



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS**

**DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS**

**EXAMEN COMPLEXIVO**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

**MAGÍSTER EN ENSEÑANZA DE LA FÍSICA**

**TEMA**

“CAMBIO CONCEPTUAL APLICANDO SITUACIONES CONFLICTIVAS A  
TRAVÉS DE PREGUNTAS Y RESPUESTAS CON EL TEMA: SEGUNDA LEY  
DE NEWTON”

**AUTOR:**

ANIBAL WILFRIDO TRUJILLO NARANJO

**GUAYAQUIL-ECUADOR**

**2016**

# AGRADECIMIENTO

Mi ferviente agradecimiento a Dios por haberme iluminado y concedido las fuerzas necesarias para culminar con éxito este nuevo reto en mi vida. Agradezco también a mi familia, que sin su apoyo y comprensión no hubiera sido posible alcanzar la meta propuesta. Un agradecimiento especial para mis profesores de la maestría por sus sabias enseñanzas y acertada orientación, en especial a M.Sc. Jorge Flores H., M.Sc. Bolívar Flores N. y MSc. Carlos Torres P.; a mis compañeros de la Maestría, por el apoyo incondicional que supieron brindarme y por haber compartido sus experiencias que alimentaron las mías.

Aníbal Trujillo Naranjo.


# DEDICATORIA

A Dios, por darme las fuerzas a estas alturas de mi vida y lograr un reto más en el largo camino de ser cada día mejor y más útil a la sociedad.

A mi esposa, Amada Sarvelia, por su paciencia, comprensión y apoyo; a mis hijos, Aníbal y Anita, que son la razón de mi vida y la fuente de mi energía para seguir luchando por mejores días.

Aníbal Trujillo Naranjo.

# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



---

FRANCISCO VERA ALCÍVAR PHD  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



---

BOLÍVAR FLORES NICOLALDE MEF  
DIRECTOR DEL PROYECTO

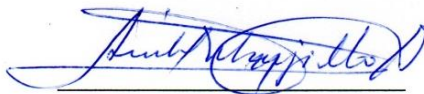


---

EDUARDO MONTERO CARPIO MSC  
VOCAL DEL TRIBUNAL

## DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este proyecto de examen complejo, me corresponde) exclusivamente; el patrimonio intelectual del mismo, corresponde exclusivamente a la **Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Departamento de Matemáticas** de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.



Aníbal Trujillo Naranjo

## RESUMEN

El presente trabajo de titulación tiene por objeto investigar la importancia que tiene el cambio conceptual en los estudiantes al iniciar un curso de Física; para lo cual se ha aplicado el cambio conceptual en una clase a estudiantes de Ingeniería Civil de una Universidad de Guayaquil con el tema segunda ley de Newton. El procedimiento seguido es el siguiente: Se trabaja con dos grupos de estudiantes que cursan la asignatura de Física I, uno es el grupo de control y el otro es el experimental. A cada grupo se le aplica una prueba de entrada y otra de salida con diez preguntas, de opción múltiple, sobre el tema de la segunda ley de Newton. Las pruebas de entrada y salida son las mismas pero con alteración en el orden de las opciones de respuesta.

Al primer grupo (de control), luego de la prueba de entrada, se le impartió una clase tradicional sobre el tema y al final de la clase se les tomó la prueba de salida. Al segundo grupo (experimental), luego de la prueba de entrada, se les aplicó el cambio conceptual sobre los conceptos fundamentales del tema tratado, y al final se les tomó la prueba de salida. Con los resultados de las dos pruebas en cada grupo, se pretende verificar, si efectivamente la aplicación del cambio conceptual en una clase de Física produce en los estudiantes un mejor aprendizaje del tema tratado.

## **OBJETIVO GENERAL**

El objetivo principal de este trabajo es determinar la incidencia de la aplicación de la estrategia pedagógica del cambio conceptual, en el desempeño académico de los estudiantes que están tomando el curso de física y en una carrera de ingeniería, con el tema de la segunda ley de Newton .

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diseñar una clase sobre el tema de la segunda ley de Newton, en la que se aplique la estrategia del cambio conceptual.
- Elaborar una prueba sobre el tema tratado para medir la eficacia de la estrategia del cambio conceptual, aplicando el análisis estadístico a los resultados de las pruebas.

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	V
OBJETIVO GENERAL .....	VI
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	VI
ÍNDICE GENERAL .....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
INTRODUCCIÓN .....	XI
<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y LAS VARIABLES .....</b>	<b>I-1</b>
1.1 Contexto del problema .....	I-1
1.2 Declaración del problema .....	I-2
1.3 Declaración de la hipótesis.....	I-2
1.5 Definición operacional de las variables.....	I-3
1.6 Las variables .....	I-3
<b>2 REVISIÓN DE LA LITERATURA.....</b>	<b>II-5</b>
2.1 Varios enfoques del cambio conceptual .....	II-5
2.2 Cambio conceptual: Definición .....	II-6
2.3 La enseñanza mediante el conflicto cognitivo .....	II-7
2.4 Concepciones alternativas y situaciones conflictivas.....	II-7
2.5 Enfoque educativo basado en cambio conceptual .....	II-8
2.5.1 El cambio conceptual en el proceso enseñanza-aprendizaje.....	II-8
2.5.2 El docente y el cambio conceptual.....	II-8
2.5.3 Otros factores que inciden en la aplicación del cambio conceptual.....	II-9
2.6 Cambio conceptual aplicado a la enseñanza de la Física .....	II-10
2.7 Conceptos básicos y la segunda ley de Newton.....	II-12
2.7.1 Cómo se enseña en una clase expositiva tradicional.....	II-12



2.7.1.1 Masa .....	II-12
2.7.1.2 Fuerza .....	II-12
2.7.1.3 Segunda ley de Newton .....	II-14
2.7.2 Cómo se enseña en una clase, aplicando Cambio Conceptual .....	II-14
2.7.2.1 Segunda ley de Newton .....	II-14
2.7.2.2 Peso .....	II-15
2.8 Ganancia normalizada de Hake .....	II-16
<b>3 MÉTODO .....</b>	<b>III-17</b>
3.1 Sujetos .....	III-17
3.2 Tareas y materiales .....	III-17
3.3 procedimiento .....	III-17
3.3.1 Las Pruebas .....	III-17
3.3.2 Recopilación de datos .....	III-17
<b>4 PRESENTACIÓN DE DATOS .....</b>	<b>IV-19</b>
<b>5 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>V-24</b>
<b>6 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>VI-26</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>28</b>
CONCLUSIONES .....	28
RECOMENDACIONES .....	29
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>30</b>
<b>ANEXO 1 .....</b>	<b>32</b>
<b>ANEXO 2 .....</b>	<b>35</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 Sistema dinámico de dos cuerpos.....	II-13
Figura 4-1 Representación de los datos de la tabla No. 1.....	IV-20
Figura 4-2 Representación de los datos de la tabla No. 2.....	IV-22

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4-1 Calificaciones sobre diez de las pruebas de entrada y salida, en la clase tradicional. ....	IV-19
Tabla 4-2 Calificaciones sobre diez, de las pruebas de entrada y salida, en la clase con cambio conceptual. ....	IV-21
Tabla 4-3. Porcentajes de aciertos en las pruebas de entrada y salida, correspondientes a los dos grupos, de control (clase tradicional) y experimental (con cambio conceptual). ....	IV-23

## INTRODUCCIÓN

La física es el estudio de los fenómenos naturales, por lo cual en los inicios se la conoció como filosofía natural. Su estudio nos permite conocer el mundo que nos rodea y admirar la belleza que se esconde en la naturaleza. Un científico manifestó que su amor por el estudio de la Física radica no en la utilidad que puede tener su conocimiento, sino porque le permite admirar la belleza que encierra la naturaleza. Algunos estudiantes piensan que el estudio de la física representa un esfuerzo mayor y un trabajo tedioso, quizás otros creen que tiene poca utilidad académica y práctica, razón por la cual no se sienten motivados y presentan poco interés y entusiasmo. Es tarea importante de los docentes de esta asignatura, en los niveles medio y superior, buscar metodologías y estrategias, que mejor se adapte a sus estudiantes, para lograr que se motiven y se produzca en ellos un cambio en las concepciones previas que tienen sobre el tema a tratar. El presente estudio se enfoca en determinar la incidencia de la estrategia del cambio conceptual en el desempeño de los estudiantes que estén tomando un curso de Física, para que a futuro pueda aplicarse en forma general en las aulas de clase.

