando, hace que el automóvil empuje el camión y como el motor del camión no funciona, entonces no puede empujar al automóvil; el camión es empujado hacia adelante simplemente porque está en el camino del automóvil.

ni el auto ni el camión ejercen ninguna fuerza el uno sobre el otro. El camión es empujado hacia adelante simplemente porque está en el camino del auto.

9)Después de que el automóvil, que sigue empujando al camión, llega a la velocidad permitida en la carretera, el conductor del automóvil la mantiene constante. En este caso:

la magnitud de la fuerza con la que el automóvil empuja al camión es igual a la magnitud de la fuerza hacia atrás con la que el camión empuja al automóvil.

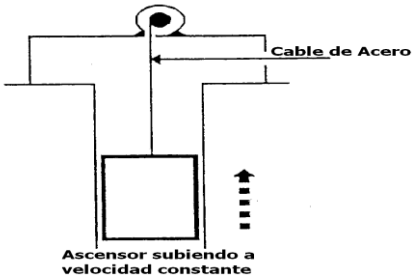
La magnitud de la fuerza con la que el automóvil empuja el camión es menor a la magnitud de la fuerza hacia atrás con la que el camión empujar al automóvil.

la magnitud de la fuerza con la que el automóvil empuja al camión es mayor a la magnitud de la fuerza hacia atrás con la que el camión empuja al automóvil.

como el motor del automóvil está funcionando, hace que el auto empuje el camión y como el motor del camión no funciona, entonces no puede empujar al coche; el camión es empujado hacia adelante simplemente porque está en el camino del automóvil.

ni el automóvil ni el camión ejercen ninguna fuerza el uno sobre el otro. El camión es empujado hacia adelante simplemente porque está en el camino del auto.

10)Un ascensor se levanta por un eje elevador a una velocidad constante por un cable de acero como se muestra en la figura de abajo. Todos los rozamientos son despreciables. En está situación, las fuerzas en el ascensor son tales que:



la fuerza ejercida hacia arriba por el cable es mayor que la fuerza ejercida hacia abajo por la gravedad.

la fuerza ejercida hacia arriba por el cable es igual a la fuerza ejercida hacia abajo por la gravedad.

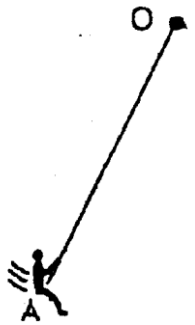
la fuerza ejercida hacia arriba por el cable es más pequeña que la fuerza ejercida hacia abajo por la gravedad.

la fuerza ejercida hacia arriba por el cable es mayor que la suma de la fuerza ejercida hacia abajo por la gravedad y por la fuerza ejercida hacia abajo por la presión atmosferica.

ninguna de las anteriores (el ascensor sube, porque el cable se está recogiendo, no porque alguna fuerza sea ejercida en el ascensor por el cable).

11)La siguiente figura muestra los movimientos de balanceo de un niño en una cuerda, a partir de un punto superior a A.

Considere las siguientes fuerzas:



la fuerza de gravedad hacia abajo.

una fuerza ejercida por la cuerda apuntando desde “A” a “O”.

una fuerza en la dirección del movimiento del niño.

una fuerza apuntando desde O hasta A.

Que fuerzas están actuando sobre el niño cuando está en la posición A.

1 únicamente.

1 y 2.

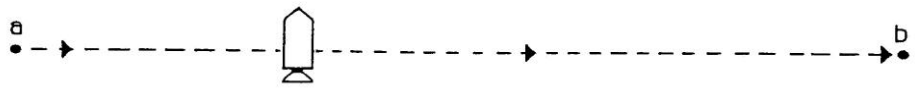
1 y 3.

1,2 y 3.

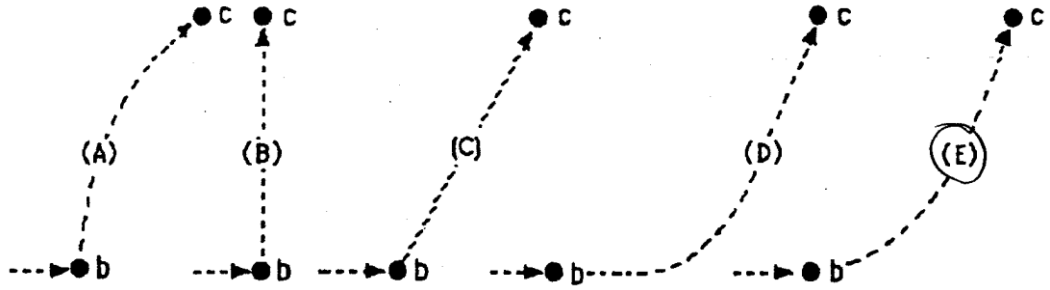
1,3 y 4.

Utilice el texto y la siguiente figura para responder las preguntas (12 hasta 15).

Un cohete se desvía viajando de lado en el espacio exterior desde el punto "a" al punto "b" como se indica en la figura. El cohete no está sujeto a fuerzas externas. A partir de la posición "b", el motor del cohete se enciende y produce un empuje constante (fuerza en el cohete) a los ángulos rectos a la línea "ab". El empuje constante se mantiene hasta que el cohete llegue a un punto "c" en el espacio.



12)Cual de las siguientes trayectorias representa mejor el camino del cohete entre los puntos “b” y “c”?



13)Cuando el cohete se mueve desde la posición “b” hasta la posición “c” como será su velocidad:

constante.

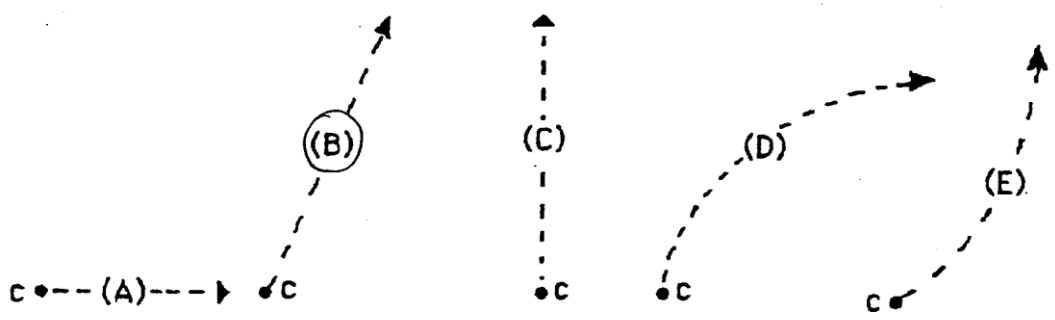
incrementa continuamente.

decrece continuamente.

incrementa y posteriormente es constante.

constante y decrece posteriormente.

