

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**



**INSTITUTO DE CIENCIAS FÍSICAS**

**TESIS DE GRADUACIÓN**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
“MAGISTER EN ENSEÑANZA DE LA FÍSICA”**

**TEMA**

**“APLICACIÓN DE CAMBIO CONCEPTUAL PARA MEJORAR EL  
RENDIMIENTO DE ESTUDIANTES EN EL LABORATORIO DE  
FÍSICA, USANDO FORO”**

**AUTOR**

**CARLOS ALFREDO TORRES PRIETO**

**GUAYAQUIL-ECUADOR**

**AÑO**

**2010**

## DEDICATORIA

Para aquellas personas que creen firmemente que un cambio en nuestros conceptos y en nuestra vida es posible, si somos confrontados ante la verdad.

*“De modo que si alguno está en Cristo, nueva criatura es; las cosas viejas pasaron; todas son hechas nuevas”.*

*2 Corintios 5: 17*

Dedico esta tesis a mi esposa Eulalia, por su constante apoyo y comprensión, quien con sabiduría hizo que en este tiempo, todo lo que me requirió este postgrado, sea una carga ligera entre mis obligaciones, a pesar de todos los problemas a los que juntos nos hemos enfrentado durante nuestras vidas, como esposos y padres. Hace eco en mí una de sus frases: “todo requiere de esfuerzo, no hay nada fácil”.

Y también a mis amados hijos Catherine, Danny y Douglas, aunque este trabajo de tesis no les compensará el tiempo que les sustraje, que como padre tenía que dedicarles. Más ellos siempre dadivosos con sus alegrías y bromas me contagiaron en los momentos oportunos.

A mis hijas Doris, Andrea, Dennisse, Karlita, a quienes amo mucho en Cristo, que este trabajo sea ejemplo de esfuerzo y dedicación ante todo lo que emprendan, y siempre digan: “todo lo puedo en Cristo que me fortalece”.

A mi nietita Valeria, espero que la anime a ser valiente y esforzada, y que anhele siempre vivir la nueva vida en Cristo Jesús, Señor nuestro.

## AGRADECIMIENTOS

Gracias oh Dios Todopoderoso, creador de los cielos , la tierra, el mar, y todo lo que hay en ellos y fuera de ellos, porque puedo decir que *hasta aquí me ha traído Jehováh*, cuidándome, fortaleciéndome, perdonándome, proveyéndome, el cual me amó y se entregó así mismo por mí; Es por esto que hago eco de las palabras dichas por el apóstol Pablo: *“Pero por la gracia de Dios soy lo que soy; y su gracia no ha sido en vano para conmigo...”*, porque la gracia de Dios ha estado conmigo.

Agradezco al Instituto de Ciencias Físicas (ICF), y por su intermedio a la ESPOL por el apoyo económico brindado durante la realización de esta maestría.

Agradezco a mi director de tesis, el Msc Jorge Flores Herrera, por sus conocimientos invaluable y guía que me brindo para llevar a cabo esta investigación, y más aun su gran paciencia para esperar a que este trabajo pudiera llegar a su fin.

Agradezco al Msc Carlos Moreno Medina, al Msc Eduardo Montero Carpio, al Msc Jaime Vásquez Tito, por sus valiosas contribuciones que hicieron al trabajo final, y por el tiempo que dedicaron para revisarlo, aún a pesar de tantas actividades que los ocupa como Director del ICF, Subdirector del ICF y Director del Centro de Investigaciones y Servicios Educativos, respectivamente. Así también al Ing. Luis Castro Iturralde, por su valiosa colaboración en la revisión de este trabajo, a pesar de sus labores docentes.

Agradezco a aquellas grandes personas que hicieron posible la construcción del conocimiento en las aulas donde se desarrolló esta maestría, los excelentes profesores del programa de maestría. A mis compañeros de esta primera promoción de la Maestría de enseñanza de la Física por todos aquellos momentos que conviví con ellos. En especial a Dick Zambrano, a Carlos Martínez, a José Sacarelo, a Jorgito Encalada. A todos mis compañeros de promoción porque más de una vez han compartido sus conocimientos para enriquecernos todos.

Gracias doy a mis pastores José y María de Vargas, por todas sus oraciones, enseñanzas, sugerencias y apoyo a lo largo de este tiempo de nuestra valiosa amistad y su inmenso amor que me han mostrado. A mis hermanos en Cristo de la Iglesia Jesucristo Libertador de Guayaquil y Durán, en especial a mi hermana Dorita Claudett, a mi hermana Anita Uriña, a mi hermano Alberto Ochoa, a mis hermanos Piguave Acosta, a mi hermana Ivonne Lozano, por su gran apoyo por medio de sus

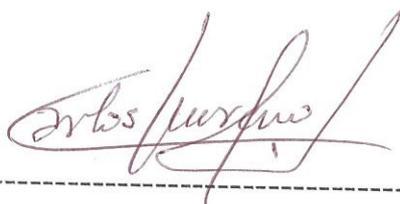
oraciones y ruego ante nuestro Dios, por toda su comprensión, consideración y estimación, que en todo momento mostraron hacia mí.

Gracias amada esposa Eulalia, gracias amados hijos Catherine, Danny y Douglas, por todo su amor y apoyo cuando más desanimado, preocupado y angustiado me sentía, dándome todos ustedes ánimo para continuar lo que había empezado; quienes me han contagiado con alegría, para poder compartir todos nuestros sentimientos, planes y proyectos, participando de nuestros logros y tropiezos de una forma agradable.

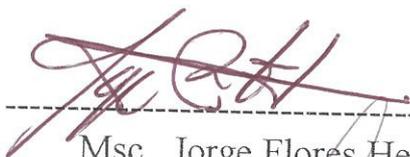
Agradezco a mis padres, Manuel Cesar y Eugenia Pilar, por su cariño, paciencia, comprensión y apoyo desde siempre, inculcándome que todo lo que quiera emprender es posible realizarlo. Quienes sin escatimar esfuerzo alguno han sacrificado gran parte de su vida, en todo el tiempo que me formaron y educaron.

A todos ustedes, muchísimas gracias.

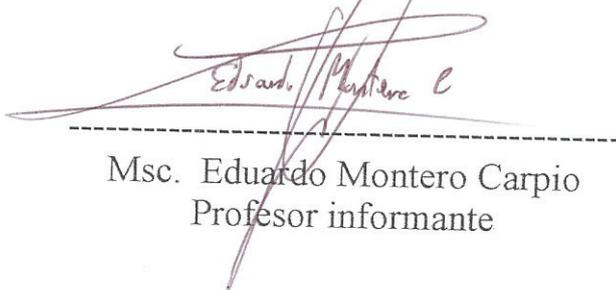
**TRIBUNAL DE GRADO**



Msc. Carlos Moreno Medina  
Director ICF



Msc. Jorge Flores Herrera  
Director de Tesis



Msc. Eduardo Montero Carpio  
Profesor informante

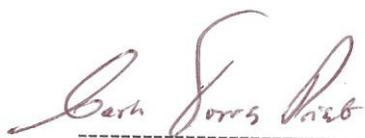


Msc. Jaime Vásquez Tito  
Profesor informante

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta tesis de grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”.

(Reglamento de graduación de la ESPOL)



Carlos A. Torres Prieto

## Resumen

En el presente trabajo se analizará, basado en el método de cambio conceptual ¿cómo incide en el rendimiento de los estudiantes la interacción entre el conocimiento previo y un nuevo conocimiento aparentemente incompatible en el uso del voltímetro y amperímetro en circuitos resistivo, apoyados en sesiones de foro relacionado con el tema? Así también servirá de guía para realizar prácticas de uso del voltímetro y amperímetro en circuitos resistivos tanto para estudiante de secundaria como de universidades, reemplazando el paradigma de conexión de voltímetros y amperímetros de la manera clásica. Las unidades de investigación fueron cuatro grupos de estudiantes de ingeniería de la ESPOL, y registrados en laboratorio de física C segundo término 2009. Se preparó una guía de práctica de laboratorio para los estudiantes Los instrumentos aplicados para la recolección de datos fueron: prueba Cloze, prueba entrada/ salida, prueba de evaluación, reporte de práctica de laboratorio. Se realizó un análisis detallado del rendimiento apoyado en la prueba F, con nivel de significación de 0.05. La instrucción de cambio conceptual tuvo mejores resultados en los estudiantes que habían participado en las sesiones de foros.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	14
ÍNDICE DE TABLAS	15
1. INTRODUCCIÓN	16
1.1 Preguntas de Investigación	20
1.2 Ideas previas.	20
1.3 Cambio conceptual	21
1.4 Modelos de cambio conceptual	29
1.4.1 El Modelo de Driver	35
1.5 Teoría constructivista	36
1.6 Aprendizaje significativo	38
1.7 Motivación	39
1.8 Evaluación	40
1.9 La prueba Cloze	40
1.10 Tecnología	42
1.11 Foro	43

1.12 Circuito eléctrico	44
1.12.1 Circuito eléctrico: conexión en serie	46
1.12.2 Circuito eléctrico: conexión en paralelo	46
1.12.3 Potencial eléctrico o voltaje: Diferencia de potencial	47
1.12.4 Corriente eléctrica	48
1.12.5 Resistencia eléctrica	48
1.12.6 Fuentes de voltaje	49
1.13 Ley de Ohm	49
1.14 Instrumentos de medición	50
1.14.1 El amperímetro	52
1.14.2 El Voltímetro	53
1.15 Hipótesis	54
1.16 Objetivos	55
2. MÉTODO	57
2.1. Sujetos	57
2.2 Tareas y material instruccional	57
2.3 Caracterización de las muestras y de los procesos de muestreo	58
2.4. Variables o categorías de análisis	58
2.5. Procedimiento	59
2.6. Análisis de los datos	60
3. RESULTADOS	62

3.1 Resultado de la prueba Cloze por paralelo y niveles	62
3.2 Resultados de la prueba conceptual inicial, evaluación y conceptual de salida por grupo	64
3.3 Análisis ANOVA: Prueba de concepto de salida	68
3.4 Resultados de reportes de los paralelos que recibieron instrucción con cambio conceptual	69
4. DISCUSIÓN	71
4.1 Discusión de la prueba Cloze	71
4.2 Discusión de la prueba de entrada y salida	72
4.3 Discusión del resultado de la hipótesis 1	73
4.4 Discusión del resultado de la hipótesis 2	74
4.5 Discusión del resultado de la hipótesis 3	74
4.6 Discusión de los resultados de reportes de los paralelos que recibieron instrucción con cambio conceptual	75
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	77
ANEXOS	82
ANEXO 1: Práctica de laboratorio, leyes de Kirchhoff	83
ANEXO 2: Prueba Cloze	85
ANEXO 3: Foros, tema: Uso del amperímetro y voltímetro en el laboratorio de Física	88

ANEXO 4: Prueba de concepto de entrada y salida	91
ANEXO 5: Prueba de evaluación	93
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1.1 Diagrama de bloques de un circuito eléctrico simple	45
Fig.1.2 Diagrama esquemático de un circuito eléctrico simple	45
Fig. 1.3 Diagrama pictórico de un circuito eléctrico simple	45
Fig. 1.4 Circuito eléctrico: Conexión en serie	46
Fig.1.5 Circuito eléctrico: Conexión en paralelo	47
Fig. 1.6 Conexión de instrumentos de medición: Amperímetro y voltímetro	52
Fig.1.7 Esquema eléctrico interno de un amperímetro	53
Fig. 1.8 Esquema eléctrico interno de un voltímetro	54
Fig. 3.1 Gráfico en barra comparativo de los niveles de lectura	64
Fig. 3.2 Gráfico en barra de los promedios y desviaciones estándar de los resultados de la prueba de concepto de entrada y de salida	66
Fig. 3.3 Gráfico en barra de los promedios y desviaciones estándar de los resultados de la prueba de evaluación	67
Fig. 3.4 Gráfico de la interacción entre los variables cambio conceptual y foro	69

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Resultados de la prueba Cloze aplicada a los grupos de la investigación	62
Tabla 3.2 Niveles de lectura obtenidos de los resultados de la prueba Cloze	63
Tabla 3.3 Promedios y desviaciones estándar de los resultados de la prueba de concepto de entrada y de salida	65
Tabla 3.4 Promedios y desviaciones estándar de los resultados de la prueba de evaluación	66
Tabla 3.5 Ganancias en los rendimientos de los grupos, considerando los promedios (en porcentaje) de las pruebas de entrada y salida	68
Tabla 3.6 Tabla de ANOVA para la prueba de salida	68
Tabla 3.7 Resumen de las medias y desviaciones estándar de las calificaciones de los reportes de los grupos C y D	70

## **1. INTRODUCCION**

Los estudiantes al ingresar al proceso de enseñanza aprendizaje en las ciencias físicas poseen una gran cantidad de conocimientos previos, productos de la interacción con su entorno y el mundo físico, los cuales son utilizados por ellos para explicar ciertos comportamientos del mundo que los rodea, pero que no siempre tienen una base científica, por lo que estas ideas son consideradas erróneas desde el punto de vista científico, pero desde el punto de vista del estudiante son útiles; estas ideas son muy resistentes y difíciles de modificar, lo que representa un gran obstáculo para la modificación o construcción de nuevas concepciones de su entorno. Es por esto que la consideración de las ideas previas de los estudiantes y la orientación de la enseñanza a fin de hacer posible el cambio conceptual aparecen hoy como relevantes de la didáctica de las ciencias [1].