## **CAPÍTULO I**

### **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y LAS VARIABLES**

#### **1.1 CONTEXTO DEL PROBLEMA**

Los estudiantes del primer semestre de la Carrera de Ingeniería Civil, de una universidad de Guayaquil, piensan que el estudio de la física no les será de mucha utilidad y que además su estudio no les resulta interesante porque ya lo estudiaron en el colegio y no piensan encontrar nada nuevo; sin embargo, se encuentran muchas deficiencias en la formación de los bachilleres en la asignatura de Física; así por ejemplo, en el capítulo de la cinemática, no tienen claro que el movimiento es un fenómeno relativo y que por lo tanto debe relacionarlo a un marco referencial que puede ser representado por un sistema de ejes cartesianos.

Los niveles actuales a los que ha llegado el desarrollo de la ciencia y la tecnología, compromete al sistema educativo a un alto desempeño en todos los niveles; lo que obliga a un cambio en los paradigmas educativos, desde las políticas educativas, que deben implementar los gobiernos, hasta los cambios que deben realizar los centros educativos en los diferentes niveles, que incluya a directivos, profesores y estudiantes, con el objetivo de alcanzar mejores resultados en la calidad académica, tomando en cuenta que vivimos una época de grandes retos profesionales, personales y sociales, y que debe enfrentarse a ciertos problemas como es la deficiente formación previa de los estudiantes sumado al poco interés en el estudio de ciertas áreas del saber, principalmente en matemáticas y ciencias naturales; a todo esto podemos añadir la poca o ninguna motivación de los estudiantes y las limitaciones de tiempo.

El problema consiste en lograr un cambio conceptual en los estudiantes al momento de iniciar el estudio de un contenido de física. Es evidente que algunos estudiantes piensan que solo necesitan aprender de memoria los

principios, leyes de la física y memorizar las fórmulas para la solución de los problemas de manera mecánica, sin análisis ni criterio de las leyes involucradas en el tema, y todo esto, tal vez, con la "complicidad" de los maestros que se conforman con estos resultados poco enriquecedores.

## **1.2 DECLARACIÓN DEL PROBLEMA**

El propósito de este estudio fue mejorar el desempeño de los estudiantes en el aprendizaje de la segunda ley de Newton, aplicando el cambio conceptual

## **1.3 DECLARACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

Hipótesis de investigación: Aquellos estudiantes que utilizan el cambio conceptual en el aprendizaje de la segunda ley de Newton, tienen mejor desempeño que aquellos estudiantes que no lo aplican.

La hipótesis nula: No hay diferencia en el desempeño de los estudiantes al aplicar el cambio conceptual en el aprendizaje de la segunda ley de newton.

## **1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

Por experiencia sabemos que lo que se aprende de una manera razonada y comprensiva, perdura en la mente y es un conocimiento que permite su aplicación en el ámbito académico o en el práctico, razón por la cual el docente tiene la obligación de aplicar las estrategias y metodologías más idóneas para lograr un aprendizaje significativo.

Por ello es necesario que los docentes motiven a sus estudiantes y despierten en ellos el deseo de aprender; pero un aprendizaje comprensivo y con características de aplicabilidad, lo que les permitirá desarrollar el pensamiento crítico; les enseñen a auto prepararse, a investigar, a diagnosticar, a plantear preguntas y resolver problemas, a interpretar los resultados y a proponer soluciones creativas.

La teoría del aprendizaje de R. Gagné proporciona los pasos y técnicas a seguir para lograr primero, que el estudiante se motive a aprender y luego, que

adquiera un conocimiento de carácter significativo y pueda aplicarlo en otros contextos de índole académico o laboral.

Si logramos que el estudiante comprenda que debe estudiar para aplicar y no sólo para saber, se obtendría mejores resultados en el proceso enseñanza–aprendizaje, el cual se hace más sencillo y fructífero, porque se cuenta con la voluntad del educando; aunque, obviamente, esto va a demandar más esfuerzo por parte del estudiante y más dedicación del docente. R. Gagné sugiere adquirir un aprendizaje significativo y con características que permitan la transferencia a otros contextos; lo cual se lograría con el aporte de los docentes, promoviendo en el salón de clases actitudes de compromiso con el estudio y la investigación, en que el profesor debe proporcionar las fuentes de información y desarrollar actividades encaminadas a obtener los objetivos propuestos. En el aprendizaje se debe tomar en consideración la importancia que tienen tanto los procesos internos, que se evidencian en la conducta de los estudiantes, la que puede modificarse durante dicho proceso; así como también las situaciones del entorno o extrínsecas. Este hecho, sugerido por Gagné, tiene cinco eventos fundamentales que son: Procesamiento de la información, Fases del aprendizaje, Resultados del aprendizaje, Condiciones del aprendizaje, Planificación de la clase.[i]

Piaget sostiene que no es acertado que se le enseñe a un niño algo tempranamente, porque se le está quitando la posibilidad de que lo descubra solo,; por lo tanto, no podrá inventarlo y entenderlo completamente.

### **1.5 DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES**

Para la solución del problema planteado es necesario definir las variables.

### **1.6 LAS VARIABLES**

La variable independiente en el presente estudio es la estrategia pedagógica con dos niveles: el Cambio Conceptual y la clase tradicional; en tanto que la

*Cambio conceptual aplicando situaciones conflictivas a través de preguntas y respuestas con el tema: segunda ley de newton*

*Maestría en Enseñanza de la Física*

variable dependiente representa el desempeño del estudiante en el aprendizaje de la segunda ley de Newton.



## **CAPÍTULO II**

### **2 REVISIÓN DE LA LITERATURA**

#### **2.1 VARIOS ENFOQUES DEL CAMBIO CONCEPTUAL**

El cambio conceptual se ha estudiado desde varios enfoques (Carretero, 1997). El enfoque de la cognición situada (Spada, 1994; Caravita y Halidén, 1994v), considera que nada debe cambiarse para lograr el cambio conceptual, por cuanto postula la coexistencia de múltiples representaciones, donde la tarea del estudiante es aprender a seleccionar el contexto adecuado para cada representación [2,p12].

En la perspectiva del conocimiento fragmentado (Di Sessa, 1988), se considera que lo que debe cambiar son los fragmentos, puesto que la adquisición del conocimiento científico implica un cambio estructural, orientado a la sistematicidad en una estructura nueva y no una mera sustitución de contenidos [2,p12].

Otro de los enfoques es el del cambio de categoría ontológica (Chi, 1992); de acuerdo a este marco, el cambio conceptual tendría lugar si cambia la categoría ontológica a la que pertenecen los conceptos, dentro de la red del individuo [3].