14)En el punto “c” el cohete del motor está apagado y el empuje de inmediato se reduce a cero. Cual de los caminos siguientes seguirá el cohete más allá del punto “c”?



15)Mas allá de la posición “c” la velocidad del cohete es:

constante.

incrementa continuamente.

decrece continuamente.

incrementa y posteriormente es constante.

constante y decrece posteriormente.

16)La siguiente figura muestra a un joven que ejerce una fuerza horizontal constante en una caja grande que se encuentra sobre un plano horizontal. Como resultado, la caja se mueve a través del suelo horizontal a una velocidad constante.

La fuerza horizontal constante aplicada por el joven:

tiene la misma magnitud que el peso de la caja.

es grande en comparación con el peso de la caja.

tiene la misma magnitud que la fuerza total que resiste el movimiento de la caja.

es mayor que la fuerza total que resiste el movimiento de la caja.

es mayor que cualquiera de los dos el peso de la caja o la fuerza total que se resiste a su movimiento.

17)Si el joven de la pregunta anterior duplica la fuerza horizontal constante que ejerce sobre la caja para empujarla sobre el mismo suelo horizontal, la caja se mueve:

con una velocidad constante que es el doble de la velocidad "V_0" en la pregunta anterior.

con una velocidad constante que es mayor que la velocidad "V_0" en la pregunta anterior, pero no necesariamente el doble de grande.

por un tiempo con una velocidad que es constante y mayor que la velocidad, "V_0", comparada con una velocidad que incrementa posteriormente.

por un tiempo con un aumento de la velocidad, entonces con una velocidad constante.

con una velocidad que incrementa constantemente.

18)Si el joven de la pregunta 16 de repente detiene la fuerza aplicada sobre la caja, entonces la caja:

inmediatamente se detiene.

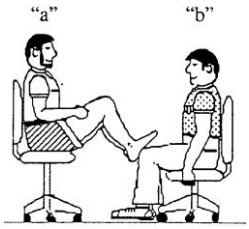
continua moviéndose a una velocidad constante por un rato y luego se detiene lentamente.

inmediatamente inicia su desaceleración hasta detenerse.

continua a una velocidad constante.

incrementa su velocidad por un momento y entonces inicia su desaceleración hasta detenerse.

19)En la figura de la derecha, un estudiante "a" tiene una masa de 95 kg y un estudiante "b" tiene una masa de 77kg. Ellos se sientan en sillas de oficina iguales uno frente al otro.



Durante el empuje y mientras los estudiantes está quieto uno contra el otro.

ningún estudiante ejerce fuerza uno sobre el otro.

el estudiante “a” ejerce una fuerza sobre el estudiante “b”, pero el estudiante “b” no ejerce ninguna fuerza sobre el estudiante “a”.

cada estudiante ejerce una fuerza sobre el otro, pero “b” ejerce una gran fuerza.

cada estudiante ejerce una fuerza sobre el otro, pero “a” ejerce una gran fuerza.

cada estudiante ejerce igual fuerza uno al otro.

20) Una silla vacía de oficina se encuentra descansando en el piso. Considere las siguientes fuerzas:

la fuerza de gravedad ejercida hacia abajo.

una fuerza hacia arriba ejercida por el piso.

una fuerza neta hacia abajo ejercida por el aire.

Que fuerzas están actuando sobre la silla de oficina

1 únicamente

1 y 2

2 y 3

1,2 y 3

ninguna de las fuerzas. (La silla se encuentra en reposo y no hay fuerzas que actúen sobre ella)

Anexo 2. Mapa conceptual

Desarrollado con el programa Cmaptool, los estudiantes del grado 10 construyen mapas conceptuales demostrando reconciliación integradora y diferenciación progresiva entre los conceptos.

Anexo 3 Guías didácticas

Se desarrollaron un total de 20 guías, en el presente anexo aparecen a modo de ejemplo guía desarrollada por M. Sc Diego Luis Aristizábal Ramírez **y tres guías desarrolladas por estudiantes.**

Ejemplo 1

1. **DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN FÍSICA**

Figura 1

Sistema físico: El libro:

Libro en reposo sobre mesa horizontal.

2. **REPRESENTACIÓN SIMPLIFICADA DE LA SITUACIÓN FÍSICA**

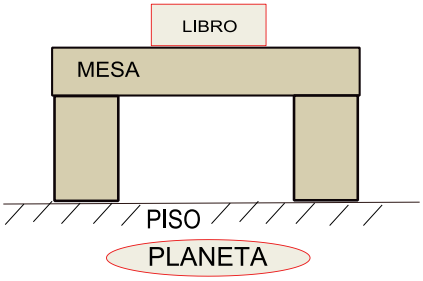


Figura 2

3. REPRESENTAR EN FORMA MATRICIAL LAS INTERACCIONES ENTRE SISTEMAS

	LIBRO	MESA	PISO	PLANETA
LIBRO	IMPOSIBLE	SI	NO	SI
MESA	SI	IMPOSIBLE	SI	SI
PISO	NO	SI	IMPOSIBLE	SI
PLANETA	SI	SI	SI	IMPOSIBLE

Celdas del mismo color corresponden a un par de ACCIÓN-REACCIÓN (**Tercera ley de Newton**)

4. REPRESENTAR CON LÍNEA PUNTEADA CERRADA EL(LOS) SISTEMA(s) FÍSICO(S) DE INTERÉS

Sistema físico de interés: El libro

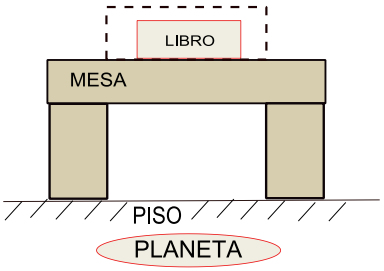


Figura 3

5. LISTA DETALLADA DE LAS FUERZAS QUE ACTÚAN SOBRE EL(LOS) SISTEMA(S) FÍSICO(S) DE INTERÉS Y ASIGNAR UNA NOTACIÓN

Sistema: El libro

- Fuerza que ejerce la mesa sobre el libro (Fuerza Normal): N
- Fuerza de atracción que ejerce el planeta tierra sobre el libro (Peso del libro): P

¿Cuáles son las fuerzas de reacción?