Las dificultades en el aprendizaje de la física observadas en el laboratorio, generada por la aplicación de una clase de tipo tradicional, en donde se hace evidente el aprendizaje superficial, los preconceptos erróneos e incompletos, y la desmotivación, han puesto de manifiesto el uso equívoco y limitado de los

instrumentos de mediciones eléctricos, tales como amperímetro y voltímetro, que los limita en la experimentación.

En este trabajo de investigación, el marco teórico es el cambio conceptual, según el modelo de Driver, apoyándose a través de una comunidad de aprendizaje mediante la participación de los estudiantes en un foro virtual.

En los laboratorios de física, es común observar a estudiantes universitarios que realizan mediciones eléctricas, para lo cual manipulan equipos de los cuales poseen ciertas concepciones básicas y/o paradigmas, como es el caso del voltímetro y amperímetro; concepciones que los limitan y obstaculizan a experimentar bajo ciertas circunstancias, generando de esta manera una resistencia a la adquisición o corrección del conocimiento de manera significativa. Esta situación se vuelve más crítica cuando los ambientes de aprendizaje, en los que se imparte la física, están centrados en la enseñanza, donde los estudiantes adoptan un rol pasivo limitándose única y exclusivamente a atender la clase y tomar apuntes de las explicaciones que hace el profesor, fomentando de esta manera un aprendizaje orientado a la memorización de la información proporcionada a los estudiantes.

Esta problemática expuesta y observada, ha impulsado que los profesores en la actualidad consideren las ideas previas de los estudiantes, y por consiguiente orienten la enseñanza de la física con el propósito de que los estudiantes construyan los conocimientos científicamente compartidos, haciendo posible el cambio conceptual, y de esta manera lograr una mejora de su aprovechamiento.

Así también, este problema es de interés tanto teórico como práctico. Por el lado teórico, este enfoque permite mostrar la evidencia experimental directa del uso del foro en combinación con el cambio conceptual como un instrumento para lograr el aprendizaje significativo, al desplazar y reemplazar los conceptos previos incompletos y erróneos. En lo práctico, este enfoque se puede aplicar en el salón de clases. Considerando lo expuesto anteriormente, el presente trabajo será de utilidad para profesores y estudiantes, sirviendo de orientación para realizar prácticas de uso del voltímetro y amperímetro en circuitos resistivos tanto para estudiantes de secundaria como de universidades, reemplazando el paradigma de conexión de voltímetros y amperímetros de la manera clásica.

Uno de los temas más estudiados en las investigaciones realizadas en los últimos años referente a las dificultades en el aprendizaje de la física, es el de circuitos eléctricos; en estas se ha evidenciado que existe algunos conceptos alternativos sobre circuitos eléctricos que son comunes entre la gran mayoría de los estudiantes, aun en aquellos que han tenido y aprobado una instrucción formal del tema, siendo estos principalmente de tipo conceptual, a los que se agregan los de tipo procedimental (Mc Dermott y Shaffer, citado en [2]).

Se ha observado en el estudio de circuitos eléctricos un razonamiento secuencial lineal, esto se evidencia al realizar un análisis paso a paso de cada uno de los elementos que conforman cada ramal del circuito sin tener en cuenta cómo pueden

influir los otros elementos de otros ramales en la globalidad del circuito (Pontes y De Pro, citados en [3]).

Para la consecución de un cambio conceptual, también debemos considerar las actitudes negativas de los estudiantes ante el tratamiento de los nuevos conceptos o teorías, ya que estas afectan la motivación de los estudiantes, generando obstáculos para el logro del aprendizaje [3]. Así es fundamental tener en cuenta la desmotivación ocasionada en los estudiantes cuando ellos consideran que lo que están aprendiendo es irrelevante y sin sentido, al pensar que estos nuevos conocimientos que le enseñan no están relacionados con lo que van a realizar en su futuro profesional.

La existencia de décadas de investigación sobre el cambio conceptual, habla de la complejidad de estas cuestiones en el aprendizaje. La estrategia de cambio conceptual considera el origen de las ideas previas y la transformación en el estudiante, a fin de lograr el aprendizaje de nuevos conceptos basados en aquellas preconcepciones que ha logrado cambiar, siendo entonces importante como aprende el estudiante [4].

La enseñanza tradicional, en donde el aprendizaje se basa en atender, copiar y repetir, hace parecer que el aprendizaje de los conceptos es más fácil considerando al estudiante como una “tabula rasa”, es decir, “una tablilla sin inscribir (locución latina que se aplica a algo que está exento de cuestiones o asuntos anteriores) [5]. Se ha evidenciado a través de investigaciones que muchos estudiantes, a pesar de la insistencia y repetición con que se les había enseñado, no logran comprender los

conceptos científicos más elementales, lo que inicialmente se denominó errores conceptuales, pero posteriormente distintos autores los llamaron preconceptos, preconcepciones, ideas previas, ideas alternativas, teorías implícitas, teorías ingenuas, ciencia de los niños, esquemas conceptuales alternativos, representaciones, etc., diversidad terminológica que se utilizó en la década de los 80, que luego se las denominaría genéricamente como concepciones alternativas [3].

## 1.1 Preguntas de Investigación

A fin de promover situaciones de aprendizaje reflexivo basado en el método de cambio conceptual, se analizará cómo incide en el rendimiento de los estudiantes la interacción entre el conocimiento previo y un nuevo conocimiento aparentemente incompatible en el uso del voltímetro y amperímetro en circuitos resistivos, apoyados en sesiones de foro relacionado con el tema. Se plantean las siguientes preguntas:

¿Cómo influye el dictado de las clases con cambio conceptual en el rendimiento de los estudiantes que participan en foro específico?

¿Cómo influye la participación en foro específico en el rendimiento de los estudiantes que reciben el dictado de las clases con cambio conceptual?

¿Cómo se compara el dictado de las clases con cambio conceptual y la participación en foro específico en el rendimiento de los estudiantes?

## 1.2 Ideas previas

Son las ideas construidas individualmente, obtenidas a través de la percepción y la experiencia de la vida diaria, que forman parte del conocimiento implícito de una persona, por lo que muchas veces no son fáciles de identificar. Existen varias técnicas o instrumentos para identificar y evaluar estas ideas, como cuestionarios de opciones múltiples sobre aspectos específicos, problemas abiertos vinculados a la experiencia diaria de la persona, elaboración de mapas conceptuales, entrevistas individuales y pequeñas dirigidas de manera específica, observación directa de un fenómeno en el laboratorio con planteo de preguntas por parte del profesor, etc.

Los resultados de estudios realizados referente a la enseñanza de la Física, en el área de electricidad y específicamente en circuitos eléctricos, muestran que existe cierta regularidad en los patrones de razonamiento que utilizan los estudiantes antes de la instrucción, y que después de la misma se mantienen en sus estructuras conceptuales [6].

### **1.3 Cambio conceptual**

Durante el aprendizaje de un material complejo, como los conceptos de la ciencia, puede ocurrir al menos tres situaciones diferentes de conocimiento previo: (1) El estudiante no posee conceptos previos del conocimiento que hay que aprender, aunque pueden tener algunos conocimientos relacionados. (2).- El estudiante puede tener algún conocimiento previo pero *incompleto*. (3).- El estudiante puede haber adquirido ideas previas incorrectas o erróneas, que están

"en conflicto con" el conocimiento que hay que aprender. En los dos primeros casos la adquisición de conocimientos es de *enriquecimiento* [7]; mientras que en el tercer caso la adquisición de conocimiento es el *cambio conceptual*, que consiste en *cambiar* conceptos erróneos para corregir el conocimiento [8].

Las principales dificultades a ser superadas para una correcta adquisición de los conocimientos científicos no se presenta solamente en la existencia de preconcepciones (ideas previas que posee el estudiante) o ideas alternativas (ideas erróneas que persisten aún después de haber estudiado), sino también en el uso reiterado de razonamientos que utilizan los estudiantes para la construcción personal del conocimiento:

El razonamiento de ‘sentido común’ también denominado ‘fijación funcional’, que muchas veces es utilizado por los estudiantes, y que se presenta cuando los sujetos fijan la representación de un problema de acuerdo a su fijación funcional y fallan al representarla con una nueva función, es observado en la aplicación directa de ecuaciones en la resolución de problemas sin considerar la complejidad del problema.

El razonamiento de ‘reducción funcional’, o la tendencia a razonar sin tomar en cuenta todo lo que influye en un problema es utilizado muy frecuentemente en la vida diaria, donde el estudiante reduce, sin tener justificación, todas las variables a una sola.

El razonamiento ‘secuencial lineal’, con el cual el estudiante trata de solucionar un problema razonando de manera local más simple sin pensar en una estrategia más compleja considerando todo el sistema. Este tipo de razonamiento fue observado en el estudio de circuitos eléctricos, en donde el estudiante va realizando análisis paso a paso de cada elemento del circuito y por ramal, sin considerar la influencia de estos en todo el sistema [3].

También debemos considerar que las actitudes negativas del estudiante causan dificultades en la construcción de su conocimiento: Las actitudes de los estudiantes o su comportamiento conductual, pueden actuar como grandes obstáculos en el cambio conceptual, al existir ideas, creencias, paradigmas y valores subyacentes, que son mucho más difíciles de cambiar que una simple concepción previa.

En el proceso de enseñanza de las ciencias, existe la necesidad de que la instrucción genere una modificación en las ideas previas del aprendiz, produciendo de esta manera un cambio en el conocimiento, o una modificación de un concepto, o una modificación en la red conceptual (añadir un nuevo concepto, desplazar o reubicar un concepto de esa red, generar nuevas relaciones entre conceptos de dicha red), modificación teórica o de creencias conceptual, es decir el denominado cambio conceptual [9].

En el proceso de formación conceptual interviene el propio desarrollo cognoscitivo del estudiante, así como también los procesos de cambio

conceptual, encontrándose en el camino para el aprendizaje de la ciencia con obstáculos como la resistencia natural al cambio que presentan las concepciones espontáneas o preconceptos de los estudiantes [10].

Las primeras propuestas de cambio conceptual, tenían en cuenta aspectos básicos del aprendizaje, como por ejemplo de que “todo aprendizaje depende de los conocimientos previos del aprendiz”, o que “quienes aprenden construyen significados y establecen relaciones”.

Un concepto se logra adquirir cuando se tiene la capacidad de dotar de significado al material o a la información o dato que se le presenta, esto es cuando se "comprende" [11]. Aprender ciencias, considerando un ambiente multicultural, consiste en la multiplicación de conocimientos y no de suprimir estos [12].

El cambio conceptual tiene un patrón evolutivo en el cual el estudiante mantiene elementos sustanciales de la vieja concepción mientras gradualmente incorpora elementos de una nueva concepción. Por ende si el cambio conceptual es evolutivo, cualquier curso de ciencias debe seguir un patrón de cambio gradual [13]

El cambio conceptual también es considerado como un proceso de refinamiento progresivo de las concepciones de los estudiantes [14]. Existen condiciones para el cambio conceptual: cuando hay insatisfacción con la concepción que uno tiene

y cuando el individuo se encuentra con una nueva concepción (científicamente aceptada) que es inteligible y le parece plausible y fructífera. El cambio conceptual, en el sentido de sustituir significados, no existe [15].

En ciertas ocasiones, el cambio conceptual conseguido es más aparente que real, hecho observado debido que al poco tiempo vuelvan a reaparecer las concepciones que se creían superadas [1]. Además, el cambio conceptual se estructura en torno a una secuencia de actividades específicamente elaboradas en cuatro fases: Orientación, Explicitación, Reestructuración, Revisión del cambio de ideas [16].

El cambio conceptual puede considerarse desde las diferentes posiciones teóricas [17]:

Según el enfoque de la cognición situada, nada debe cambiarse para producir el cambio conceptual puesto que postula la coexistencia de múltiples representaciones, siendo la tarea del estudiante aprender a discriminar el contexto adecuado para cada representación.