Para la teoría-marco (modelos mentales) (Vosniadou y Brewer, 1982), el cambio implica una reestructuración de los esquemas mentales previos; esto es, se trata de una nueva interpretación de los hechos y circunstancias, que se dan en forma gradual [4].

En el enfoque de la reestructuración total o parcial, S. Carey (1985) afirma que esta ha de producirse de una manera en que una teoría de paso a otra, pero este cambio no sería gradual sino repentino [5].

Por último, la teoría de los cambios metacognitivos (White y Gunstone) estima que para lograr el cambio conceptual, es necesario modificar las estrategias meta cognitivas del sujeto, lo que significa, adoptar cierta perspectiva que le permita comprender qué es aprender y cuál es la utilidad del aprendizaje [6]

## **2.2 EL CAMBIO CONCEPTUAL: DEFINICION**

El cambio conceptual conduce a un aprendizaje que se fundamenta en los conceptos naturales que el estudiante posee al inicio del proceso enseñanza-Aprendizaje. Esta base está formada por conocimientos erróneos que carecen de sustento científico por ser adquiridos en la vida cotidiana, los cuales se presentan con resistencia a cualquier cambio estructural. Durante la aplicación del cambio conceptual, es necesario identificar los criterios erróneos, los cuales hay que confrontarlos con los conceptos teóricos científicos, haciendo que el estudiante tome conciencia de la necesidad de este cambio conceptual.

El cambio conceptual que se produce en un sujeto puede definirse como una alteración en su manera de interpretar determinado fenómeno o situación, luego de que a su conocimiento previo sobre este fenómeno o situación se suma otro conocimiento más inteligible y coherente, sobre los mismos. La idea del “cambio conceptual” se aplica tanto al resultado como al proceso de evolución de las concepciones de los individuos, que se logra gracias a las actividades realizadas en el proceso enseñanza-aprendizaje [7].

Según M.A. Moreira e I.M. Greca (2003, pg. 303), en los ochentas se popularizó un modelo de cambio conceptual; según dicho modelo, hay cuatro condiciones que son comunes en la mayoría de los casos, para que el cambio conceptual sea posible.

"1. Sus concepciones previas lo mantienen inconforme. Es poco probable que los alumnos al igual que los científicos hagan cambios importantes en sus concepciones, si no perciben que modestos cambios son inútiles .

2. La nueva concepción debe impactar y ser inteligible, para que el estudiante sea capaz de entender el nuevo concepto y apropiarse de él, enriqueciendo su acervo científico.

3. El nuevo conocimiento debe tener la capacidad de resolver los problemas que no lo pudieron hacer sus predecesores. Una nueva concepción, desde el inicio, debe parecer plausible.

4. Un concepto nuevo debe brindar la posibilidad de ser útil en otras áreas, y mostrar otros horizontes. Una nueva concepción debe abrir el camino a proyectos de investigación que conduzcan a otros conocimientos [8].

### **2.3 LA ENSEÑANZA MEDIANTE EL CONFLICTO COGNITIVO**

La idea fundamental de este modelo es que el cambio conceptual, o reemplazo de los conocimientos espontáneos del estudiante, se producirá como consecuencia de someter a esos conocimientos a un conflicto experimental o teórico que genere su rechazo, dando espacio a una teoría nueva más coherente y convincente.

### **2.4 CONCEPCIONES ALTERNATIVAS Y SITUACIONES CONFLICTIVAS**

Este modelo considera que se debe partir de las concepciones alternativas de los estudiantes para luego confrontarlas con situaciones conflictivas, y así lograr un cambio conceptual, interpretándolo como una sustitución por otros conocimientos más sólidos, esto es más próximos al conocimiento científico. En este enfoque, las concepciones alternativas tienen un lugar relevante, por lo tanto la meta fundamental de las actividades académicas se encaminara a reemplazar la concepciones alternativas de estudiantes por el conocimiento científico. La enseñanza basada en el conflicto cognitivo adopta la idea de que el estudiante es quien construye su propio conocimiento y quien luego debe tomar conciencia de sus debilidades y que su meta es resolverlas.

Al relacionar el conocimiento cotidiano y el científico, asume generalmente el supuesto de la incompatibilidad entre ambas formas de conocimiento, por lo cual las teorías intuitivas implícitas de los alumnos deben ser sustituidas por el

conocimiento científico. Esta sustitución puede lograrse, como meta fundamental de la educación científica, haciendo que el estudiante perciba los límites y debilidades de sus propias concepciones alternativas y, a partir de esa situación, se sienta insatisfecho con ellas y se motive a adoptar otros modelos más potentes y convincentes.

## **2.5 ENFOQUE EDUCATIVO BASADO EN CAMBIO CONCEPTUAL**

### **2.5.1 El cambio conceptual en el proceso enseñanza-aprendizaje**

Los estudios del cambio conceptual han tenido una gran influencia en la enseñanza; por ello, los estudios están articulados de alguna forma con esta actividad, lo que compromete a los estudiosos de la pedagogía, a continuar con las investigaciones que aún falta por realizar. (Duit, 1999, Pintrich, 1999) [7].

Michael Fullan sostiene que: “el quid del cambio educativo es como asumen los individuos esta realidad”. Generalmente estamos acostumbrados al cambio; sin embargo, por lo general, no nos cuestionamos lo que significa el cambio para nosotros y para las personas que nos rodean[9].

Este cambio puede venir voluntariamente o ser el producto de una imposición, pero cualquiera sea el caso, conlleva despojo, inseguridad y enfrentamiento; puede ser deseado o no, y representa una seria experiencia personal y colectiva que se caracteriza por la incertidumbre y la ambivalencia; pero si lo supera, adquiere sentimientos de seguridad, satisfacción y éxito [9].

### **2.5.2 El docente y el cambio conceptual**

Fullan, sostiene que los docentes, con frecuencia, desconocen cómo influir en los estudiantes y generalmente intentan influir usando procedimientos basados en el ensayo y el error, sin realizar un estudio previo para

determinar su idoneidad y efectividad; esto se debe a que se sienten obligados a regirse por una serie de condicionamientos tanto interpersonales como institucionales que se manifiestan dentro o fuera de la clase, lo que les impide desempeñarse espontáneamente para cumplir con los contenidos, crear innovaciones en el aula e influenciar adecuadamente en los estudiantes [9].

Después de varias investigaciones realizadas sobre los procesos de cambio conceptual, Fullan, nos brindan una serie de reflexiones e ideas que traspasan fronteras y son aplicables a nuestra realidad. Para este autor los docentes de un cierto país afrontan dificultades que no son diferentes a los de otros países, incluidos los anglosajones. Los problemas más evidentes son la escasa valoración profesional, deficiente equipamiento, gran parte de los alumnos no disponen de las facilidades para desarrollar sus actividades estudiantiles por el escaso apoyo familiar. En Norteamérica, así como en algunos países de Europa o en nuestro país, estos problemas sociales y laborales afectan la tarea del docente, exigiendo mayor esfuerzo y dedicación al trabajo. Esta situación distrae al profesor, restándole tiempo y motivación para la discusión y la innovación. Tomando en cuenta que el cambio es necesario, se deberá comenzar por darle un fuerte respaldo al docente, quien constituye la columna vertebral del sistema educativo de cualquier país, por lo que, según Fullan, hay que "reculturizar la actividad del profesorado" [9].