- Fuerza que ejerce el libro sobre la mesa (actúa sobre la mesa): N'
- Fuerza de atracción que ejerce el libro sobre el planeta (actúa sobre el planeta): P'

6. REPRESENTACIÓN DE LAS FUERZAS (DIAGRAMA DE FUERZAS) QUE ACTÚAN SOBRE EL(LOS) SISTEMA(S) DE INTERÉS

- Debe "aislarse el sistema".
- Las fuerzas, en la medida de lo posible, se representarán con longitudes relativas.

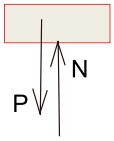


Figura 4

7. REPRESENTACIÓN DE LAS FUERZAS SIMPLIFICANDO EL MODELO A UNA PARTÍCULA (SÍ ES POSIBLE)

Figura 5

-FIN DE LA ACTIVIDAD-

8. ¿QUE SIGUE?

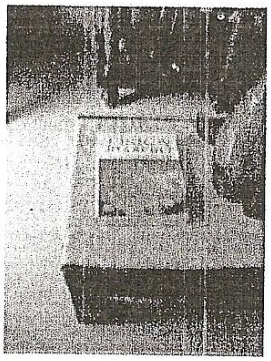
Para continuar la situación problema se deberían completar los siguientes pasos:

- Una vez descrita la situación problema y realizada su representación simplificada se debería:
  - Elegir MARCO DE REFERENCIA.
  - Elegir SISTEMA DE COORDENADAS ANCLADO AL MARCO DE REFERENCIA.
- Después del paso 7, hacer la descomposición de fuerzas (componentes rectangulares) y proceder a aplicar las leyes de newton por cada dirección.
- Resolver las ecuaciones.
- Verificar los resultados.

Kimberly Henao Pizarro 1082

Ejemplo 1

1. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN FÍSICA



EDWIN A. MUÑOZ G.

Figura 1

Sistema físico: El libro:

Libro en reposo sobre mesa horizontal.

2. REPRESENTACIÓN SIMPLIFICADA DE LA SITUACIÓN FÍSICA

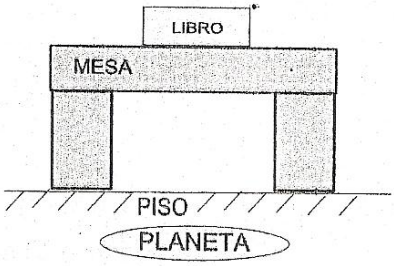
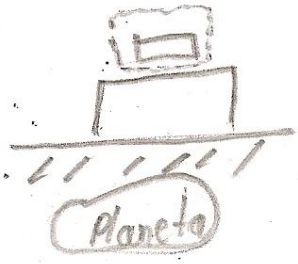


Figura 2

3. REPRESENTAR EN FORMA MATRICIAL LAS INTERACCIONES ENTRE SISTEMAS

	libro	Mesa	piso	planeta
Libro	Imposible	Si	NO	Si
Mesa	Si	Imposible	Si	Si
Piso	NO	Si	Imposible	Si
planeta	Si	Si	Si	Imposible

4. **REPRESENTAR CON LÍNEA PUNTEADA CERRADA EL(LOS) SISTEMA(s) FÍSICO(S) DE INTERÉS**

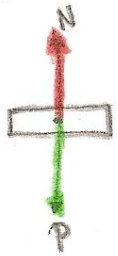


5. **LISTA DETALLADA DE LAS FUERZAS QUE ACTÚAN SOBRE EL(LOS)SISTEMA(S) FÍSICO(S) DE INTERÉS Y ASIGNAR UNA NOTACIÓN**

Sistema: El libro

- Fuerzas que actuan sobre el Sistema Fisico.
  - Fuerza de la mesa sobre el libro (N)
  - Fuerza del planeta sobre el libro (P)
- Fuerzas de reaccion sobre el Sistema Fisico
  - Fuerza del libro sobre la mesa (N')
  - Fuerza del libro sobre el planeta (P')

6. **REPRESENTACIÓNDE LAS FUERZAS (DIAGRAMA DE FUERZAS) QUE ACTÚAN SOBRE EL(LOS) SISTEMA(S) DE INTERÉS**



7. **REPRESENTACIÓN DE LAS FUERZAS SIMPLIFICANDO EL MODELO A UNA PARTÍCULA (<u>SÍ ES POSIBLE</u>)**

8. MARCO DE REFERENCIA

* la mesa

9. SISTEMA DE COORDENADAS

10. SOLUCIÓN DEL EJERCICIO

¿Que magnitud posee la normal? 5 N

$\Sigma F_y = 0$

$\Sigma F_x = -N + P = 0$

$-N + P = 0$

$-N + 5N = 0$

$-N = -5N$

$M = 0,5\ kg \cdot 10\ m/s^2 =$

$P = -5N$

ANNY MAILERLY CALLE ESTRADA 10-D

ACTIVIDADES DE **REPRESENTACIONES** QUE PERMITEN GANAR PROGRESIMAMENTE HABILIDAD PARA SOLUCIONAR PROBLEMAS DE MECÁNICA QUE INVOLUCRAN LA APLICACIÓN DE LAS LEYES DE NEWTON

Ejemplo 12

1. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN FÍSICA

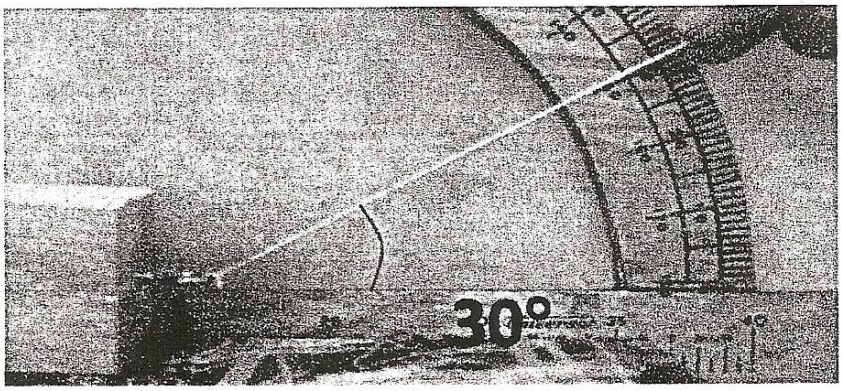


Figura 1

Sistema físico: Bloque.