Según el conocimiento fragmentado, lo que debe cambiar son los fragmentos inconexos y desintegrados, puesto que la adquisición del saber científico implica un cambio estructural hacia la sistematicidad en una nueva estructura y no una mera sustitución de contenido.

Según el cambio de categoría ontológica, el cambio conceptual se produciría cuando cambia la categoría ontológica a las que están asignados los conceptos

dentro de la red del individuo. Es decir se debe cambiar un concepto desde una categoría ontológica que no le corresponde a otra categoría que es la adecuada.

Según la teoría-marco (modelos mentales, o teoría ingenua del mundo físico, puesto que se refiere al proceso de cambio conceptual en física) el cambio implica una reestructuración, esto es una reinterpretación gradual de las restricciones que se presentan, especialmente aquellas referidas a la teoría-marco [18]: Los alumnos pueden mantener representaciones incorrectas desde el punto de vista científico, a partir de los cuales elaboran predicciones coherentes con el modelo que poseen.

Según la reestructuración radical y reestructuración débil, también ha de producirse una reestructuración que cambie una teoría por otra.

Según la teoría de los cambios metacognitivos, sugiere que para que se produzca el cambio conceptual, es necesario que se modifiquen las estrategias metacognitivas del sujeto, esto es, adoptar cierta perspectiva que le permita comprender que es aprender y cuál es la utilidad del aprendizaje, lo que el estudiante lograría al tener conciencia de que posee ciertas creencias o ideas que son distintas a las que posee la comunidad científica.

La secuencia que proponen las estrategias de enseñanza basadas en el cambio conceptual consiste básicamente en sacar a la luz las ideas de los estudiantes, facilitando su formulación y clarificación, para luego crear conflictos que las cuestionen e introducir a continuación las concepciones científicas, cuya mayor potencia explicativa va a hacer posible el cambio conceptual. Finalmente se

proporcionan a los estudiantes oportunidades para aplicar los nuevos conceptos en diferentes contextos o situaciones.

Las dificultades de aprendizaje causadas por el razonamiento del sentido común pueden ser superadas realizando cambios metodológicos, siendo esta una estrategia que consecuentemente permitirá al estudiante construir conocimientos científicos favoreciendo en gran manera el cambio conceptual. Esto se puede lograr haciendo que el estudiante practique, guiado por el profesor, aspectos esenciales de la metodología científica, como por ejemplo, plantearse y precisar situaciones problemáticas, plantear hipótesis, realizar diseños de experimentación, analizar resultados, etc. Para el aprendizaje de conceptos científicos, es necesario un cambio que incluya no solo lo conceptual sino también lo procedimental y lo actitudinal.

Las nuevas aportaciones de la Historia y Filosofía de la Ciencia muestran que cuando se producen cambios o revoluciones científicas, también se produce una transformación de la teoría vieja, así como también cambios en las formas de ver el mundo, (componente ontológica), en las formas de razonar, (componente epistemológica), en los métodos, (componente metodológica) y en los propios valores y propósitos de la nueva teoría, (componente axiológica). De esta manera, estas aportaciones nos sugieren que las estrategias de cambio conceptual deben ir acompañadas de un profundo cambio epistemológico, ontológico y axiológico [11].

De igual manera, es necesario considerar las condiciones contextuales, tanto históricas como sociológicas, en que se han dado las construcciones de conocimientos científicos. Es decir, hay que asumir que los conocimientos se construyen principalmente en forma cooperativa. No sólo se aprende cuando se construye individualmente el conocimiento, sino que también es necesario dialogar y comunicarse con las demás personas, compartiendo significados e integrándose en la misma cultura científica. En este sentido, la interacción con el profesor y otros compañeros debe constituir una estrategia potencialmente eficaz para aspirar a estadios cognoscitivos más elevados y compatibles con los científicos.

Es importante observar que en todo proceso de enseñanza aprendizaje las ideas previas de los estudiantes no son fáciles de cambiar. Se debe también considerar que el conocimiento procedimental resulta más difícil de modificar que el declarativo [19]. El profesor empezaría la clase considerando las concepciones alternativas de los alumnos como si fueran científicamente correctas, usándolas para explicar algunos fenómenos físicos con total acuerdo de los alumnos, hasta que el uso de tales concepciones debería llevar a conclusiones erróneas (conflicto), además de no ser capaz de explicar unas cuantas situaciones físicas [20].

La estrategia de conflicto en una enseñanza formal, implicaría que el profesor generase una disonancia cognitiva en el alumno suficientemente grande para

llevar a una acomodación sin que se condujera al abandono de la tarea. En donde el resultado de la acomodación sería un cambio conceptual [15]. Al efectuar un experimento discrepante este genera un fenómeno impactante, sorprendente para el estudiante, opuesto a su intuición, cuando el observador está esperando otro resultado de acuerdo a su lógica. Se ha utilizado los experimentos discrepantes como una herramienta para generar motivación y asombro en los estudiantes en distintas situaciones del aprendizaje de la física en diferentes niveles de enseñanza, lográndose que el estudiante sea parte activa en un proceso que ha culminado con un aprendizaje de la Física con más sentido y más significativo [21].

Al mantener una persona simultáneamente dos pensamientos que están en conflicto o ha obtenido dos informaciones contrarias de un mismo estímulo, se genera disonancia cognitiva en ella, situación que va a estimular de manera automática a la persona a producir otras ideas o creencias hasta conseguir que sus ideas en conjuntos entren en armonía [22].

#### **1.4 Modelos de cambio conceptual**

Muchos modelos de aprendizaje han considerado el aprendizaje más como un cambio conceptual que como una acumulación de nuevos elementos o conceptos. Las principales características de esta orientación constructivista del aprendizaje se pueden resumir de la siguiente forma:

La importancia de las ideas previas radica en que el aprendizaje no sólo depende de los conocimientos que se transmiten al estudiante, sino de las ideas que este posee al inicio de este proceso. Quien aprende construye activamente significados.

El que aprende no reproduce simplemente lo que lee o lo que se le enseña, sino que su grado de aprendizaje depende del nivel de relación que establece entre sus esquemas mentales y la información externa (comprensión) [3].

Los estudiantes son responsables de su propio aprendizaje, debido a que es el propio estudiante el que debe hacer uso de sus ideas para construir nuevos conocimientos, involucrándose personalmente en las tareas de aprendizaje. Así mismo, será responsabilidad del profesor el lograr las condiciones idóneas para que los estudiantes se puedan involucrar en la tarea.

Las condiciones necesarias para el “cambio conceptual” son: Insatisfacción experimentada por el estudiante con una concepción existente, debido a que sin un nivel suficiente de insatisfacción, los estudiantes tienden a asimilar información conflictiva dentro de la amplia red de preconcepciones, más que ir hacia un proceso de cambio conceptual. La nueva concepción debe ser inteligible, caso contrario al estudiante no le queda otra opción que el aprendizaje memorístico, lo que significa que no hay conexión proposicional formada, y no ha ocurrido la reconciliación con el esquema anterior. La nueva concepción debe ser plausible, es decir, debe ser congruente con el conocimiento personal. Los estudiantes, de algún modo, pueden estar socializados para creer que el profesor

nunca se equivoca o que esos autores son infalibles; por tanto, las ideas transmitidas directamente desde estas fuentes pueden acarrear un nivel predeterminado de plausibilidad. La nueva concepción debe ser fructífera, útil, o sea, resolver problemas que no resolvía la anterior concepción, predecir fenómenos más decisivamente que la concepción que será reemplazada, etc. [15]. Entonces, el estudiante tiene necesidad de cambiar de teoría porque se da cuenta de que la que posee ya no funciona. Como las teorías son modelos ajustados en alguna medida a la realidad, por lo tanto, cuando el sujeto detecta una anomalía (desajuste) se ve obligado a revisar su teoría o adoptar una nueva que sea coherente con los datos de la observación empírica. De esta forma, lo que será afectado en el cambio conceptual es la teoría explicativa de la realidad. En otras palabras, para producir un cambio conceptual, la nueva teoría ha de ser, inteligible (tener significado para el estudiante), plausible (ser conciliable con los saberes previos del estudiante) y finalmente, fructífera (útil para realizar mejores predicciones). Por lo tanto, la nueva teoría debe permitir un modelo más coherente a la realidad observada [23].

Se puede considerar dos grupos principales de estrategias que alientan el cambio conceptual: Las estrategias basadas en el conflicto cognitivo, y las estrategias que se basan sobre las ideas iniciales del aprendiz y que las extienden en un nuevo campo [24].

La estrategia de conflicto, resalta la comprensión conceptual considerando las ideas y conceptos previos de los estudiantes, tratando de evidenciar las limitantes que posee el estudiante en sus concepciones, a fin de que estos sientan la necesidad de cambiarlas o modificarlas [6]. Esta estrategia considera cuatro fases: predicción, observación, discusión reflexiva y generación del conocimiento:

Fase de predicción: en la que se provee a los alumnos de una descripción del evento, para que luego hagan sus predicciones y explicaciones acerca de lo que ocurrirá.

Fase de observación: en donde los estudiantes recogerán las observaciones necesarias de las experiencias que diseñaron para verificar sus predicciones.

Fase de discusión reflexiva: en donde se discutirá de la validez de las explicaciones expuestas, de lo cual pueden surgir nuevas experiencias.

Fase de generación del conocimiento: en donde se procederá a modificar o cambiar totalmente las explicaciones iniciales conforme a los resultados y de los modelos científicos.

El modelo de Nussbaum y Novick propone una secuencia de enseñanza que se inspira de la noción piagetiana de acomodación y que comprende cuatro elementos principales:

(1) Descubrir las preconcepciones de los alumnos a través de sus reacciones en un acontecimiento revelador. (2) Agudizar la toma de conciencia del aprendiz de

su estructura mental y la de los otros alumnos. (3) Crear un conflicto conceptual tratando de explicar un acontecimiento que pone en evidencia la contradicción. (4) Animar y ayudar la acomodación cognitiva, poder inventar un nuevo modelo conceptual que corresponde a la opinión científica establecida [25] [26].

El modelo que propone de Cosgrove y Osborne es conocido como “Modelo generativo de aprendizaje”, el mismo que comprende: (1) Fase preliminar: En donde el proceso de enseñanza debe considerar el punto de vista del científico, el de los niños y el del profesor; (2) fase de centrado: En donde se tiene la posibilidad de exploración de los estudiantes en el contexto del concepto, de ser posible de una situación “real” de la vida cotidiana, los que deben esforzarse en clarificar sus propios puntos de vista; (3) fase de puesta en pregunta: El profesor introduce el punto de vista científico (de ser necesario) con el propósito de que los estudiantes procedan a debatir entre ellos del pro y del contra de su punto de vista inicial, y (4) fase de aplicación: En donde los estudiantes ponen en práctica sus nuevas ideas mediante de diversos contextos [27]. Este modelo ha sido utilizado en un curso de electricidad. Los autores han manifestado que este método es eficaz para ayudar a los alumnos a pasar de la noción de electricidad “consumida” a aquella de corriente conservada en un conjunto del circuito eléctrico.

El modelo de Champagne, Gunstone y Klopfer propone la estrategia basada sobre el diálogo llamado “Confrontación Ideacional”, la que comprende las

etapas siguientes: (1) Los alumnos explicitan “las nociones de las que se sirven para explicar o para presentar un fenómeno físico”. (2) Cada estudiante analiza la situación sostenido en sus previsiones y la presenta a la clase. (3) Los estudiantes tratan de convencerse mutuamente de la validez de sus ideas mediante las discusiones y argumentos presentados. (4) El docente hace una demostración del fenómeno físico y da una explicación teórica basado en conceptos científicos. (5) Las discusiones suplementarias para permitir a los alumnos comparar sus análisis con el análisis científico [28]. Los autores de esta estrategia manifiestan que esta estimula de forma significativa el cambio de opiniones y criterios, siempre que los alumnos estén motivados; además la calidad de la argumentación de los estudiantes mejora el curso de la enseñanza.

En cuanto a las estrategias que se basan sobre las ideas iniciales del aprendiz y que las extienden en un campo nuevo (por la metáfora o la analogía), estas dan menos importancia al rol de acomodación del aprendiz, concentrándose sobre las intervenciones apropiadas de los profesores que proponen un “apuntalar” las nuevas formas de pensar. A continuación se citará algunas de ellas.