### **2.5.3 Otros aspectos que influyen en la aplicación del cambio conceptual**

El Cambio Conceptual constituye una temática cuya aplicación en el ámbito educativo implica modificaciones en los esquemas que rigen los aprendizajes; es un proceso continuo que en general se enfoca en los extremos del proceso, esto es en el inicio y el final, descuidando las etapas intermedias que son las que provocan la adquisición y comprensión sistemática de los contenidos [7]. Este proceso implica el cambio de

teorías, que no se logra fácilmente ni en periodos cortos: pues, las reestructuraciones profundas del conocimiento solo se dan con mucho esfuerzo y en periodos más largos. Originalmente se estimaba que el cambio conceptual implicaba cambiar los conocimientos intuitivos por conocimientos más aceptados (sustitución conceptual). Actualmente, según los modelos psicológicos contextuales, se establece que dentro del sujeto cohabitan conocimientos alternativos que emergen de acuerdo al contexto. Muchos especialistas concuerdan que los cambios producidos resultan de las reestructuraciones débiles o superficiales (implica enriquecimiento de los conocimientos previos, pero no una revisión de los mismos) y fuertes o profundas (Modificación significativa de las concepciones alternativas) [7].

Según Fullan, la innovación en el aula tiene muchas dimensiones y para implementar los cambios se necesitan considerar tres componentes: el uso de nuevos enfoques, el uso de recursos didácticos actualizados; y de ser posible, una modificación de las creencias [9].

Hay otros factores que inciden en el cambio: las autoridades como facilitadores, los alumnos como los grandes protagonistas, los funcionarios de la institución educativa y todo el conjunto de la comunidad educativa, quienes son afectados por los cambios educativos y por las repercusiones sociales; estos aspectos condicionan los procesos de cambio, a lo que se debe añadir la influencia del entorno. Este proceso de cambio o innovación trasciende los contextos escolares y a su vez, se ve influido por el entorno en el que se desenvuelve [7].

## **2.6 CAMBIO CONCEPTUAL EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA**

Cuando ya se conocen las concepciones alternativas que tienen los estudiantes, las que deber ser aceptadas y caracterizadas, se presenta el problema de la evolución de éstas como resultado de la aplicación de las estrategias del cambio conceptual en el proceso enseñanza-aprendizaje, cuyos

resultados deberán ser analizados y valorados. En este sentido, una de las teorías que ha tenido mayor trascendencia es la desarrollada por Posner, et al (1982). Sus fundamentos proceden del campo de la filosofía de la ciencia: conciben el aprendizaje como una actividad racional; es decir, según los autores, aprender es fundamentalmente lograr comprender y aceptar las nuevas ideas, al considerarlas inteligibles y racionales [10]. Según Moreira, M.A. y I.M Greca (2003,pg. 312), "todo cambio, de hecho es cambio de alguna cosa: el cambio presupone que algo se altera"; pero se impone una condicionante, que establece que durante el cambio, esa cosa debe quedar idéntica. *"Se puede manifestar que una fruta verde cambia cuando madura y se vuelve amarilla, pero no se puede afirmar que se produjo cambio si la fruta verde ha sido reemplazada por una amarilla. La idea de que lo que cambia conserva su identidad es sustancial a la idea de cambio. Si embargo, lo que cambia debe volverse diferente: era verde, ahora es amarilla; era seco, se ha tornado húmedo; antes era opaco, ahora brillante". "El cambio se manifiesta como la transformación de una cosa, convirtiéndose en otra que, sin embargo, tiene características opuestas. Pero al cambiar, la cosa debe permanecer idéntica a sí misma"* (Popper, 1982). En definitiva, podemos decir que al cambiar una cosa, cambian sus características, pero sigue siendo ella misma. Podemos concluir diciendo que el cambio conceptual no puede concebirse como el reemplazo de una concepción (alternativa) por otra (científica) [8].

## **2.7 CONCEPTOS BÁSICOS Y LA SEGUNDA LEY DE NEWTON.**

### **2.7.1 Cómo se enseña en una clase expositiva tradicional**

#### **2.7.1.1 Masa**

Desde el punto de vista de la Física Clásica puede decirse que la masa  $m$  de un cuerpo es la propiedad que provoca su resistencia a una variación en su estado inicial. Esto se deriva del siguiente análisis: Intuitivamente sabemos que cuando una fuerza es aplicada a un cuerpo, este adquiere cierta aceleración; y, sabemos también, que cuanto mayor es la fuerza, tanto mayor es la aceleración que experimenta el cuerpo.

Si cambiamos la masa del cuerpo, la aceleración también variará. Por experiencia cotidiana sabemos que si aumentamos la masa, bajo la acción de la misma fuerza, la aceleración disminuirá; y, si disminuimos la masa, la aceleración aumentará.

Estos resultados nos permiten, de una manera directa, comparar las masa de dos cuerpos diferentes,  $m_0$  y  $m_1$ ; y determinar la masa de uno de ellos conociendo la del otro (para lo cual se aplica la misma fuerza a los dos cuerpos y se miden los parámetros necesarios- longitud y tiempo- que nos permiten obtener las aceleraciones respectivas, producidas en cada uno de los cuerpos), a partir de la siguiente relación:

$$\frac{m_1}{m_0} = \frac{a_0}{a_1}$$

#### **2.7.1.2 Fuerza**

Si bien, en el lenguaje corriente, la fuerza es entendida como un "jalón" o un "empujón", para los fines de la Física es necesario definirla de manera más precisa, y lo haremos operacionalmente.



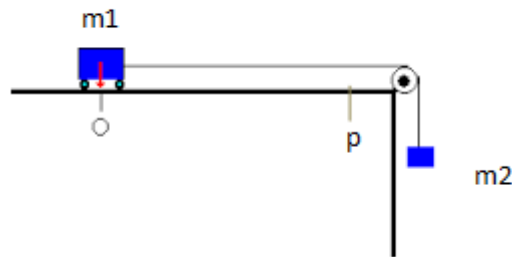


Figura 2 - 1 Sistema dinámico de dos cuerpos (Autor)

Consideremos dos cuerpos de masas  $m_1$  y  $m_2$ , unidas por una cuerda que pasa por una polea de masa despreciable y carente de fricción, como muestra la figura No.1. El plano horizontal no presenta fricción sobre el carrito ( $m_1$ ) y el sistema de rodaje tampoco presenta fricción. Con esta disposición del sistema, podemos aplicarle diferentes fuerzas al bloque de masa  $m_1$ , variando la masa  $m_2$  de la porta masas. En cada ensayo,  $m_1$  parte del reposo desde una posición específica (0) y se mide el tiempo que toma el cuerpo pasar por un segundo punto (p); el segmento op es previamente medido. Estos dos datos (longitud y tiempo) y el valor nulo de la velocidad inicial nos permite calcular el valor de la aceleración. Realizamos varias observaciones, con diferentes valores de masa en el porta masas, para obtener varios pares  $a-F$ . Aplicando el método analítico, calculamos la tensión de la cuerda, que representa la fuerza que actúa sobre el cuerpo  $m_1$ . Luego trazamos la gráfica  $a$  vs  $F$  y este gráfico evidencia que la fuerza aplicada sobre un cuerpo de masa  $m_1$  es directamente proporcional a la fuerza neta que actúa sobre él.