Un bloque es halado por una persona a través de una cuerda.

2. REPRESENTACIÓN SIMPLIFICADA DE LA SITUACIÓN FÍSICA

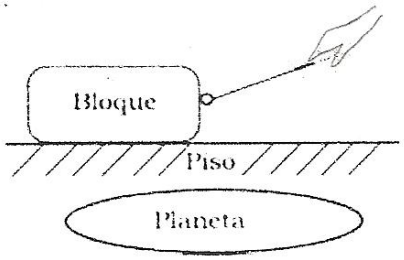


Figura 2

3. REPRESENTAR EN FORMA MATRICIAL LAS INTERACCIONES ENTRE SISTEMAS

	BLOQUE	PISO	CUERDA	PLANETA	MANO	
BLOQUE	IMPOSIBLE	SI	SI	SI	NO	
PISO	SI	IMPOSIBLE	NO	SI	NO	
CUERDA	SI	NO	IMPOSIBLE	SI	SI	
PLANETA	SI	SI	SI	IMPOSIBLE	SI	
MANO	NO	NO	SI	SI	IMPOSIBLE	

4. REPRESENTAR CON LÍNEA PUNTEADA CERRADA EL(LOS) SISTEMA(s) FÍSICO(S) DE INTERÉS

Sistemas de interés: Bloque con pedacito de cuerda.

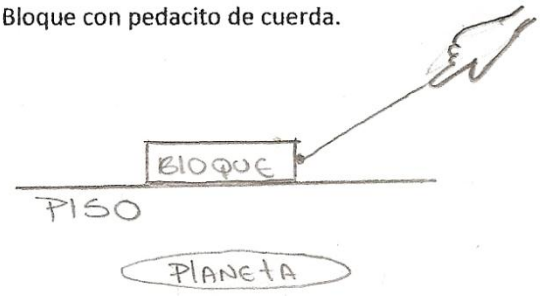
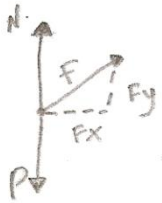


Figura 3

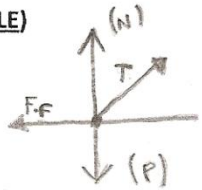
5. LISTA DETALLADA DE LAS FUERZAS QUE ACTÚAN SOBRE EL(LOS) SISTEMA(S) FÍSICO(S) DE INTERÉS Y ASIGNAR UNA NOTACIÓN

F. DE LA MANO A LA CUERDA (P)
F. DEL PLANETA SOBRE EL BLOQUE (P)
F. TENSION DE LA CUERDA SOBRE EL BLOQUE (T)
F. DE GRAVEDAD SOBRE EL BLOQUE (P)
F. DE ACCELERACIÓN (P)
F. DEL BLOQUE SOBRE EL PISO (N)

6. **REPRESENTACIÓN DE LAS FUERZAS (DIAGRAMA DE FUERZAS) QUE ACTÚAN SOBRE EL(LOS) SISTEMA(S) DE INTERÉS**



7. **REPRESENTACIÓN DE LAS FUERZAS SIMPLIFICANDO EL MODELO A UNA PARTÍCULA (SÍ ES POSIBLE)**



8. **MARCO DE REFERENCIA**

Piso

9. **SISTEMA DE COORDENADAS**

10. **SOLUCIÓN DEL EJERCICIO**

A. **CONSIDERANDO LA FUERZA DE FRICCIÓN**

CALCULE LA ACELERACIÓN QUE PRESENTA EL CUERPO SI SE APLICA UNA FUERZA DE 20 N

$$\Sigma F_X = \cos 30^\circ \cdot 20N = M.a \qquad (1)$$

$$\Sigma F_y = N - P + \operatorname{sen} 30^\circ \cdot 20N = 0 \qquad (2)$$

$$(1) = \cos 30^\circ \cdot 20N = M.a$$

$$a = \frac{\cos 30^\circ \cdot 20N}{M} \qquad (3)$$

$$M = \frac{P}{g} \qquad P = 2N \qquad P = m.g$$

$$1N = 1\,kg\ 1m/s^2$$

$$M = \frac{2\,kg.m/s^2}{9.8\,m/s^2}$$

$$M = 0.2$$

$$a = \frac{\cos 30^\circ \cdot 20\,kg\,m/s^2}{0.2\,kg} = 86.6\,m/s^2$$

ACTIVIDADES DE **REPRESENTACIONES** QUE PERMITEN GANAR PROGRESIMAMENTE HABILIDAD PARA SOLUCIONAR PROBLEMAS DE MECÁNICA QUE INVOLUCRAN LA APLICACIÓN DE LAS LEYES DE NEWTON

Ejemplo 15

1. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN FÍSICA

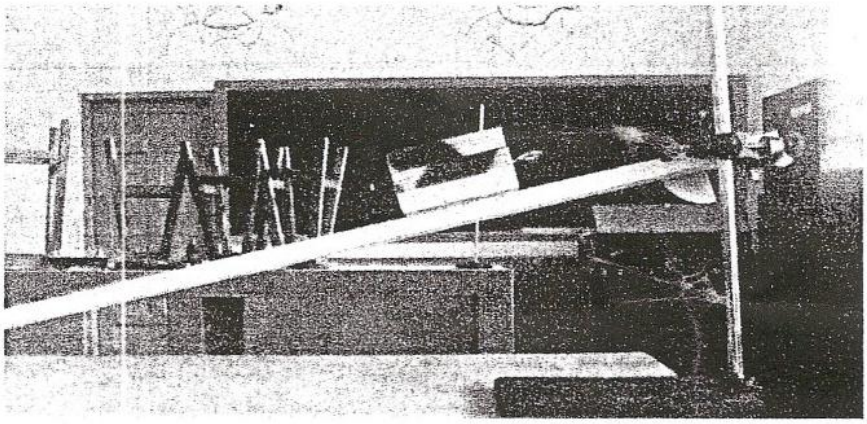


Figura 1

Sistema físico: Bloque sobre plano inclinado.