La estrategia de puente desarrollada por el modelo de Brown y Clement supone que el cambio conceptual puede ser logrado ofreciendo la posibilidad a los alumnos de construir una comprensión cualitativa-intuitiva de los fenómenos antes de dominar los principios cuantitativos; esta estrategia se describe a continuación:

Mediante preguntas, se observan las concepciones alternativas del alumno relativas al campo considerado. El profesor sugiere un caso que considere análogo y que llamará la atención de los alumnos. Ese caso es llamado “ejemplo sirviendo de anclaje” o más simplemente “anclaje”. La intuición de anclaje es una creencia presente en un alumno inexperto y que es poco compatible con la teoría científica reconocida. Esta creencia puede ser explícita o tácita.

Luego se solicita al estudiante hacer una comparación explícita entre el ejemplo de anclaje y los otros casos, con el fin de establecer una relación de analogía. Si el alumno no acepta esta analogía, el profesor trata de encontrar entonces una “analogía puente” (o una serie de analogías que hacen el puente), conceptualmente intermediaria entre la blanca y el ejemplo de anclaje [29].

#### **1.4.1 El Modelo de Driver**

El cambio conceptual se estructura en torno a una secuencia de actividades específicamente elaboradas en cuatro fases: Orientación, Explicitación, Reestructuración, Revisión del cambio de ideas.

**Orientación:** Destinada a despertar la atención y el interés de los alumnos por el tema.

**Explicitación:** Promover situaciones en que los alumnos expresen explícitamente sus ideas, lo que permite la identificación y clarificación de las mismas.

Reestructuración: Donde han de modificarse las ideas de los alumnos por medio de diferentes estrategias que pueden incluir el uso de contraejemplos o actividades destinadas a provocar insatisfacción con las propias ideas, modelos, analogías, diseño de experiencia para ayudar a clarificar y diferenciar ideas, etc. Contrastando ideas previas o hipótesis con los resultados obtenidos experimentalmente. Dentro de esta fase se incluye también diversas oportunidades para que los alumnos prueben y apliquen sus concepciones revisadas y hacer así que adquiera confianza en las mismas, reafirmando las nuevas concepciones adquiridas.

Revisión del cambio de ideas, se trata de comparar las nuevas ideas con las iniciales [16].

## **1.5 Teoría constructivista**

Para el constructivismo, las personas siempre se sitúan ante un determinado aprendizaje dotadas con ideas y concepciones previas. La mente de los estudiantes, posee una determinada estructuración conceptual que supone la existencia de auténticas teorías personales ligadas a su experiencia vital y a sus facultades cognitivas.

En la enseñanza de las ciencias, las ideas previas o las concepciones alternativas tienen una característica particular, ligada a la importancia de las vivencias y de la experiencia particular en la elaboración de las teorías personales, no siempre

coherentes con las teorías científicas. Esto hace que la didáctica de las ciencias debe partir de estas concepciones o ideas previas de los estudiantes.

En el campo de investigación educativa, el aprendizaje es generalmente considerado como una construcción activa para el alumno a partir de los saberes preexistentes. Lo que el aprendiz ya conoce, es considerado como el factor clave en el aprendizaje de un campo cualquiera. Esta idea del aprendizaje es llamada habitualmente “constructivista”. El conocimiento se construye paulatinamente, en donde los cambios ocurren conforme las nuevas ideas se adecuen de la mejor manera a la situación real, permitiendo la explicación de una mayor cantidad de eventos [6].

El cambio conceptual, representa frecuentemente las ideas constructivistas para el aprendizaje en general, indica que aprender las ciencias implica más frecuentemente reestructuraciones fundamentales de los conocimientos antes enseñados. Esto implica que habitualmente, las ideas cotidianas de los estudiantes, y antes de la enseñanza, sobre los fenómenos de la ciencia están en gran oposición con los principios y los conceptos que deben ser aprendidos de la ciencia.

Diversos autores han planteado la búsqueda del cambio conceptual dentro lo que se denomina teoría constructivista del aprendizaje. Así, todos los resultados de investigaciones educativas siguen una perspectiva constructivista de la enseñanza-aprendizaje, siendo el estudiante un agente activo de la construcción

de sus propios conocimientos, considerando que los conocimientos previos, específicos del dominio, son un factor fundamental para adquirir nuevos conocimientos.

Dentro de la perspectiva constructivista del aprendizaje para enseñanza de las ciencias, los profesores deben aplicar una prueba inicial con la finalidad de identificar las ideas previas de nuestros estudiantes, para que luego de identificadas estas, poner en práctica estrategias que promuevan y generen el cambio conceptual en nuestros estudiantes. [9]

## **1.6 Aprendizaje significativo**

La noción de construcción personal del conocimiento desde las ideas previas de los estudiantes supone un cambio conceptual que permita llegar de una concepción a otra. El cambio conceptual requiere que los estudiantes tengan una comprensión profunda de lo que están aprendiendo y si lo logran se concluye que han aprendido significativamente, desplazando las concepciones previas o alternativas por otras que tienen significado.

En el cambio conceptual, el aprendizaje significativo ocurre cuando los estudiantes incorporan a su estructura cognoscitiva de una manera sustantiva y no arbitraria los nuevos conocimientos durante la fase de reestructuración en el proceso de cambio conceptual, donde han de modificarse las ideas de los estudiantes contrastando ideas previas o hipótesis con los resultados obtenidos

experimentalmente, así como también diversas oportunidades para que los alumnos prueben y apliquen sus concepciones revisadas, a fin de que adquiera confianza en las mismas, reafirmando las nuevas concepciones adquiridas.

En la enseñanza de la Física, la búsqueda del cambio conceptual para modificar las ideas previas de los estudiantes, a fin de lograr que estas ideas sean reemplazadas por otros conceptos e ideas científicas aceptadas, puede considerarse como base de la construcción del aprendizaje significativo [31].

## **1.7 Motivación**

La motivación es el eje esencial del aprendizaje y de toda actividad humana. Por esto se considera que sin motivación, el estudiante no realizará ningún trabajo adecuadamente; no sólo el de aprender un determinado concepto, sino el de poner en marcha las estrategias que le permitan resolver problemas similares a los aprendidos; considerando que existe una estrecha relación entre la eficacia de los métodos de enseñanza y aprendizaje con los aspectos motivacionales del comportamiento del alumno.

La motivación de los primeros grados y niveles educativos es netamente extrínseco, es decir, es provocada desde afuera por los profesores, la familia, autoridades y la comunidad o cualquier ente; en cambio en los grados y niveles superiores es netamente intrínseca porque los seres humanos nos damos cuenta de lo que debemos hacer si queremos superación. Entre las fuentes de

motivación se puede citar: Las necesidades del educando, la personalidad del profesor, el material didáctico, la metodología utilizada, el entorno del estudiante (la realidad), el juego, la organización y gestión del centro educativo, las evaluaciones.

## **1.8 Evaluación**

La evaluación en el proceso enseñanza–aprendizaje evidencia objetivamente si se está evolucionando satisfactoriamente de acuerdo con lo planificado, siendo entonces uno de los elementos más importantes para obtener la retroalimentación respecto a la manera en que dicho proceso ha logrado sus objetivos.

A fin de obtener mejoras en la calidad de aprendizaje, la evaluación del desempeño del estudiante debe ser de manera continua, evaluando no solamente de manera sumativa sino también formativa.

## **1.9 La prueba Cloze**

La Prueba Cloze es esencialmente una medida de la habilidad de un lector para suministrar las palabras que sistemáticamente han sido suprimidas del pasaje del libro.

En la medida que el lector puede suministrar correctamente las palabras suprimidas es una indicación de su habilidad para leer el pasaje de un libro con

compresión y esto se cumple en razón de que la prueba Cloze trata directamente con el contexto del lenguaje y por lo tanto da una medida de la compresión del lector.

La Prueba Cloze presenta las siguientes ventajas: (1) Indica cual es el libro que corresponde a las necesidades individuales de cada estudiante. (2) Indica con certeza la efectividad con que un estudiante puede leer su texto guía.

La prueba se calificará considerando como respuestas correctas el reemplazo exacto de las palabras del autor. Luego se asignará a cada respuesta correcta el valor de 2 puntos. Según la calificación obtenida el estudiante puede estar en cualquiera de los siguientes niveles: Nivel independiente, si la calificación obtenida se encuentra entre 58% - 100%; nivel instruccional, si la calificación obtenida se encuentra entre 44% - 57%; nivel frustrante, si la calificación obtenida se encuentra entre 0% - 43%.

La interpretación de los resultados de esta prueba es como sigue: Habilidad para leer al nivel independiente significa que el estudiante tendrá poca dificultad en la comprensión de la lectura aún sin ninguna explicación por parte del profesor. Habilidad para leer al nivel instruccional significa que el estudiante tendrá poca dificultad en la comprensión de la lectura si se da alguna explicación por parte del profesor. Habilidad para leer al nivel frustrante significa que el estudiante tendrá mucha dificultad aún con bastante explicación por parte del profesor.

## 1.10 Tecnología

El gran impacto que los avances tecnológicos en la educación a través del desarrollo de la computación y de la Internet, ha generado que en estos tiempos ya no es posible desarrollar la actividad docente al margen de los nuevos lineamientos educativos que este fenómeno ha generado [30]. En los actuales momentos se hace necesario los conceptos de Tutorías Virtuales, Aprendizaje Cooperativo, Comunidades de Aprendizaje, Sociedad del Conocimiento, Aulas y Laboratorios Virtuales, etc.; lo que implica la concepción de nuevas estrategias y herramientas de aprendizaje con enfoque constructivista, que en épocas anteriores eran imposibles de imaginar, pero que en la actualidad son instrumentos importantes para el logro de aprendizajes significativos. La tecnología pone a disposición de los estudiantes métodos sincrónicos y asincrónicos para lograr el cambio conceptual y aprendizaje significativo.

El uso de las tecnologías de información y comunicación ponen a disposición de los estudiantes un vasto arreglo de opciones:

Búsqueda de la información relacionada con los contenidos de la unidad de circuitos eléctricos resistivos, como del manejo del amperímetro y del voltímetro en la Internet. Esta búsqueda se puede fundamentar en la información que ha sido entregada por el profesor, la guía de práctica de laboratorio y la búsqueda realizada por los propios estudiantes.

Comunicación entre los estudiantes vía correo electrónico.

Discusión sobre los temas presentados por el profesor mediante foros en la plataforma Sidweb.

El uso de las herramientas de la telemática, permiten que los estudiantes manifiesten y den a conocer sus conocimientos de manera explícita; Y de esta manera trascienden como personas mediante un trabajo colaborativo / cooperativo. Es mediante el lenguaje escrito que se forman las actuales comunidades de aprendizaje, donde muchas veces se resuelven determinados problemas.

### **1.11 Foro**

Un foro es un espacio virtual que ha sido creado para intercambiar información, opiniones, hacer preguntas, compartir sugerencias o recomendaciones, discutir sobre un determinado tema, establecer temas de discusión, compartir experiencias profesionales y/o personales, crear temas de conversación, etc.

En un foro educativo se plantea un doble objetivo: En primer lugar, que los alumnos conozcan, cuestionen, reflexionen, opinen, debatan y obtengan conclusiones de grupo sobre temas del programa de la asignatura y; en segundo lugar, que los alumnos tengan la posibilidad de conocer, experimentar, vivenciar personalmente y valorar el trabajo del grupo a través de una herramienta telemática y práctica, la cual minimiza las inhibiciones que pueda tener el estudiante.

## 1.12 Circuito eléctrico

Un circuito eléctrico es una interconexión de elementos o dispositivos eléctricos como resistencias, inductores, capacitores, líneas de transmisión, fuentes de voltaje, fuentes de corriente e interruptores. Es una red que tiene un bucle cerrado, dando un camino de retorno para la corriente, con el propósito de generar, transportar o modificar señales eléctricas.

Un circuito eléctrico tiene tres partes importantes: la fuente de energía, los conductores y la carga (esta última es la que aprovecha la energía proporcionada por la fuente de energía). Todos los elementos a considerar para el análisis de los circuitos eléctricos básicos, tendrán dos terminales.

En el manejo, construcción y análisis de circuitos eléctricos, es necesario conocer cada uno de los elementos que forman parte de él. Además debemos saber sobre su funcionamiento y cómo reaccionan según su conexión en los distintos circuitos que construyamos, así también cuales son los aparatos encargados de su medición.