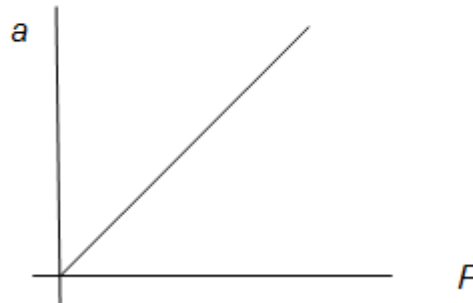


Figura No. 2-2 Gráfica  $a$ - $F$  para el cuerpo de masa  $m_1$  (Autor)

### 2.7.1.3 Segunda ley de Newton

Los experimentos realizados anteriormente permiten llegar a una conclusión y que se resume en lo que se llama la segunda ley de Newton respecto al movimiento de los cuerpos: "La aceleración de un cuerpo es directamente proporcional a la fuerza neta que actúa sobre él e inversamente proporcional a su masa. La dirección de la aceleración es la de la fuerza neta aplicada" [11]. En forma simbólica se expresa así:

$$a \propto \frac{F_{\text{neto}}}{m}$$

Cuando el factor de proporcionalidad es 1, la expresión queda así:

$$a = \frac{F_{\text{neto}}}{m}$$

## 2.7.2 Cómo se enseña en una clase, aplicando Cambio Conceptual

### 2.7.2.1 Segunda ley de Newton

Al aplicar el cambio conceptual, teniendo en cuenta el concepto físico causa-efecto, la segunda ley de Newton la podemos presentar así:

Consideremos que la masa de un cuerpo o de un sistema no cambia durante un cierto proceso porque no entra ni sale masa del sistema

(de acuerdo a la Física Clásica); y al aplicar una fuerza sobre ese cuerpo o sistema de cuerpos, estos adquieren cierta aceleración, pero su masa total no cambia. Esta aceleración producida es proporcional a la fuerza aplicada y se produce en la dirección de la fuerza neta.

$$a \propto F_{\text{neto}}$$

El factor de proporcionalidad sería entonces el cociente  $1/m$  ( $m^{-1}$ ), lo que permite escribir la siguiente relación entre la aceleración, la masa y la fuerza:

$$a = \left(\frac{1}{m}\right) F_{\text{neto}}$$

Que es la formulación matemática de la segunda ley de Newton.

### 2.7.2.2 Peso

Dos cuerpos celestes se atraen entre sí gracias a cierta propiedad de la materia y esta atracción obedece a una ley conocida como ley de gravitación universal que se formula así:

$$F = G \left(\frac{m_1 \times m_2}{r^2}\right)$$

Donde  $G$  se conoce como constante de gravitación universal,  $m_1$  y  $m_2$  representan las masas de los cuerpos y  $r$  representa la distancia que separa los centros de los dos cuerpos. Esta misma propiedad es la que hace que todo cuerpo cercano a la superficie de la Tierra sea atraído hacia ella, en dirección a su centro. La fuerza con que estos cuerpos son atraídos es variable, dependiendo de su distancia al centro de la Tierra, por lo que producen en ellos una aceleración variable, pero para recorridos verticales pequeños, se considera que esa aceleración es constante y se la conoce como aceleración debida a la gravedad, representada por  $g$ . La magnitud de esta fuerza de atracción ejercida por la Tierra sobre cuerpos colocados en o

cercanos a su superficie, se conoce como peso del cuerpo y su fórmula es:

$$\text{Peso del cuerpo } (W) = m \times g$$

Por lo tanto, el peso de un cuerpo no es una propiedad intrínseca de este, sino el resultado de su interacción con nuestro planeta y su valor depende de su ubicación respecto al centro de la Tierra.

## **2.8 GANANCIA NORMALIZADA DE HAKE**

El parámetro conocido como la ganancia normalizada de Hake, es un elemento importante al hacer el análisis de la evolución del aprendizaje de los estudiantes, porque evita la comparación entre estudiantes mejor preparados que otro, antes de iniciar el estudio de un determinado tema. Este parámetro permite también establecer si una metodología de enseñanza es efectiva partiendo del conocimiento inicial del estudiante [12]. Su fórmula es:

$$\langle g \rangle = \frac{\% \langle pos \rangle - \% \langle pre \rangle}{100 - \% \langle pre \rangle}$$

## **CAPÍTULO III**

### **CAPÍTULO III 3 MÉTODO**

#### **3.1 SUJETOS**

Para este proyecto se ha tomado dos grupos intactos de estudiantes del primer semestre de la Carrera de Ingeniería Civil en una Universidad de la ciudad de Guayaquil, que están tomando la asignatura Física I, período 2015-2016, Ciclo 2. Los grupos están conformados por 23 y 34 estudiantes.

#### **3.2 TAREAS Y MATERIALES**

A un grupo se le impartió la clase magistral (tradicional) de Física con el tema Segunda Ley de Newton. Con el segundo grupo, se trabajó en el mismo tema, pero se les aplicó la estrategia del cambio conceptual, mediante la discusión de las ideas previas que traen los estudiantes y confrontándolas con los conceptos teóricos científicos para que puedan complementar, reforzar o rectificar sus concepciones previas por propia iniciativa.

#### **3.3 PROCEDIMIENTO**

##### **3.3.1 Las Pruebas**

El primer paso consistió en preparar una prueba de entrada y otra de salida sobre conceptos relacionados con la segunda ley de Newton. Las dos pruebas son de elección múltiple, pero idénticas, solo se cambió el orden de las opciones de respuesta para la prueba de salida. Las dos pruebas se prepararon con el objetivo de obtener información acerca del conocimiento previo de los estudiantes en este tema de la Mecánica y los conocimientos nuevos adquiridos luego de la clase magistral en el grupo de control y de la aplicación del Cambio Conceptual en el grupo experimental.

##### **3.3.2 Recopilación de datos**

Se tomó las pruebas de entrada y salida a cada uno de los grupos, antes y después de la clase. Al grupo de control se le impartió la clase de manera

tradicional (expositiva) y al grupo experimental se les impartió la clase aplicando la estrategia del cambio conceptual. De las cuatro pruebas se obtuvieron los datos para nuestro análisis.

## CAPÍTULO IV

### 4 PRESENTACIÓN DE DATOS

Para el análisis de los datos se usó las herramientas de la estadística descriptiva, que nos permitirá ordenar los resultados y contrastarlos con el fin de llegar a conclusiones concretas (Tabla 4-1).

**Tabla 4-1** Calificaciones sobre diez de las pruebas de entrada y salida, en la clase tradicional.

Clase tradicional			
estudiante	P entrada	P salida	G
1	3	5	0,3
2	3	3	0,0
3	3	5	0,3
4	2	5	0,4
5	3	3	0,0
6	5	3	-0,4
7	2	2	0,0
8	3	5	0,3
9	4	3	-0,2
10	1	4	0,3
11	3	4	0,1
12	3	6	0,4
13	4	3	-0,2
14	6	4	-0,5
15	4	5	0,2
16	2	3	0,1
17	5	4	-0,2
18	4	2	-0,3
19	3	4	0,1
20	4	3	-0,2
21	4	5	0,2
22	4	4	0,0
23	1	3	0,2
Promedio	3,30	3,83	
Desv. Estándar	1,22	1,07	
Tiempo prueba	20 min	8 min	

En la tabla 4-1 se presenta las calificaciones de cada uno de los estudiantes que participaron en la clase tradicional, correspondientes a las pruebas de entrada y de salida, y la correspondiente ganancia absoluta de Hake entre estas pruebas. Al pie de la tabla se registra el promedio, la

desviación estándar de estas pruebas, así como de la Ganancia Absoluta. También se registra los tiempos mínimo y máximo que emplearon los estudiantes en cada prueba.

En la gráfica No.4-1, se representan los puntajes obtenidos por los estudiantes, registrados en la tabla No.1.