Bloque en reposo sobre un plano inclinado.

2. REPRESENTACIÓN SIMPLIFICADA DE LA SITUACIÓN FÍSICA

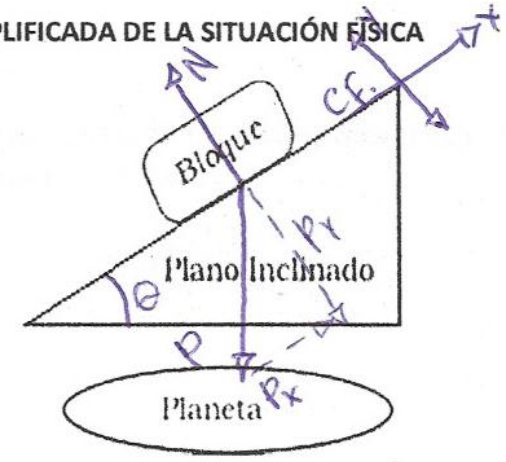


Figura 2

3. **REPRESENTAR EN FORMA MATRICIAL LAS INTERACCIONES ENTRE SISTEMAS**

	Bloque	plano	planeta	
Bloque	Imposi	Si	Si	
Plano	Si	Imposi	Si	
Planeta	Si	Si	Imposible	

4. **REPRESENTAR CON LÍNEA PUNTEADA CERRADA EL(LOS) SISTEMA(s) FÍSICO(S) DE INTERÉS**

Sistemas de interés: Bloque.

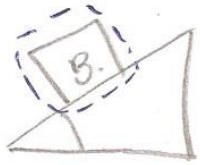


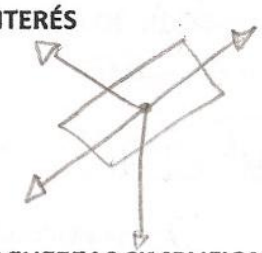
Figura 3

5. **LISTA DETALLADA DE LAS FUERZAS QUE ACTÚAN SOBRE EL(LOS) SISTEMA(S) FÍSICO(S) DE INTERÉS Y ASIGNAR UNA NOTACIÓN**

Fuerza del plano Inclinado Sobre el Bloque (p)

Fuerza del Bloque sobre el plano Inclinado (p')

6. **REPRESENTACIÓN DE LAS FUERZAS (DIAGRAMA DE FUERZAS) QUE ACTÚAN SOBRE EL(LOS) SISTEMA(S) DE INTERÉS**



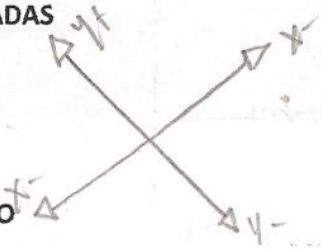
7. **REPRESENTACIÓN DE LAS FUERZAS SIMPLIFICANDO EL MODELO A UNA PARTÍCULA (<u>SÍ ES POSIBLE</u>)**

No se puede porque el Sistema se encuentra en Movimiento.

8. **MARCO DE REFERENCIA**

Plano Inclinado

9. **SISTEMA DE COORDENADAS**



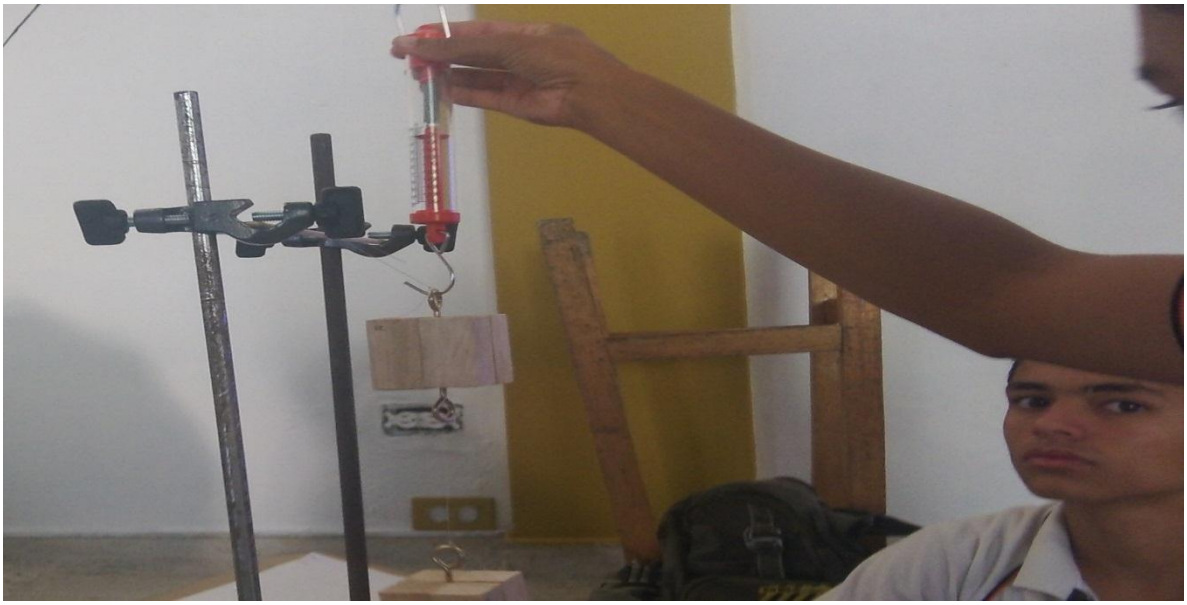
10. **SOLUCIÓN DEL EJERCICIO**

Anexo 4 Registro fotográfico laboratorio

Las siguientes imágenes fotográficas se presentan como evidencias del proceso desarrollado por los alumnos en ambientes como el aula de clase y el laboratorio de física.