Un circuito eléctrico puede representarse a través de un diagrama de bloques, o de un diagrama esquemático o de un diagrama pictórico, tal como se muestra a continuación:

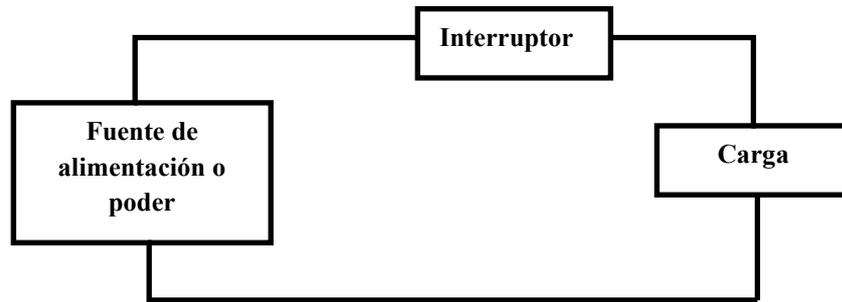


Fig 1.1 Diagrama de bloques de un circuito eléctrico simple.

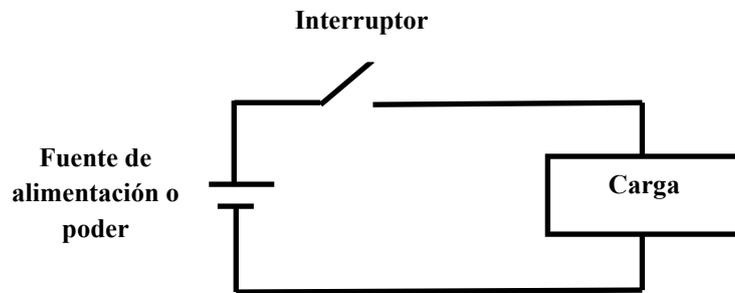


Fig.1.2 Diagrama esquemático de un circuito eléctrico simple.

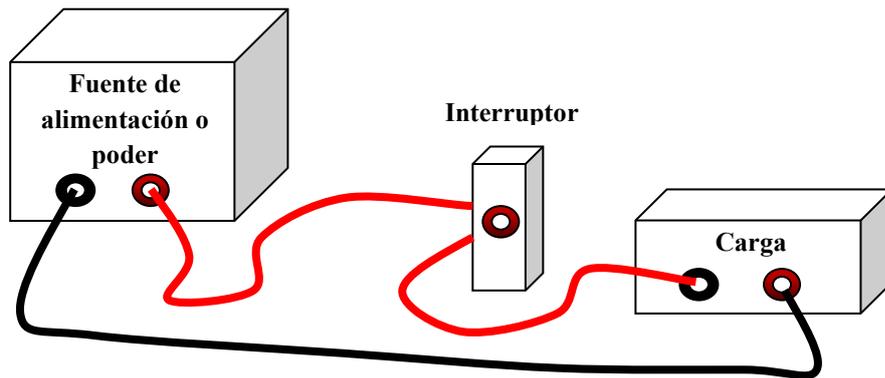


Fig. 1.3 Diagrama pictórico de un circuito eléctrico simple.

En otras palabras, se puede expresar que un circuito eléctrico simple poseerá una fuente de poder que va a proporcionar una fuerza electromotriz estableciendo diferencias de potencial a través de los varios componentes de dicho circuito e impulsando la corriente a través de ellos. Cada componente del circuito ofrecerá cierta resistencia al flujo de la corriente que circula por este.

### 1.12.1 Circuito eléctrico: Conexión en serie

Es aquél circuito en que todos los dispositivos o elementos eléctricos del circuito están dispuestos de tal manera que la totalidad de la corriente pasa a través de cada elemento sin división ni derivación en circuitos paralelos.

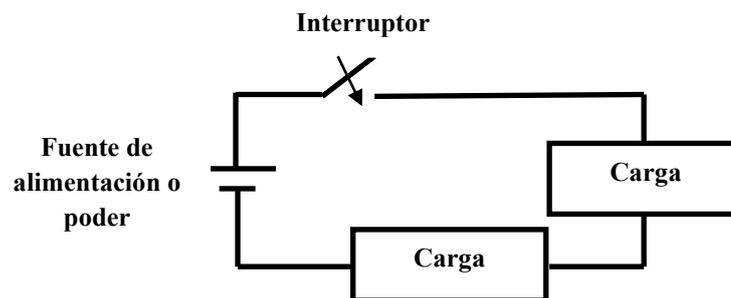


Fig. 1.4 Circuito eléctrico: Conexión en serie

### 1.12.2 Circuito eléctrico: conexión en paralelo

Es aquel circuito en que los dispositivos o elementos eléctricos están dispuestos de manera que todos los terminales positivos (+) se unen en un único conductor, y todos los negativos (-) en otro, de forma que cada unidad se encuentra, en realidad, en una derivación paralela, por lo que a través de cada uno de ellos actúa el mismo voltaje.

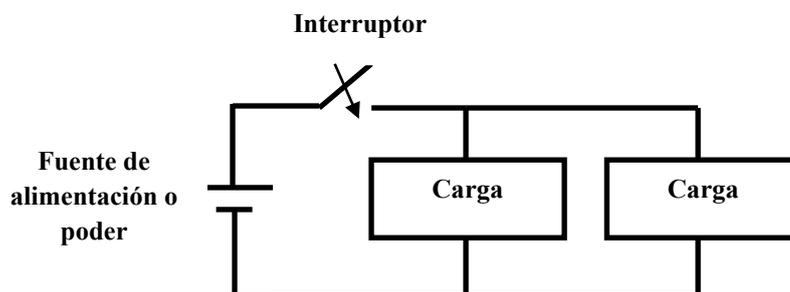


Fig.1.5 Circuito eléctrico: Conexión en paralelo

### 1.12.3 Potencial eléctrico o voltaje: Diferencia de potencial

Considerando que la energía potencial eléctrica es la energía que posee la partícula (objeto) cargada en virtud de su ubicación en un campo eléctrico, el potencial eléctrico es la energía potencial eléctrica por unidad de carga; con frecuencia al potencial eléctrico se le llama voltaje, el mismo que es expresado en voltios (V):

$$1 \text{ voltio} = 1 \text{ Joule/Coulomb}$$

Una vez definido la posición (o punto) de voltaje cero, se puede asignar un valor definido de potencial eléctrico a determinado lugar o punto de un campo eléctrico, por lo que podemos hablar de potenciales eléctricos o voltajes en distintos puntos (haya o no carga en dichos puntos), así también podemos hablar de diferencia de potencial entre dos puntos. Por ejemplo, en una batería de doce voltios, el lugar de la terminal positiva se mantiene a 12 voltios de diferencia (mayor) con respecto al lugar de la terminal negativa [31].

La diferencia de potencial se representa con la letra V. Su unidad de medida es el voltio. Esta unidad se llama así en honor del físico italiano Alessandro Volta (1745-1827), quien construyó la primera batería (pila) eléctrica. Para medir la diferencia de potencial que existe entre dos puntos de un conductor se usa un aparato llamado voltímetro.

#### **1.12.4 Corriente eléctrica**

Es el Flujo de carga eléctrica que puede trasladarse por medio de electrones (corriente eléctrica) o por iones (corriente iónica), transportando energía de un lugar a otro, la misma que se la denota con la letra I. El flujo de corriente en metales se da a través del flujo de electrones. La unidad de medida de la corriente eléctrica es el amperio (A). Un amperio está definido como la razón de una carga (Q) de un coulomb, por segundo: 1 ampere = 1 coulomb/segundo ( $6,25 \times 10^{18}$  electrones por segundo).

#### **1.12.5 Resistencia eléctrica**

Propiedad de un material que se opone al paso de la corriente eléctrica. En otras palabras, es la dificultad que ofrece un material al paso de la corriente eléctrica. Por lo tanto, si se mantiene constante la causa que hace circular a los electrones (diferencia de potencial), la corriente eléctrica dependerá de la dificultad que oponga el material a su paso, es decir, de su resistencia eléctrica. Los componentes que se emplean en electrónica para que cumplan

esta misión se denominan Resistores. La unidad de medida de resistencia es el ohmio, y se representa por la letra griega  $\Omega$ .

### **1.12.6 Fuentes de voltaje**

Para que un circuito eléctrico sea activo (circule corriente eléctrica), requiere de un “dispositivo impulsor” a fin de que produzca una diferencia de potencial eléctrico o voltaje: las fuentes de voltaje; estas son necesarias debido a que las cargas eléctricas fluyen cuando son impulsadas [31].

Los generadores o las baterías químicas son fuentes de energía eléctrica capaces de mantener un flujo estable. Estos, así como los acumuladores y las pilas efectúan trabajo para separar las cargas negativas de las positivas. Los alternadores en automóviles (ejemplo de generador) hacen esta separación por inducción electromagnética. El trabajo efectuado para esta separación queda disponible como energía en los terminales de la batería. Estos distintos valores de energía entre carga establecen una diferencia de potencial. En las baterías químicas el trabajo lo hace la desintegración química del zinc o del plomo en un ácido, y la energía almacenada en los enlaces químicos se convierte en energía potencial eléctrica.

### **1.13 Ley de Ohm**

En el análisis de un circuito eléctrico, debemos conocer ciertas ecuaciones y leyes en las que tengamos que utilizar los datos de las mediciones realizadas, y de esta manera obtener resultados confiables y por consiguiente, un óptimo trabajo.

La ley básica del flujo de la corriente es la ley de Ohm, así llamada en honor a su descubridor, el físico alemán Georg Ohm. Esta establece que, la cantidad de corriente que fluye por un circuito formado por resistencias puras es directamente proporcional a la fuerza electromotriz (fem) aplicada al circuito, e inversamente proporcional a la resistencia total del circuito. Esta ley suele expresarse mediante la ecuación  $I = V/R$ , en donde I es la intensidad de corriente en amperios, V es la diferencia de potencial eléctrico en los terminales de la fuente del circuito básico, en voltios y R es la resistencia en ohm. Esta ley se aplica a todos los circuitos eléctricos, tanto a los de corriente continua (CC) como a los de corriente alterna (CA), aunque para el análisis de circuitos complejos y circuitos de CA deben emplearse principios y leyes adicionales que incluyen inductancias y capacitancias.

### **1.14 Instrumentos de medición**

En todos los circuitos eléctricos, de ser posible, podemos medir: (1) La corriente, medida en amperes (A), (2) La fuerza electromotriz y la diferencia de potencial, ambas medidas en voltios (V), (3) La resistencia, medida en ohm ( $\Omega$ ).

Las mediciones eléctricas se realizan con aparatos especialmente diseñados según la naturaleza de la corriente; es decir, si es alterna, continua o pulsante. Los instrumentos se clasifican por los parámetros de voltaje, tensión e intensidad.

En general los parámetros que caracterizan un fenómeno pueden clasificarse en analógicos y digitales; se dice que un parámetro es analógico cuando puede tomar todos los valores posibles en forma continua, por ejemplo: el voltaje de una batería, la intensidad de luz, la velocidad de un vehículo, la inclinación de un plano, etc. Por otra parte, se dice que un parámetro es digital cuando solo puede tomar valores discretos, por ejemplo: el número de partículas emitidas por un material radioactivo en un segundo, el número de moléculas, en un volumen dado de cierto material, el número de revoluciones de un motor en un minuto, etc.

Los medidores que determinan el voltaje y/o la corriente se pueden agrupar en dos clases generales: medidores analógicos y medidores digitales. Aquellos que emplean mecanismos electromecánicos para mostrar la cantidad que se está midiendo en una escala continúa (es decir analógica) pertenecen a la clase analógica. Es importante conocer de qué forma vamos a usar los instrumentos.

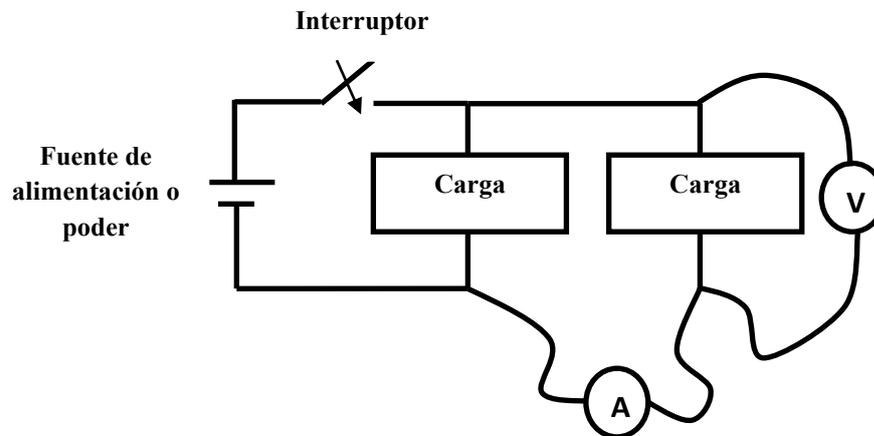


Fig. 1.6 Conexión de instrumentos de medición: Amperímetro y voltímetro.