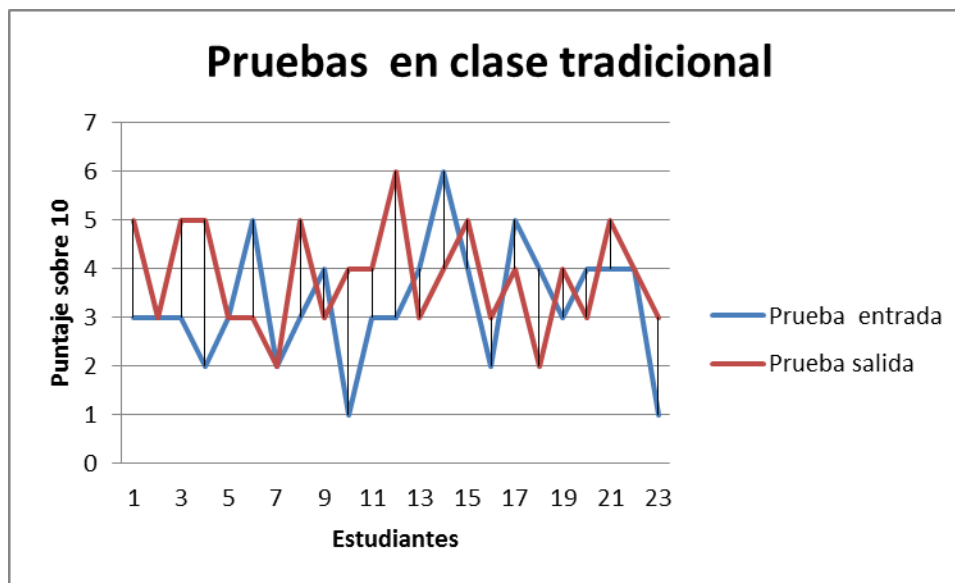


Figura 4-1 Representación de los datos de la tabla No. 4-1

En la tabla No. 4-2 se presenta a cada estudiante que participó de la clase con cambio conceptual, conjuntamente con las notas obtenidas sobre diez de la prueba de entrada y de la prueba de salida, y la correspondiente ganancia absoluta de Hake [12] entre estas pruebas. Al pie de la tabla se registra el promedio, la desviación estándar de estas pruebas, así como de la Ganancia Absoluta. También se registra los tiempos mínimo y máximo que emplearon los estudiantes en cada prueba.

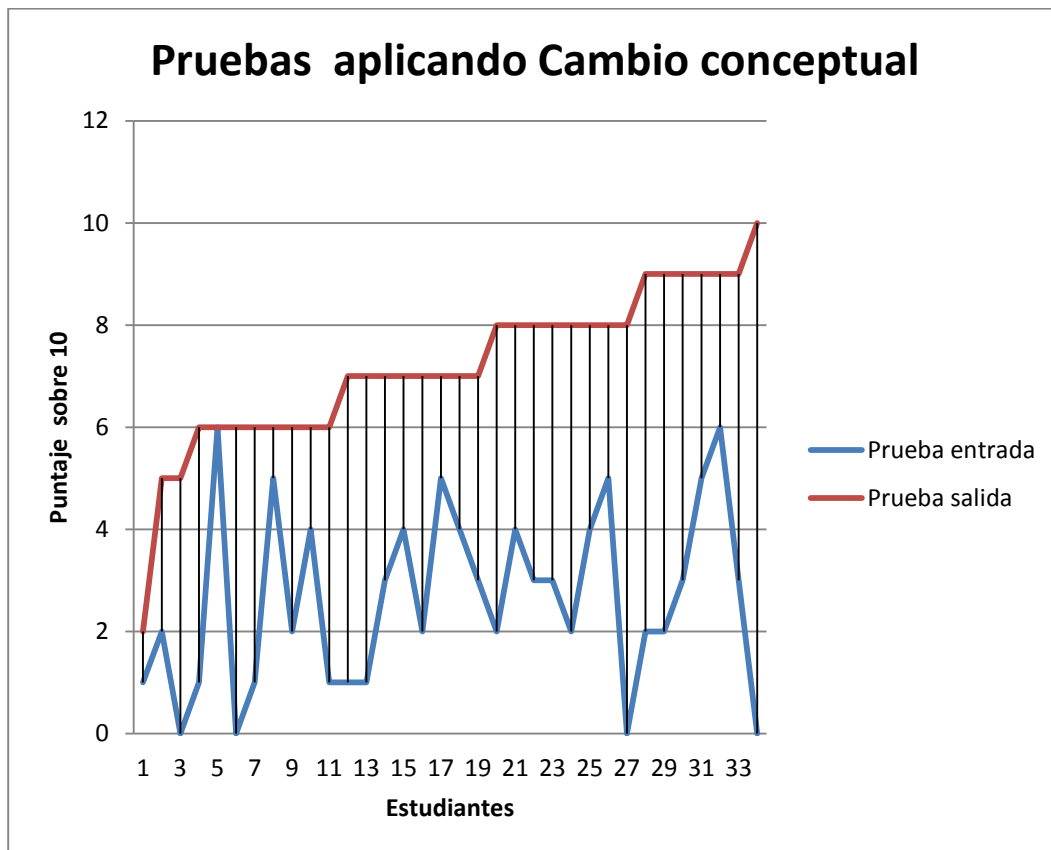


**Tabla 4-2** Calificaciones sobre diez, de las pruebas de entrada y salida, en la clase con cambio conceptual.

<b>Clase con Cambio conceptual</b>			
<b>Estudiante</b>	<b>Entrada</b>	<b>Salida</b>	<b>G</b>
1	1	2	0,1
2	2	5	0,4
3	<b>no rindió</b>	5	
4	1	6	0,6
5	6	6	0,0
6	0	6	0,6
7	1	6	0,6
8	5	6	0,2
9	2	6	0,5
10	4	6	0,3
11	1	6	0,6
12	1	7	0,7
13	1	7	0,7
14	3	7	0,6
15	4	7	0,5
16	2	7	0,6
17	5	7	0,4
18	4	7	0,5
19	3	7	0,6
20	2	8	0,8
21	4	8	0,7
22	3	8	0,7
23	3	8	0,7
24	2	8	0,8
25	4	8	0,7
26	5	8	0,6
27	<b>no rindió</b>	8	
28	2	9	0,9
29	2	9	0,9
30	3	9	0,9
31	5	9	0,8
32	6	9	0,8
33	3	9	0,9
34	0	10	1,0
<b>Media</b>	<b>2,8</b>	<b>7,2</b>	<b>0,6</b>
<b>Desviación</b>	<b>1,7</b>	<b>1,6</b>	
<b>Tiempo prueba</b>	<b>18 min</b>	<b>2min a 7 min</b>	

En la gráfica No.4-2, se representa los datos registrados en la tabla No.4-2.

Figura 4-2 Representación de los datos de la tabla No. 4-2



A continuación se presenta la tabla de porcentaje de estudiantes que acertaron correctamente cada una de las diez preguntas de las pruebas de entrada y salida, tanto de los que recibieron clase tradicional, como los que recibieron clase con cambio conceptual.