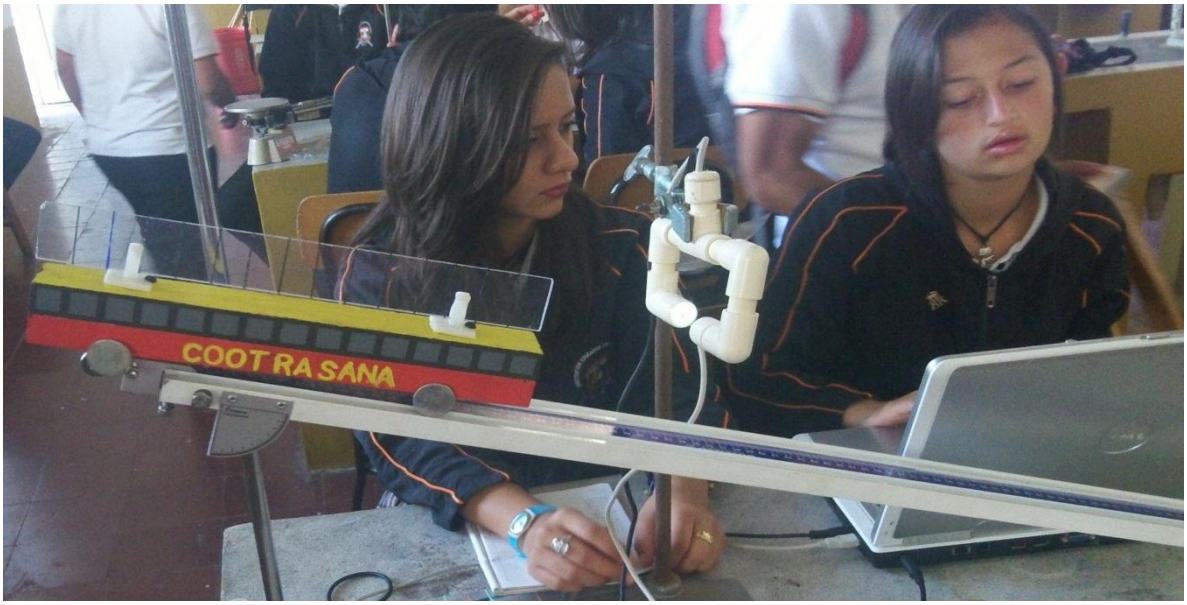
Grupo 10 C presentado pre-test

Grupo 10 D presentado pre-test



Trabajo de laboratorio, verificando la magnitud de la tensión de una cuerda según guía número 18.

Grupos de estudiantes trabajando con instrumentos de medida, planteando diferentes situaciones para el análisis de los resultados de las guías.



Alumnas empleando foto compuertas y programa del sonoscopio para determinar el valor de la aceleración de un cuerpo en un plano inclinado según guía número 20.

Estudiantes realizando montajes de situaciones empleando instrumentos de medida y materiales a su alcance.

Los alumnos diferencian entre los conceptos de masa y peso, utilizan los instrumentos para su medida.

APÉNDICES

Apéndice 1 Unidad didáctica

<table>
<tr><th colspan="3">INFORMACIÓN BÁSICA DE LA UNIDAD DIDÁCTICA</th></tr>
<tr><td colspan="3">Nombre: ESTÁTICA Y LEYES DE NEWTON</td></tr>
<tr><td colspan="3">Justificación: La unidad didáctica se utilizará como guía en la enseñanza de la física, siendo esta una herramienta que le permita al docente promover espacios amenos y de aprendizaje significativo, promoviendo la asimilación de conceptos básicos de la física.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Perfil y características del grupo: Se trabajara con estudiantes del grado 10, con edades entre los 15 y 16 años, los cuales tienen pocos saberes previos, adquiridos por un aprendizaje mecánico.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Objetivo general de la unidad: Inducir al estudiante a lograr un aprendizaje de conceptual y proposicional de la física básica.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Ubicación/Conexión con el currículo: El tema de estática permite asimilar gran cantidad de conceptos que los estudiantes poco a poco pueden ir relacionando mediante un aprendizaje significativo, pues se trata de analizar sistemas en reposo, en los cuales las fuerzas que interactúan con los cuerpos se igualan a cero. El análisis de estas primeras situaciones lleva al alumno a comprender equilibrios biológicos y químicos en los cuales de igual forma los resultados son magnitudes que se igualan y que generan la estabilidad de un sistema dado.</td></tr>
<tr><th colspan="3">CONTENIDO DE LA UNIDAD DIDÁCTICA</th></tr>
<tr><th>Conceptos(Saber)</th><th>Procedimientos (Saber hacer)</th><th>Actitudes (Ser)</th></tr>
<tr><td>• Estática
El marco de referencia

Tipos de fuerzas

El vector como fuerza y operaciones básicas (suma, resta)

Diagrama de fuerzas

Equilibrio estático y equilibrio dinámico

• Primera y segunda</td><td>Realiza mediciones de fenómenos físicos

Construye esquemas (diagramas de cuerpo libre) de los eventos para encontrar una solución a preguntas