### 1.14.1 El amperímetro

Es un instrumento que mide la intensidad de la Corriente Eléctrica. Su unidad de medida es el Amperio y sus submúltiplos, el miliamperio y el microamperio. Los usos dependen del tipo de corriente, es decir que cuando midamos Corriente Continua, se usara el amperímetro de bobina móvil. En términos básicos, el amperímetro es un simple galvanómetro (instrumento para detectar pequeñas cantidades de corriente) con una resistencia paralela en derivación. Los amperímetros tienen resistencias por debajo de 1 Ohm, con el propósito de que no se disminuya la corriente a medir cuando se conecta a un circuito energizado.

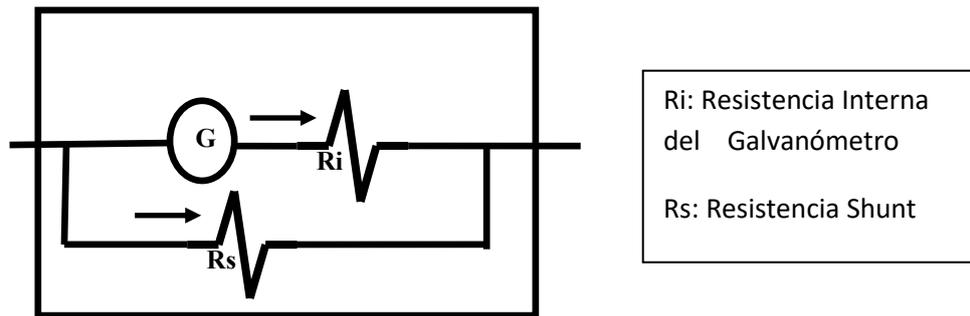


Fig.1.7 Esquema eléctrico interno de un amperímetro

La resistencia en derivación amplía la escala de medición. Esta es conectada en paralelo al amperímetro y ahorra el esfuerzo de tener otros amperímetros de menor rango de medición a los que se van a medir realmente.

### 1.14.2 El Voltímetro

Instrumento que mide el valor de la tensión. Su unidad básica de medición es el Voltio (V) con sus múltiplos: el Megavoltio (MV) y el Kilovoltio (kV) y sub.-múltiplos como el milivoltio (mV) y el micro voltio ( $\mu\text{V}$ ). Existen Voltímetros que miden voltajes continuos llamados voltímetros de bobina móvil y de tensiones alternas, los electromagnéticos. Sus características son también parecidas a las del galvanómetro, pero con una resistencia  $R_m$  en serie. Dicha resistencia debe tener un valor elevado para limitar la corriente hacia el voltímetro cuando circule la intensidad a través de ella.

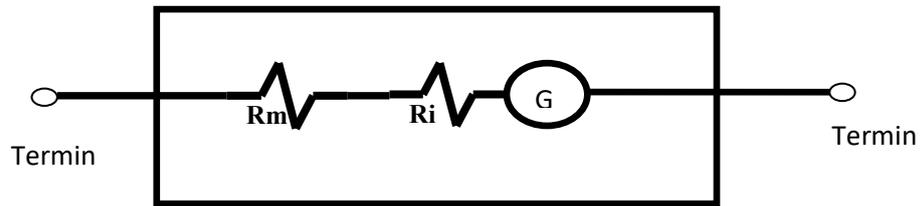


Fig. 1.8 Esquema eléctrico interno de un voltímetro.

Este instrumento se conecta entre los dos puntos a los que se le quiere medir su diferencia de potencial, por ejemplo entre los dos terminales de un elemento del circuito.

### 1.15 Hipótesis

Para la formulación de hipótesis en esta investigación, se tiene como punto de partida las preguntas que se señalaron en la presentación del tema, por lo que se plantea las siguientes hipótesis:

#### Hipótesis nula 1

Aquellos estudiantes que participan en foro y reciben cambio conceptual tienen igual rendimiento académico que aquellos estudiantes que no participan en foro y si reciben cambio conceptual.

#### Hipótesis nula 2.

Aquellos estudiantes que participan en foro y reciben cambio conceptual tienen igual rendimiento académico que aquellos estudiantes que solo participan en foro y no reciben cambio conceptual.

Hipótesis nula 3.

Recibir clases sin cambio conceptual comparado con recibir clase con cambio conceptual, tiene igual efecto sobre los estudiantes que participan y los que no participan en sesiones de foro.

Hipótesis de investigación 1.

Aquellos estudiantes que reciben el dictado de las clases con cambio conceptual y participan en el foro específico tienen mejor rendimiento que aquellos que reciben clases sin cambio conceptual y participan en el foro específico.

Hipótesis de investigación 2.

Aquellos estudiantes que participan en foro específico y reciben el dictado de las clases con cambio conceptual tienen mejor rendimiento que aquellos que reciben el dictado de las clases con cambio conceptual y no participan en foro específico.

Hipótesis de investigación 3.

Recibir el dictado de las clases con cambio conceptual y participar de foro específico comparado con recibir clases sin cambio conceptual y no participar en foro específico, tiene efecto diferente en el rendimiento de los estudiantes.

## **1.16 Objetivos**

La presente investigación tiene como objetivos:

Identificar los errores conceptuales más comunes que obstaculizan el aprendizaje de nuevos conocimientos en el manejo del voltímetro y amperímetro en circuitos resistivos.

Identificar las dificultades técnicas de los estudiantes en el manejo del voltímetro y amperímetro en circuitos resistivos.

Determinar los conocimientos cuantitativos y cualitativos que persisten en los estudiantes a pesar de la instrucción recibida sobre el manejo del amperímetro y voltímetro en circuitos resistivos.

## **2. MÉTODO**

### **2.1 Sujetos**

En la presente investigación, las unidades de investigación fueron los estudiantes de ingeniería del Instituto de Ciencias Físicas de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, y registrados en laboratorio de física C segundo termino 2009. Los estudiantes tienen una edad promedio de 20 años. Algunos de los estudiantes están registrados en este laboratorio por primera vez y otros estudiantes están registrados por segunda vez.

### **2.2 Tareas y material instruccional**

La unidad instruccional fue los circuitos de corriente continua serie y paralelo, leyes de Kirchhoff en la clase de física experimental, en la cual la tarea era de conectar las resistencias a la fuente en serie o en paralelo, conectando los instrumentos de medición adecuadamente para medir corrientes y voltajes. Se preparó una guía de práctica de laboratorio para los estudiantes (ver anexo 1). Dos de los cuatro grupos de estudiantes utilizaron el foro a través de la

plataforma Sidweb de la ESPOL. Los estudiantes estaban familiarizados con esta herramienta informática.

### **2.3 Caracterización de las muestras y de los procesos de muestreo.**

Se escogió aleatoriamente los grupos intactos de estudiantes (4 paralelos de laboratorio de física C). En todos los casos los estudiantes se habían registrados voluntariamente en dichos paralelos, siguiendo los reglamentos de registros de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, ajenas a esta investigación.

### **2.4 Variables o categorías de análisis.**

Las variables de esta investigación son:

Variable independiente: Enseñanza de la física experimental con dos niveles, una con cambio conceptual y la otra sin cambio conceptual.

Variable dependiente: Rendimiento de los estudiantes.

Variable moderadora: Foro con dos niveles, uno con sesiones de foros y el otro sin sesiones de foros.

Cambio conceptual: Resultado de la acomodación (no tan grande) que conduce al abandono de la tarea en una enseñanza formal en la que el profesor generó una disonancia cognitiva en el alumno (la estrategia de conflicto, a través de un experimento discrepante). Los grupos de estudiantes C y D recibieron la

instrucción con cambio conceptual y los grupos A y B recibieron la instrucción sin cambio conceptual.

Rendimiento: Calificaciones obtenidas por los estudiante al final del proceso de investigación.

Foro: Servicio online que permite el debate de diversos temas utilizando la plataforma Sidweb. Se eligió la herramienta foro por la facilidad que brinda en el aspecto temporal al sobrepasar el tiempo de la clase (por ejemplo durante una semana), así como también en relación al espacio (los estudiantes pueden acceder desde cualquier lugar donde sea factible una conexión a Internet).

## **2.5. Procedimiento**

Al inicio del curso se administró la prueba Cloze a los cuatro grupos de estudiantes, para determinar sus niveles de lectura comprensiva (ver anexo 2). Esta se evaluó formativamente, y tuvo una duración de 30 minutos. Durante la investigación, colaboraron dos profesores, los mismos que estuvieron a cargo de los grupos: El primer profesor estuvo a cargo de los grupos A y B, mientras que el segundo profesor estuvo a cargo de los grupos C y D. Por lo tanto el investigador no participó en la ejecución de la instrucción.

Los grupos A y C recibieron la instrucción sin foro. Mientras que los grupos B y D, participaron en tres sesiones foro, realizando las siguientes actividades, las cuales fueron presentadas como requerimientos del foro: (1) Contestar las

preguntas planteadas en el foro; Si utiliza alguna fuente bibliográfica deberá citarla. (2) Responder al menos a las intervenciones de dos de sus compañeros, indicando sus puntos de vista (criterio) con relación a lo expuesto por ellos (ver anexo 3).

Las tres sesiones de foro se llevaron a cabo durante un mes y antes de la realización de la instrucción de cambio conceptual, esto para determinar los conocimientos previos antes de la instrucción.

Se procedió a receptar la prueba de entrada que constaba de 10 preguntas, cuatro de desarrollo y las restantes de alternativas múltiples (ver anexo 4). Luego de esto se realizó la práctica, siguiendo el modelo del cambio conceptual. A la siguiente clase, en su inicio se receptó la prueba de evaluación, la cual constaba de cinco preguntas y solicita al estudiante resolver problemas y escoger su respuesta en el espacio en blanco para el efecto, aplicada una semana después de la realización de la práctica de laboratorio “Leyes de Kirchhoff” (ver anexo 5). Esta se evaluó sumativamente. Finalmente, después de dos semanas se receptó la prueba de salida.

La calificación del reporte de física experimental se realizó mediante una rúbrica para calificar reporte preparada por los profesores del Instituto de Ciencias Físicas ESPOL.

## **2.6 Análisis de los datos**

Se realizó un análisis detallado del rendimiento apoyado en la prueba F, con nivel de significación de 0.05.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Resultado de la prueba Cloze por grupo y niveles

La Tabla 3.1 representa los promedios y las desviaciones estándar de los resultados de la prueba Cloze para los cuatro grupos estudiados. El grupo A obtuvo un promedio de 51,2 con una desviación estándar de 18,8; el grupo B obtuvo un promedio de 52,0 con una desviación estándar de 7,8; el grupo C obtuvo un promedio de 31,0 con una desviación estándar de 15,0; el grupo D obtuvo un promedio de 34,6 con una desviación estándar de 11,7.

Resultado de Prueba Cloze de los grupos				
	A	B	C	D
Prom.	51,2	52,0	31,0	34,6
D.est.	18,8	7,8	15,0	11,7

Tabla 3.1 Resultados de la prueba Cloze aplicada a los grupos de la investigación.

La Tabla 3.2 representa los niveles de lectura obtenidos de los resultados de la prueba Cloze para los cuatro grupos estudiados. El grupo A resultó con 4 estudiantes con nivel de lectura independiente, 7 estudiantes con nivel de lectura instruccional y 4 estudiantes con nivel de lectura frustrante; El grupo B resultó con 4 estudiantes con nivel de lectura independiente, 10 estudiantes con nivel de lectura instruccional y 1 estudiante con nivel de lectura frustrante; El grupo C resultó con 0 estudiantes con nivel de lectura independiente, 3 estudiantes con nivel de lectura instruccional y 8 estudiantes con nivel de lectura frustrante; El grupo D resultó con 1 estudiante con nivel de lectura independiente, 2 estudiantes con nivel de lectura instruccional y 11 estudiantes con nivel de lectura frustrante.

		Resultado prueba Cloze por grupo			
NIVEL	A	B	C	D	
Independiente	4	4	0	1	
Instruccional	7	10	3	2	
Frustrante	4	1	8	11	

Tabla 3.2 Niveles de lectura obtenidos de los resultados de la prueba Cloze.

La figura 3.1 representa el gráfico en barra comparativo de los resultados obtenido de la prueba Cloze, en el que se aprecia los niveles de lectura frustrante, instruccional e independiente, para los cuatro grupos estudiados.