Tabla 4-3. Porcentajes de aciertos en las pruebas de entrada y salida, correspondientes a los dos grupos, de control (clase tradicional) y experimental (con cambio conceptual).

preguntas	Porcentaje de aciertos en pruebas						Aciertos	
	Clase tradicional			Clase con cambio conceptual				
	P. Entrada	P. salida	Mejora	P. Entrada	P. salida	Mejora	Psalida (de 32)	
1	30%	<b>39%</b>	<b>9%</b>	31%	79%	<b>48%</b>	26	81%
2	0%	<b>4%</b>	<b>4%</b>	3%	<b>47%</b>	<b>44%</b>	15	<b>47%</b>
3	26%	<b>39%</b>	<b>13%</b>	38%	91%	<b>54%</b>	29	91%
4	0%	<b>0%</b>	<b>0%</b>	0%	85%	<b>85%</b>	27	84%
5	0%	<b>9%</b>	<b>9%</b>	6%	79%	<b>73%</b>	26	81%
6	0%	<b>4%</b>	<b>4%</b>	9%	<b>29%</b>	<b>20%</b>	10	<b>31%</b>
7	78%	74%	<b>-4%</b>	75%	82%	<b>7%</b>	27	84%
8	87%	65%	<b>-22%</b>	44%	<b>50%</b>	<b>6%</b>	16	<b>50%</b>
9	35%	57%	<b>22%</b>	28%	74%	<b>45%</b>	23	72%
10	74%	87%	<b>13%</b>	44%	97%	<b>53%</b>	31	97%
Cant. Estud.	23			34			32	

## **CAPÍTULO V**

### **5 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

De los 23 estudiantes que recibieron clase tradicional, se obtuvo los siguientes resultados:

- Respecto a la prueba de entrada, el puntaje mínimo que se obtuvo fue 1, mientras que el puntaje máximo fue 6, con un promedio de 3.3, y desviación estándar 1.22.
- En la prueba de salida, el puntaje mínimo que se obtuvo fue 2, mientras que el puntaje máximo fue 6, con un promedio de 3.83, y desviación estándar 1.07.
- En cuanto a la ganancia absoluta de estas pruebas, su valor máximo fue 0.4, mientras que su valor mínimo fue de -5. El promedio de esta ganancia fue cero.

Referente a los estudiantes que recibieron la clase con Cambio Conceptual, a la prueba de entrada estuvieron presentes 32, mientras que durante la clase y en la prueba de salida estuvieron presentes 34 estudiantes. Se obtuvieron los siguientes resultados:

- Respecto a la prueba de entrada, el puntaje mínimo que se obtuvo fue 0, mientras que el puntaje máximo fue 6, con un promedio de 2.8, y desviación estándar 1.7. Esta prueba duró 18 minutos.
- En la prueba de salida, el puntaje mínimo que se obtuvo fue 2, mientras que el puntaje máximo fue 10, con un promedio de 7.2, y desviación estándar 1.6. Esta prueba duró de 2 a 7 minutos.
- En cuanto a la ganancia absoluta de estas pruebas, su valor máximo fue 10, mientras que su valor mínimo fue de 0. El promedio de esta

ganancia fue 0.6 solo se consideró a los 32 estudiantes que estuvieron desde la aplicación de la prueba de entrada.

Considerando el porcentaje de estudiantes que acertaron correctamente cada una de las diez preguntas de las pruebas de entrada y salida, tanto para los que recibieron clase tradicional, como los que recibieron clase con cambio conceptual, se observa que el más alto mejoramiento obtenido en la clase tradicional es en la pregunta 9 con un 22%, observando un decaimiento (no mejora) de -4% y -22% en las preguntas 7 y 8 respectivamente. Mientras que en la clase con cambio conceptual se observa que el más alto mejoramiento es en la pregunta 10 con un 97%, observando el menor mejoramiento en la pregunta 3 con un 31%.

## **CAPÍTULO VI**

### **6 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.**

De los datos obtenidos en las pruebas de entrada y de salida aplicadas a los estudiantes que recibieron clase con cambio conceptual, se observa que:

- 1.- Solo el 34.3 % consideraba que en la Mecánica Clásica, la masa de un cuerpo ubicado en la superficie de la Tierra es constante en el tiempo. Finalmente el 81% consideró lo afirmado.
- 2.- El 3.13% consideró que la magnitud de la fuerza que actúa sobre un cuerpo de masa  $m$  es independiente de masa y aceleración. Finalmente, el 47% optó por lo afirmado.
- 3.- El 37.5 % consideraba que la aceleración que adquiere un cuerpo depende de la fuerza neta que actúa sobre el cuerpo. Finalmente, el 91% eligió lo afirmado.
- 4.- Escasamente el 3.13% expresaba correctamente mediante una ecuación la segunda ley de Newton sobre el movimiento, considerando el concepto físico causa-efecto. Finalmente, el 84% opto por lo afirmado.
- 5.- Solo el 6.25% representaba correctamente, considerando el concepto físico cacusa-efecto, la segunda ley de Newton. Finalmente, el 81% consideró lo afirmado.
- 6.- El 15.6 % consideró que cuando un cuerpo tiene aceleración, requiere una fuerza actuando sobre él. Finalmente, el 31% eligió lo afirmado.
- 7.- El 75% consideraba que cuando una fuerza constante actúa sobre un cuerpo, su aceleración es constante. Finalmente, el 84% optó por lo afirmado.

- 8.- El 31.3% consideraba que el peso de un cuerpo depende solo de la atracción gravitacional y no de su masa. Finalmente, el 50% eligió lo afirmado.
- 9.- El 28.13% consideró que si un cuerpo desciende por un plano inclinado sostenido por una cuerda paralela al plano inclinado, y su rapidez está aumentando, significa que la fuerza que ejerce la cuerda es menor que la componente del peso en la dirección del movimiento. Finalmente, el 72% se inclinó por lo afirmado.
- 10.- Apenas el 5% consideraba que de acuerdo a la segunda ley de Newton, al disminuir la fuerza aplicada a un cuerpo, disminuye la aceleración que adquiere el cuerpo. Finalmente, el 87% eligió lo afirmado.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

- I. Las deficiencias en los conocimientos de Física, en gran medida se deben a la forma de enseñar en el nivel secundario o bachillerato, donde se crea en el estudiante conocimientos y creencias equivocadas que luego resultan perjudiciales cuando ingresan a la Universidad. En nuestra realidad el conocimiento que traen los bachilleres, es insuficiente o distorsionado, lo que dificulta el proceso de enseñanza-aprendizaje.
  
- II. El cambio conceptual a través de discusiones generadas entre estudiantes de un curso de Física, facilita el fortalecimiento y enriquecimiento de los conocimientos que poseen los estudiantes al inicio de un curso o estudio de un tema específico de las ciencias físicas, esto se evidencia en los resultados de las dos pruebas (entrada y salida) que fueron tomadas al grupo experimental. Con esto, se concluye que la hipótesis alternativa es la que prevalece.



## **RECOMENDACIONES**

Los profesores se deben preocupar por indagar sobre el conocimiento que tienen sus estudiantes sobre los temas a estudiar en ciencias, logrando que estos expongan sus ideas a través de discusiones entre estos; debemos ayudar a mejorar sus ideas acerca del mundo, partiendo de sus concepciones previas.

Se debe considerar que las ideas que tienen nuestros estudiantes pueden ser totalmente erróneas, pero que son sus representaciones veraces de la realidad obtenida de sus propias experiencias en su entorno, a través de sus observaciones y experiencias diarias. Estos se deben fortalecer con los conocimientos teóricos científicos a través de las actividades académicas.

Sin embargo, se sugiere que para lograr un mejor nivel de aprendizaje, considerando las deficiencias que tienen los bachilleres, se considere la posibilidad de realizar cursos propedéuticos extensivos para lograr cierta uniformidad en los conocimientos que sobre ciencias deben tener los estudiantes, previo al inicio de una carrera en ingeniería.