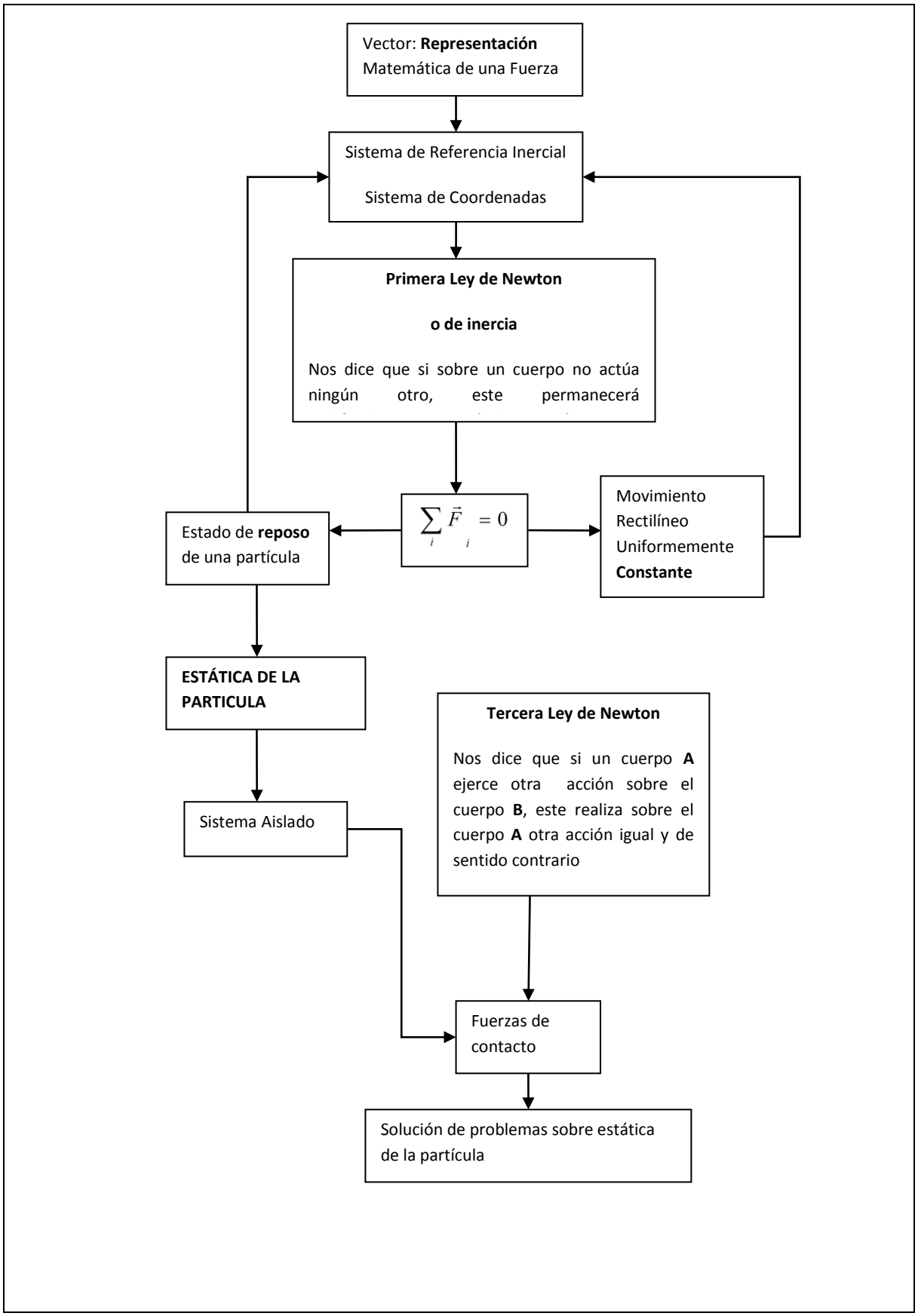
Plantea situaciones en las que se evidencian los conceptos desarrollados

Argumenta situaciones utilizando un lenguaje</td><td>Utiliza los conocimientos previos y adquiridos para la relación conceptual a un nivel cognitivo de mayor nivel

A partir de los conceptos asimilados manifiesta mayor comprensión de su entorno.

Realiza trabajo interdisciplinario yen equipo, fortaleciendo su carácter investigador y de</td></tr>
</table>

ley de Newton **El reposo** **La masa (como resistencia al** **cambio de estado de reposo o de movimiento.** **El peso** **El Newton** **La velocidad uniforme o constante** **Fuerza como elemento modificador del reposo.** **Fuerza gravitacional**	científico. Realiza experimentos que permitan comprobar conceptos básicos en física y reflejen de manera precisa el método científico Reconoce que los modelos de la ciencia cambian con el tiempo y que varios pueden ser válidos simultáneamente para explicar el equilibrio de la naturaleza desde la física.	razonamiento crítico. Desarrolla capacidad proposicional, uso de los recursos tecnológicos a su alcance y capacidad de evaluación.
OBJETIVOS DIDÁCTICOS/DE APRENDIZAJE DE LA UNIDAD DIDÁCTICA		
• Identificar diferentes fuerzas que se presentan en un determinado cuerpo. • Interpretar y solucionar situaciones teórico-prácticas relacionadas con la estática. • Analizar la aplicación de la estática por medio de ejemplos de la vida cotidiana. • Identifica las fuerzas que actúan a distancia o directamente en un cuerpo a través de los diagramas de cuerpo libre.		
MAPA CONCEPTUAL DE LA UNIDAD DIDÁCTICA		


Vector: **Representación** Matemática de una Fuerza
Sistema de Referencia Inercial
Sistema de Coordenadas
Primera Ley de Newton
o de inercia
Nos dice que si sobre un cuerpo no actúa ningún otro, este permanecerá
$\sum_i \vec{F}_i = 0$
Estado de **reposo** de una partícula
Movimiento Rectilíneo Uniformemente **Constante**
ESTÁTICA DE LA PARTICULA
Sistema Aislado
Tercera Ley de Newton
Nos dice que si un cuerpo **A** ejerce otra acción sobre el cuerpo **B**, este realiza sobre el cuerpo **A** otra acción igual y de sentido contrario
Fuerzas de contacto
Solución de problemas sobre estática de la partícula

ACTIVIDADES DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

Identificación y manejo de conocimientos previos e intereses respecto al tema:

- Manejo de instrumento de medición (dinamómetro, metro, pie de rey, balanza, cronómetro)
- Utilización de herramientas tecnológicas (applets, physic sensor, wiki, plataforma moodle)
- Realización de diagramas de cuerpo libre como base para la interpretación de situaciones de equilibrio.
- Deducción de conceptos por parte de los estudiantes
- Ideas previas acerca de los principales conceptos contenidos en el tema

Actividades y estrategias de motivación:

- Presentación en cada sesión, situaciones en las que un sistema se encuentre en equilibrio estático.
- Presentación de videos de demostraciones y/o aplicaciones de los conceptos trabajados
- Aplicación de talleres y evaluaciones para determinar los niveles y saberes previos de los estudiantes
- Socializar con el grupo uno a uno lo conceptos elaborados por los estudiantes y de esta manera concretar una definición común.