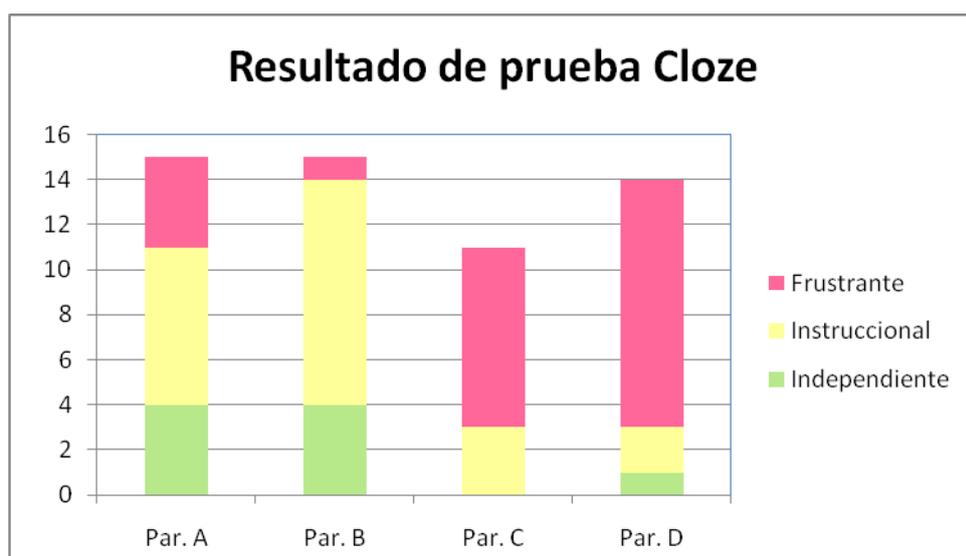


Fig. 3.1 Gráfico en barra comparativo de los niveles de lectura

### **3.2 Resultados de la prueba conceptual inicial, evaluación y conceptual de salida por grupo.**

La Tabla 3.3 representa los promedios y las desviaciones estándar de los resultados de la prueba de concepto de entrada y de salida para los cuatro grupos estudiados. En prueba de entrada, el grupo A obtuvo un promedio de 2,1 con una desviación estándar de 2,1; el grupo B obtuvo un promedio de 1,9 con una desviación estándar de 2,3; el grupo C obtuvo un promedio de 3,5 con una

desviación estándar de 2,0; el grupo D obtuvo un promedio de 2,5 con una desviación estándar de 1,8. En prueba de salida, el grupo A obtuvo un promedio de 6,1 con una desviación estándar de 0,86; el grupo B obtuvo un promedio de 5,3 con una desviación estándar de 1,07; el grupo C obtuvo un promedio de 6,4 con una desviación estándar de 0,5; el grupo D obtuvo un promedio de 7,0 con una desviación estándar de 0,85.

	Prueba de concepto de entrada				Prueba de concepto de salida			
	A	B	C	D	A	B	C	D
Promedio	2,1	1,9	3,5	2,5	6,1	5,3	6,4	7,0
Desv. Stand.	2,1	2,3	2,0	1,8	0,86	1,07	0,5	0,85

Tabla 3.3 Promedios y desviaciones estándar de los resultados de la prueba de concepto de entrada y de salida.

La figura 3.2 representa el gráfico en barra comparativo de los resultados obtenidos de las pruebas de entrada y salida para los cuatro grupos estudiados.

La Tabla 3.4 representa los promedios y las desviaciones estándar de los resultados de la prueba de evaluación para los cuatro grupos estudiados. En esta prueba, el grupo A obtuvo un promedio de 4,3 con una desviación estándar de 2,4; el grupo B obtuvo un promedio de 2,1 con una desviación estándar de 2,54; el grupo C obtuvo un promedio de 4,0 con una desviación estándar de 1,0; el grupo D obtuvo un promedio de 5,8 con una desviación estándar de 1,1.

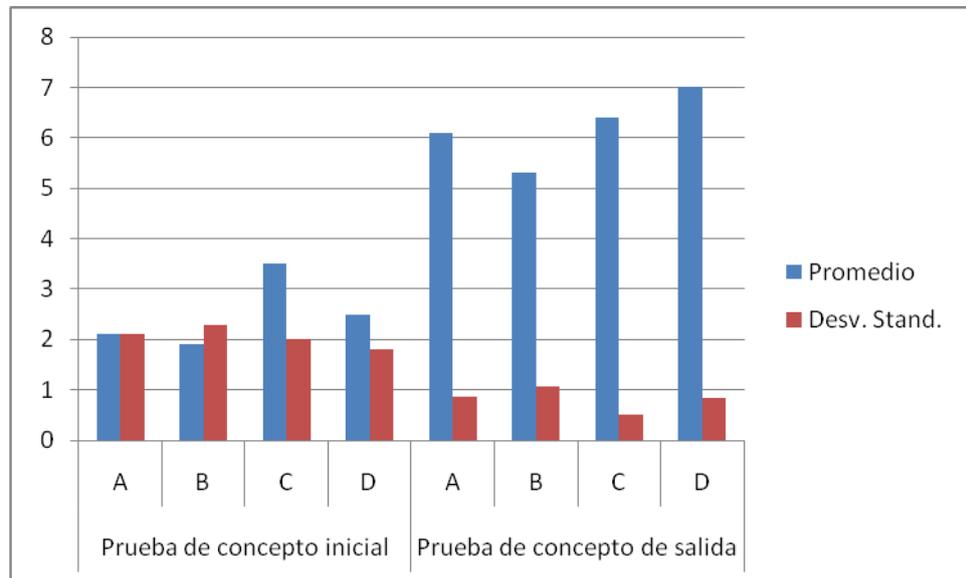


Fig. 3.2 Gráfico en barra de los promedios y desviaciones estándar de los resultados de la prueba de concepto de entrada y de salida.

	Prueba de Evaluación			
	A	B	C	D
Promedio	4,3	2,1	4,0	5,8
Desviación. estándar	2,4	2,54	1,0	1,1

Tabla 3.4 Promedios y desviaciones estándar de los resultados de la prueba de evaluación.

La figura 3.3 representa el gráfico en barra comparativo de los resultados obtenidos de las pruebas de evaluación para los cuatro grupos estudiados.

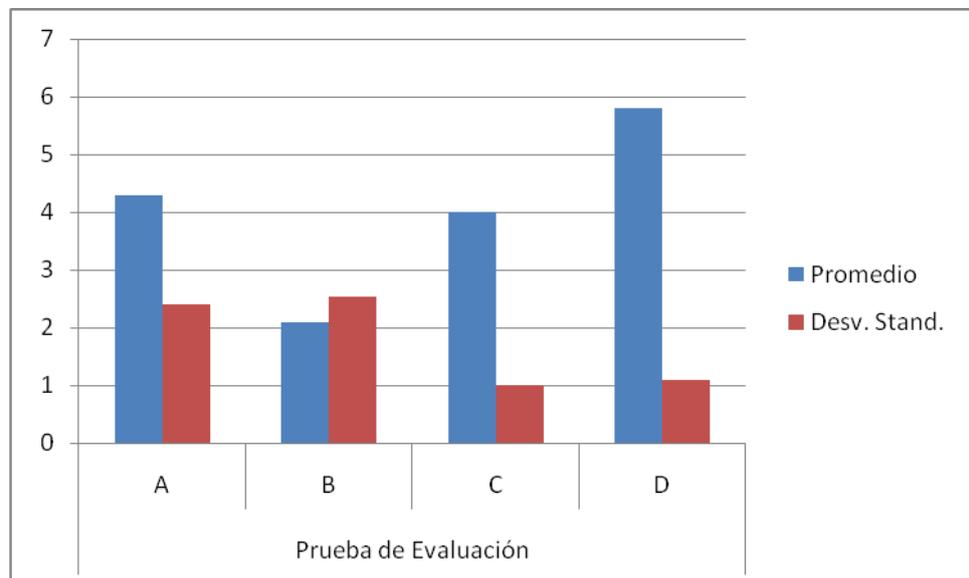


Fig. 3.3 Gráfico en barra de los promedios y desviaciones estándar de los resultados de la prueba de evaluación.

La ganancia normalizada  $G$  proporciona una medida de fácil acceso del objetivo del aprendizaje de la mecánica de introducción. Se define como el cambio en la puntuación, dividido por el posible aumento máximo [32].

$$G = \frac{\text{Prom. P. Salida (\%)} - \text{Prom. P. entrada (\%)}}{100 - \text{Prom. P. entrada (\%)}}$$

Considerando los promedios (en porcentaje) de la prueba de entrada y los promedios de la prueba de salida, la ganancia de cada grupo se registra en la Tabla 3.5. El grupo A presenta una ganancia de 0,51; el grupo B presenta una

ganancia de 0,42; el grupo C presenta una ganancia de 0,45 y, el grupo D presenta una ganancia de 0,60.

<b>Grupos</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
<b>Ganancia (G)</b>	<b>0,51</b>	<b>0,42</b>	<b>0,45</b>	<b>0,60</b>

Tabla 3.5 Ganancias en los rendimientos de los grupos, considerando los promedios (en porcentaje) de las pruebas de entrada y salida.

### 3.3 Análisis ANOVA: Prueba de concepto de salida

La Tabla 3.6 representa el cuadro resumen del análisis ANOVA aplicado en la prueba de salida [33].

Tabla de ANOVA para la prueba de concepto de salida					
Fuente	SS	df	MS	F	P
Foro	0.03	1	0.03	0.04	0.8424
Cambio conceptual	11.87	1	11.87	15.96	0.0002
Foro x Cambio conceptual	5.39	1	5.39	7.25	0.0101
Error	31.99	43	0.74		
TOTAL	49.28	46			

Tabla 3.6 Tabla de ANOVA para la prueba de salida.

El análisis ANOVA de la variable Foro, no es significativa. El análisis ANOVA de la variable Cambio conceptual, muestra un valor de F de 15.96 significativo a un valor  $p=0,0002$ . El análisis ANOVA de la interacción de las variables Foro y Cambio conceptual, muestra un valor de F de 7,25 significativo a un valor  $p=0,0101$ .

La figura 3.4 representa gráfico de la interacción de las variables cambio conceptual y foro a partir de los resultados de la prueba de salida para los cuatro grupos estudiados.

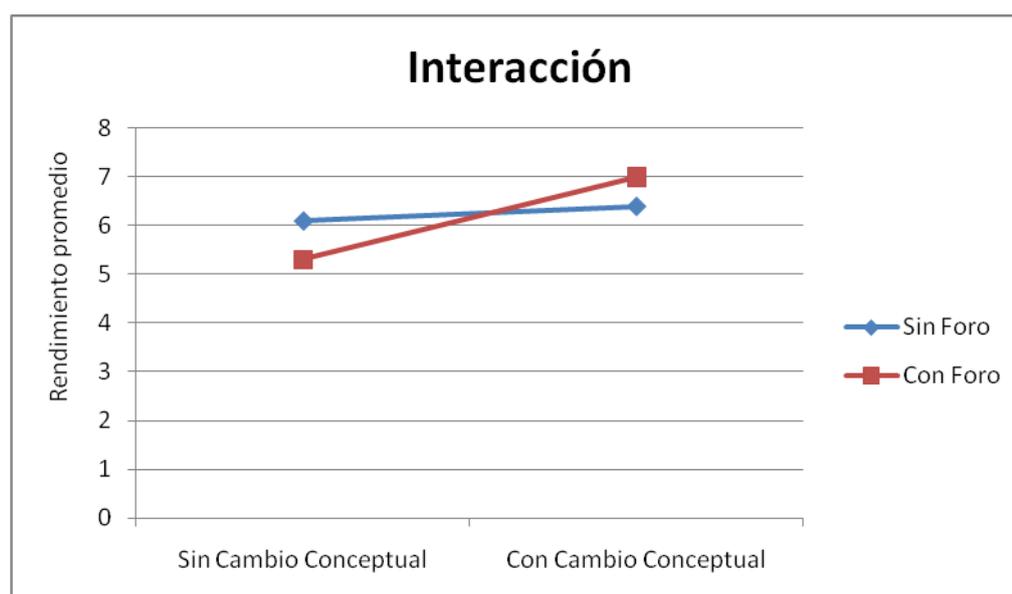


Fig. 3.4 Gráfico de la interacción entre los variables cambio conceptual y foro.

### **3.4 Resultados de reportes de los grupos que recibieron instrucción con cambio conceptual.**

La Tabla 3.7 representa resumen de las medias y desviaciones estándar de las calificaciones de los reportes de los grupos C y D. El grupo C obtuvo un promedio de 25,2 con una desviación estándar de 2,6, mientras que el grupo D obtuvo un promedio de 27,1 con una desviación estándar de 1,5.

Grupos	Media	Desviación estándar
C	25,2	2,6
D	27,1	1,5

Tabla 3.7 Resumen de las medias y desviaciones estándar de las calificaciones de los reportes de los grupos C y D.