## REFERENCIAS

- [1] Gagné, R. M. "Las condiciones del aprendizaje". Ed. Aguilar, Madrid, 1971.
- [2] Carretero, M. "Construir y enseñar ciencias experimentales" Aique Grupo Editor S.A. Argentina 2° Ed. 1997
- [3] Chi, M.T.H. and Roscoe, R.D., "The process and challenges of conceptual change". En: Limón, M.and Mason, L. (2003). Reconsidering conceptual change: Issues in theory and practice. Kluwer Academic Publishers, London, 2003. p. 3-27
- [4] Vosniadou, S. y Brewer, W.F. (1982). " Mental models of the earth a study of conceptual change in childhood". Cognitive Psychology
- [5] CAREY, S. (1985a). "Conceptual change in childhood". MIT:Press: Cambridge, Mass.
- [6] White, R.T. y Gunstone, R.F. (1989) "Metalearning and conceptual change". International Journal of Science Education. vol. 11, número monográfico, 577-586
- [7] Hernández, G "Cambio conceptual en la enseñanza y el aprendizaje", publicado el 28 de Julio de 2009. Recuperado el 5 de enero del 2016. <http://cambio-conceptual-gladys.blogspot.com/2009/07/el-docente-y-el-cambio-conceptual.html>
- [8] Fullan, M., "Los Nuevos Significados del Cambio Educativo", editorial Octaedro Barcelona ,3ra edición (2002)
- [9] POSNER, G.J., STRIKE, K.A., HEWSON, P.W. y GERTZOG, W.A. (1982). "Accommodation of a scientific conception:Toward a theory of conceptual change". Science Education,66, pp. 211-227.
- [10] Moreira, M. A., & Greca, I. M. (2003). "Cambio conceptual: análisis crítico y propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo". Ciência & Educação. Bauru. Vol. 9, n. 2.
- [11] ]. (Wilson, J./Bufa, A: 2006 "Física", Pearson / Prentice Hall. 5° Ed.

- [12] Hake, R. R. (1998). "Interactive- engagement versus traditional methods: A six- thousand students- survey of mechanics test data for introductory physics courses". American Journal of Physics, Vol. 66, pp. 64-65

## ANEXO 1

### PRUEBA DE ENTRADA SOBRE LA SEGUNDA LEY DE NEWTON

ALUMNO: \_\_\_\_\_ PORCENTAJE DE RESULTADOS MARCADOS \_\_\_\_\_  
FECHA: 04/12/2015

1.-En Mecánica Clásica, la masa de un cuerpo ubicado en la superficie de la Tierra es:

- a) Constante en el tiempo **34.3%**
- b) Variable en el tiempo 28.1%
- c) constante o variable, dependiendo de ciertos factores 15.6%
- d) indiferente 9.3%

2.- La magnitud de la fuerza que actúa sobre un cuerpo de masa  $m$  es:

- a) directamente proporcional a la aceleración 31.3%
- b) directamente proporcional a la masa 28%
- c) directamente proporcional a la velocidad 6.25%
- d) **independiente de masa y aceleración 3.13%**
- e) inversamente proporcional a la masa y la aceleración 25%

3.- La aceleración que adquiere un cuerpo depende de:

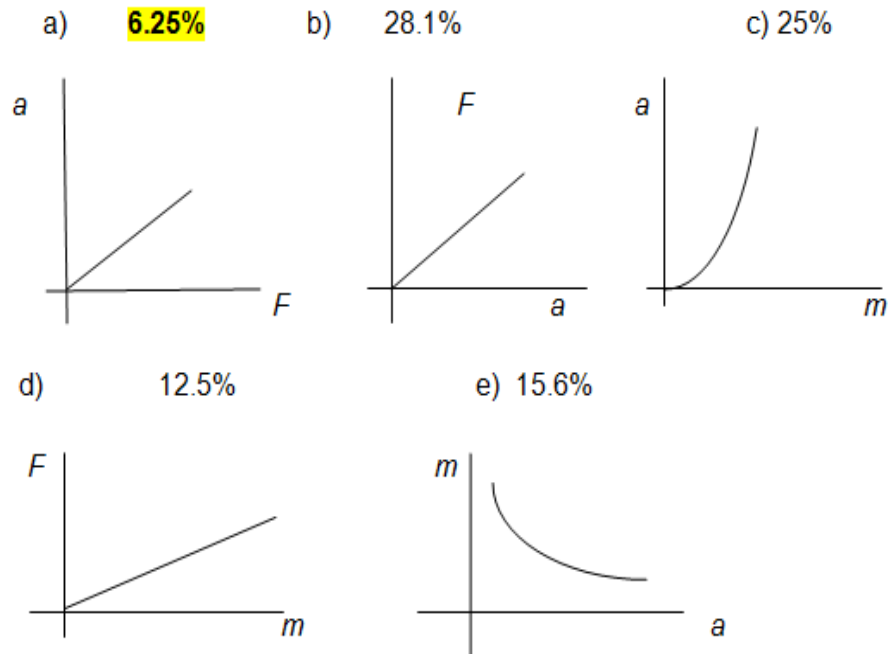
- a) la masa del cuerpo 12.5%
- b) la fuerza neta que actúa sobre el cuerpo 37.5%**
- c) las respuestas a) y b) son verdaderas 43.75%
- d) las respuestas a) y b) son falsas 3.13%

4.- La segunda ley de Newton sobre el movimiento, considerando el concepto físico causa-efecto, se puede expresar mediante la ecuación:

- a)  $a = \frac{F}{m}$  6.25%
- b)  $F = m \times a$  78.12%
- c)  $m = \frac{F}{a}$  3.13%
- d)  $F = \frac{m}{a}$  9.3%

- e) todas las expresiones anteriores son falsas 3.13%**

5.- Si se aplica una fuerza sobre un cuerpo, el gráfico que representa correctamente, considerando el concepto físico causa-efecto es:



6.- ¿Cuál de los siguientes postulados en Mecánica Clásica son correctos?

- a) Toda fuerza que actúa sobre un cuerpo genera una aceleración 25%
- b) Cuando un cuerpo tiene aceleración, requiere una fuerza neta actuando sobre él. 15.6%**
- c) Si se varia la masa de un cuerpo el sistema adquiere una nueva aceleración 3.13%
- d) Los postulados a) y b) son correctos 37.5%
- e) Los postulados a), b) y c) son correctos. 21.8%

7.- Cuando una fuerza constante actúa sobre un cuerpo, es correcto afirmar que:

- a) su aceleración aumenta dependiendo de la masa 3.13%
- b) su aceleración disminuye, dependiendo de la masa 3.13%
- c) su masa aumenta
- d) su aceleración es constante 75%**
- e) las afirmaciones a) y b) son correctas 18.75%

8.- El peso de un cuerpo depende de

- a) su masa 25%

- b) la atracción gravitacional 31.3%
- c) la velocidad con que se está moviendo
- d) Las respuestas a) y b) son correctas 43.75%**
- e) las respuestas a), b) y c) son correctas

9.- Si un cuerpo desciende por un plano inclinado sostenido por una cuerda paralela al plano inclinado, y su rapidez está aumentando, significa que:

- a) la cuerda ejerce una fuerza mayor que la componente del peso en la dirección del movimiento 9.37%
- b) La cuerda no ejerce ninguna fuerza 15.62%
- c) la fuerza que ejerce la cuerda es menor que la componente del peso en la dirección del movimiento 28.13%**
- d) No es posible saber 3.13%
- e) la cuerda ejerce una fuerza igual que la componente del peso en la dirección del movimiento. 37.5%

10.- La segunda ley de Newton relaciona las cantidades físicas: fuerza, masa y aceleración.

Las relaciones entre estas cantidades pueden ser:

- a) Al aumentar la masa aumenta la aceleración 21.88%
- b) Al disminuir la fuerza disminuye la aceleración 5%**
- c) Al aumentar la aceleración, disminuye la fuerza 9.4%
- d) Al aumentar la fuerza la aceleración no se altera 6.25%
- e) Al disminuir la aceleración, aumenta la masa 12.5%

## **ANEXO 2**

### **Fotos de los estudiantes en la prueba.**