Actividades de enseñanza/ aprendizaje: 2250 min

Actividades de enseñanza/ aprendizaje	**Tiempo (min)**	**Espacios**	**Grupo**	**Estrategias**	**Materiales**
1. Indagación de conceptos previos	45	Aula		Guía de saberes previos	Cuaderno y material impreso
2 Evaluación determinación de nivel de asimilación saberes previos	90	Sala de informática		Aplicación de evaluación ICF	sala de informática.
3. Socialización y puesta en común de conceptos	90	Aula		Debate	Guía de saberes previos revisada

4. Elaboración de mapa conceptual	45	Aula		Discusión del tema y realización de mapas conceptuales.	cuaderno
5. El vector como representación de una fuerza	45	Aula		Guía de vectores	Material impreso
6. El diagrama de cuerpo libre	90	Aula		Guía de diagramas de cuerpo libre	Material impreso, montajes de sistemas en equilibrio.
6. Diferenciación y caracterización de fuerzas. Fuerzas a distancia	90	Laboratorio			Cuaderno, materiales para montaje de sistemas en los que actúen diferentes fuerzas.
6. Socialización y construcción de informe de laboratorio	45	Aula		Trabajo colaborativo	Apuntes de laboratorio
3. Observar en forma práctica las interacciones entre las fuerzas y los cuerpos. Fuerzas de contacto	90	Laboratorio		Demostración práctica de la estática de sistemas rígidos	Cuerpos rígidos, cuerdas, poleas, dinamómetro, balanza.
6. Socialización y construcción de informe de laboratorio	45	Aula		Trabajo colaborativo	Apuntes de laboratorio

<table>
<tr><th colspan="3">EVALUACIÓN</th></tr>
<tr><th>¿Qué evaluar en la unidad didáctica?</th><th>¿Qué observamos?</th><th>¿Qué decisión tomamos?</th></tr>
<tr><td>La relación del Contenido con la práctica cotidiana.
La congruencia con los objetivos del currículo.
El interés por parte del grupo al que va dirigido el conocimiento.</td><td>Diferentes perspectivas con respecto a un mismo tema.
El tema se ajusta a las actividades de la vida diaria.</td><td>Aplicarla al grupo</td></tr>
<tr><th>¿Cuándo evaluar la Unidad Didáctica?</th><th>¿Qué observamos?</th><th>¿Qué decisión tomamos?</th></tr>
<tr><td>La evaluación se realiza continuamente, pero específicamente este tema se evalúa de acuerdo al Programa.</td><td>Que el desarrollo de la Unidad Didáctica es el adecuado.</td><td>Ponerlo en Práctica y hacer ajustes si es necesario.</td></tr>
<tr><th>¿Cómo evaluar las Unidades Didácticas?</th><th>¿Qué observamos?</th><th>¿Qué decisión tomamos?</th></tr>
<tr><td>Analizando el proceso de aplicación y resultados obtenidos.</td><td>El funcionamiento adecuado de las actividades.</td><td>Continuar con la Aplicación de la Unidad Didáctica.</td></tr>
<tr><th colspan="3">PROCESO DE LA UNIDAD DIDÁCTICA</th></tr>
<tr><td colspan="3">A) MOMENTOS DEL TRABAJO PERSONAL

• EN EL AULA:

Se lleva un registro ordenado y sistemático de la participación y el trabajo del alumno dentro del aula, tomando en cuenta la secuencia de los temas tratados. En ocasiones se realizan algunos experimentos prácticos y sencillos sobre el tema en cuestión.

• LABORATORIO:

El alumno realiza las actividades prácticas relacionadas con los temas tratados en el aula utilizando los materiales y técnicas adecuadas; haciendo relevante su vinculación con sus actividades cotidianas.</td></tr>
</table>

- **EN EQUIPO:**

El alumno trabaja en equipos durante su proceso de aprendizaje, tanto en el aula como en el laboratorio con el objeto de hacer más patente su participación y colaboración para llevar a un buen término sus actividades.

B) EXTENSIÓN TEMPORAL DE LA UNIDAD

La duración de la Unidad Didáctica está programada para 10 sesiones, de acuerdo al ritmo de trabajo del alumno y a las circunstancias presentadas dentro de la planeación establecida.

C) ESPACIOS

La Unidad Didáctica utiliza el Aula, Laboratorio, Biblioteca y algunas veces el Espacio Extraescolar.

D) MATERIALES

Los materiales utilizados en la Unidad Didáctica son los señalados anteriormente, además de los de uso cotidiano.

EVALUACIÓN DE LOS ALUMNOS

- **ACTIVIDADES PARA LA EVALUACIÓN INICIAL:**
- Conocimientos Previos
- Examen de diagnóstico sobre el tema en cuestión
- Revisión y manejo del material y equipo utilizado en la Unidad a presentar.

TÉCNICAS DE EVALUACIÓN FORMATIVA

- Durante el desarrollo de la Unidad Didáctica se tomará en cuenta lo siguiente:
- Distribución adecuada del tiempo, tanto en el Aula como en el Laboratorio.
- Utilización correcta del material, equipo e instalaciones.
- Planeación de las prácticas experimentales y del currículo.

CONTENIDO DEL INFORME DE LA EVALUACIÓN SUMATIVA

- Examen sobre los contenidos revisados de la Unidad.
- Revisión de Cuaderno de apuntes, así como su contenido y limpieza.
- Revisión de Cuadernillo de prácticas de laboratorio.
- Participación en el trabajo diario o continuo de los educandos.

EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA
• **GRADO DE MOTIVACIÓN/ PARTICIPACIÓN:** Adecuada • **VALORACIÓN DEL PROFESOR:** Adecuada con ciertos ajustes en el proceso de desarrollo • **VALORACIÓN DEL GRUPO:** Aceptable • **VALORACIÓN GLOBAL FINAL:** El grupo en general presenta cierto grado de aceptación mostrando entusiasmo por conocer cosas nuevas y respondiendo de manera positiva en la mayoría de ellos, sobre todo en las actividades prácticas que tienen relación con los fenómenos producidos en la vida diaria.