## **4. DISCUSION**

### **4.1 Discusión de la prueba Cloze**

El grupo A tiene un porcentaje bajo, ya que el 26,7% de los estudiantes tendrán mucha dificultad en la comprensión lectora, aún con bastante explicación por parte del profesor. Mientras que un 46,6 % de los estudiantes tendrán poca dificultad en la comprensión lectora si se da alguna explicación por parte del profesor, y un 26,7% de los estudiantes tendrán poca dificultad en la comprensión lectora aún sin ninguna explicación por parte del profesor.

El grupo B tiene un bajo porcentaje, ya que el 6,7% de los estudiantes que tendrán mucha dificultad en la comprensión lectora, aún con bastante explicación por parte del profesor. Mientras que un 66,6 % de estudiante que tendrán poca dificultad en la comprensión lectora si se da alguna explicación por parte del profesor, y un 26,7% de los estudiantes tendrán poca dificultad en la comprensión lectora aún sin ninguna explicación por parte del profesor.

El grupo C tiene un alto porcentaje, ya que el 72,7% de los estudiantes que tendrán mucha dificultad en la comprensión lectora, aún con bastante explicación por parte del profesor. Mientras que un 27,3 % de estudiante que tendrán poca dificultad en la comprensión lectora si se da alguna explicación por parte del profesor.

El grupo D tiene un alto porcentaje, ya que el 78,6% de los estudiantes que tendrán mucha dificultad en la comprensión lectora, aún con bastante explicación por parte del profesor. Mientras que un 14,3 % de estudiante que tendrán poca dificultad en la comprensión lectora si se da alguna explicación por parte del profesor, y un 7,1% de los estudiantes tendrán poca dificultad en la comprensión lectora aún sin ninguna explicación por parte del profesor.

Por lo observado, se tiene que los grupos A y B, poseen esta gran ventaja ante los grupos C y D en la comprensión del material de la instrucción.

## **4.2 Discusión de la prueba de entrada y salida.**

El rendimiento de la prueba de salida de los cuatro grupos es mejor con respecto al rendimiento obtenido en la prueba de entrada. Se observa poca diferencia entre los promedios de la prueba de salida de los cuatro grupos. Así también que los grupos D y A tienen un alto valor de ganancia del grupo de paralelos de este estudio. Una posible respuesta a esta situación se debe a que el paralelo D recibió instrucción experimental con cambio conceptual y participación en

sesiones de foro; mientras que el paralelo A, no recibió instrucción experimental con cambio conceptual, y tampoco participaron en foros. Esta desventaja en la aplicación instruccional se ve compensada al tener un considerable porcentaje de estudiantes que poseen buenos niveles de lectura (nivel independiente y nivel instruccional) comparado con otros paralelos, esto conforme a resultados de la prueba Cloze aplicada. Así también el grupo B tiene un gran número de estudiantes con buenos niveles de comprensión de lectura.

### **4.3 Discusión del resultado de la hipótesis 1.**

Esta hipótesis no se cumplió y una posible respuesta a esta situación se debe a las variaciones en las composiciones de estas poblaciones con respecto a la capacidad de razonamiento científico, considerada como una variable oculta que afecta a las ganancias [32]. De acuerdo a los resultados de la prueba Cloze, los estudiantes de los paralelos A y B, los cuales no recibieron instrucción experimental con cambio conceptual, tienen diferente nivel de comprensión de lectura, observándose que la mayoría de los estudiantes se encuentran en el nivel independiente e instruccional. Esto se ve reflejado en la ganancia por paralelo, en donde el paralelo A tienen una alta ganancia (0,51), comparado con los paralelos B y C, a pesar de no haber participado de foros y no haber recibido instrucción experimental con cambio conceptual. Además, se debe considerar que en las construcciones personales del conocimiento, juega un papel importante la concepción que posee un aprendiz en la representación de un fenómeno, ya que

no puede ser la misma que la que tiene otro de sus compañeros, esto considerando que en un sujeto puede ser más difícil de modificar una concepción que en otro sujeto [9].

#### **4.4 Discusión del resultado de la hipótesis 2.**

Esta hipótesis se cumplió y una posible respuesta a esta situación es que los preconceptos fueron contrastados con la realidad que los estudiantes observaron en la experimentación y por lo tanto, estos resultados discrepantes, hacían que acepten más fácilmente el cambio conceptual. La experimentación discrepante genera una motivación contra intuitiva, debido a que el fenómeno que se exhibe de manera sorpresiva llamando la atención del estudiante, es contrario a lo que la lógica personal supone esperar como resultado. Al producirse en una persona disonancia cognitiva, esta se ve motivada de manera automática a generar nuevas ideas, a fin de reducir la incongruencia generada en su interior y conseguir coherencia en sus ideas y creencias [22]. De esta manera se rompe la pasividad del estudiante, lográndose un aprendizaje de la física más significativo

#### **4.5 Discusión del resultado de la hipótesis 3.**

Esta hipótesis se cumplió y una posible respuesta a esta situación es que en el foro, los estudiantes pueden actuar con mayor libertad, expresar sus criterios e ideas con o sin consulta en libros, revistas, Internet, así como con terceras personas; Además, las opiniones de sus compañeros, que están disponibles en la

plataforma SIDWEB entre ellos, sirven como retroalimentación a sus exposiciones, a pesar que estas hayan expresadas erróneamente, pero que para la construcción de su conocimiento es favorable, al interactuar con el contraste producido en la experimentación discrepante previo al cambio conceptual.

En la interacción de las variables cambio conceptual y foro, se observa que en el rendimiento juega un papel importante el hecho de que los estudiantes que recibieron instrucción experimental con cambio conceptual hayan participado de sesiones de foros. Entre estas dos variables interactuando simultáneamente, el foro contribuye de mejor forma en el rendimiento de los estudiantes. Esto último, también se refleja en los resultados obtenidos en la calificación de los reportes de la práctica de leyes de Kirchhoff, en donde de los dos paralelos que recibieron instrucción con cambio conceptual, mejor promedio y menor desviación estándar se obtuvo en el grupo D, el cual participó en las tres sesiones de foro.

#### **4.6 Discusión de los resultados de reportes de los grupos que recibieron instrucción con cambio conceptual.**

Las notas de los reportes presentados por los estudiantes del grupo D poseen mejor calificación que los reporte presentados por los estudiantes del grupo C. Una posible respuesta a esta situación es que las opiniones de sus compañeros, en las sesiones de foro disponibles en la plataforma SIDWEB, han incidido de alguna forma en la elaboración del reporte de la práctica de laboratorio, ya que de

estos dos grupos que recibieron instrucción experimental con cambio conceptual, solo los estudiantes del grupo D participación en sesiones de foro.

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

De acuerdo a los resultados de esta investigación, el uso de las TICs, específicamente los foros, conjuntamente con el contraste producido en la experimentación discrepante previo al cambio conceptual, han favorecido el rendimiento de los estudiantes para gestionar la construcción del conocimiento. Por lo que se puede señalar que cuando la estrategia de cambio conceptual se apoya con las nuevas tecnologías, la misión educativa y formadora se hace más eficaz.

La instrucción de cambio conceptual tuvo mejores resultados en los estudiantes que habían participado en las sesiones de foros. Al parecer, el experimento implementado sobre la ley de Kirchhoff les activó los esquemas adquiridos en dichas sesiones, permitiéndoles mayor comprensión del manejo del voltímetro y amperímetro. Los estudiantes modificaron sus concepciones iniciales en lo referente al uso de estos instrumentos de medición en circuitos eléctricos, coincidiendo de esta manera con los resultados obtenidos por Andrés, M [6].

El uso del laboratorio fue fundamental en el proceso instruccional de esta investigación. De no haberse aplicado la estrategia de conflicto, lo que podría haberse

logrado era un aprendizaje memorístico de reglas y recomendaciones, sin alcanzarse la comprensión de los conceptos y funcionamientos de los equipos e instrumentos.

Mediante las sesiones de foros fue factible detectar los errores conceptuales que obstaculizan el aprendizaje de nuevo conocimiento en el manejo de voltímetros y amperímetros en circuitos resistivos. Estos fueron:

El voltímetro únicamente se puede conectar en paralelo, el amperímetro únicamente se puede conectar en serie, caso contrario el primero no marcaría lectura o se dañaría y el segundo se puede dañar (No consideraban de manera global todo el circuito).

Al conectar estos instrumentos de medición en un circuito eléctrico, estos forman parte de dicho circuito y lo afectan (Esto expresaron sin una manifestación causa-efecto).

Se pueden conectar un amperímetro y un voltímetro en serie, sino que podría sobrecargarse el voltímetro o no daría una medición exacta del valor correspondiente.

Se pueden conectar un amperímetro y un voltímetro en paralelo, sino que podría sobrecargarse el amperímetro o no daría una medición exacta del valor correspondiente.

El amperímetro y voltímetro pueden considerarse como una resistencia.

No pueden conectarse dos o más voltímetros en serie pero si en paralelo ya que su diferencia de voltios es mostrada por el voltímetro.

No pueden conectarse dos o más amperímetros en paralelo pero si en serie para que sean atravesados por dicha corriente. Y si esta en paralelo no va a funcionar.

En la ejecución de la práctica, algunos estudiantes presentaron dificultad técnica al mostrarse inseguros en conectar un amperímetro en paralelo y un voltímetro en serie, esto por los preconceptos antes mencionados, los que representan un paradigma en muchos estudiantes, inclusive en profesionales de la rama de ingeniería, como se evidenció cuando el investigador autor de este trabajo aplicó el mismo instrumento de evaluación a un grupo de maestrantes.

Antes de todo proceso de enseñanza aprendizaje, los estudiantes poseen algunas concepciones que son simplemente una interpretación de sus experiencias, las mismas que carecen de una sustentación firme de causa y efecto. Esto ha permitido que el aprendizaje logrado en determinados cursos, como los de física, sea temporal, lo que es observado cuando después de transcurrir un corto periodo de tiempo (por ejemplo un mes) responden como un estudiante que nunca ha participado de dicho curso, situación que ha sido expuesta en trabajos de autores como McDermott, Osborne, Tiberghien y Viennot, citado por [34], los que manifiestan que las ideas originales de los estudiantes vuelven a reimplantarse después de transcurrir cierto tiempo, persistiendo muchas veces incluso en los niveles de enseñanza superior [34]. Esta investigación no fue la excepción, ya que algunos conocimientos erróneos, como el que “se puede representar los instrumentos voltímetro y amperímetro como una resistencia”, esto a pesar de la instrucción recibida sobre el manejo de los mismos, se observaron en la prueba de salida que fue aplicada después de tres semanas de dicha instrucción.

Se deberá elaborar estrategias constructivistas de aprendizaje mediante el uso de las TICs, específicamente sesiones de foros, en donde se fomente habilidades de escribir y manifestar sus creencias libremente, expresando una actitud de respeto a las opiniones de los compañeros, que favorezcan el desarrollo de capacidades que poseen los estudiantes para gestionar la construcción del conocimiento de manera cooperativa.

Se deberá realizar experimentos de tipo discrepantes que generen un impacto en los estudiantes, a fin de que éstos aprendan a reconocer que no hay soluciones únicas o determinadas, o en su defecto circunstancias únicas o determinadas, como es el caso del uso de los instrumentos de mediciones eléctricas.

Específicamente en esta instrucción para el tema tratado, deberá hacerse mayor énfasis en el funcionamiento interno de los instrumentos de mediciones, y el efecto que produce en los circuitos en los que se los utiliza, teniendo una consideración global del conjunto.

El logro de una comprensión conceptual a través del cambio conceptual exige de una planificación que demanda tiempo, así también en la ejecución de la instrucción. Por lo cual se deberá realizar una revisión curricular a fin de disminuir la cantidad de contenidos para ampliar el número de las actividades instruccionales por cada uno de ellos, lo que permitirá que se termine el proceso o conducta mecanizada que adoptan los estudiantes, quienes mayormente tratan de lograr respuestas a ciertos problemas, partiendo de soluciones de problemas tipos, y por el contrario más bien

fomentando el desarrollo en los estudiantes de formas de razonar, de habilidades y estrategias para producir escenarios necesarios para los nuevos cambios que requerirán el aprendizaje de nuevas teorías, haciéndolos de esta manera profesionales más competitivos [35].

Se debe aprovechar el trabajo experimental como recurso didáctico a fin de promover el hábito de la observación, medición e interpretación de procesos y la extracción de conclusiones, para que de esta forma estén continuamente activos en la construcción de su propio conocimiento; para lo cual es necesario que el profesor de laboratorio debe ser un experto que conozcas bien el marco teórico del experimento a desarrollar, con la finalidad de que enfoque los conceptos al experimento.

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

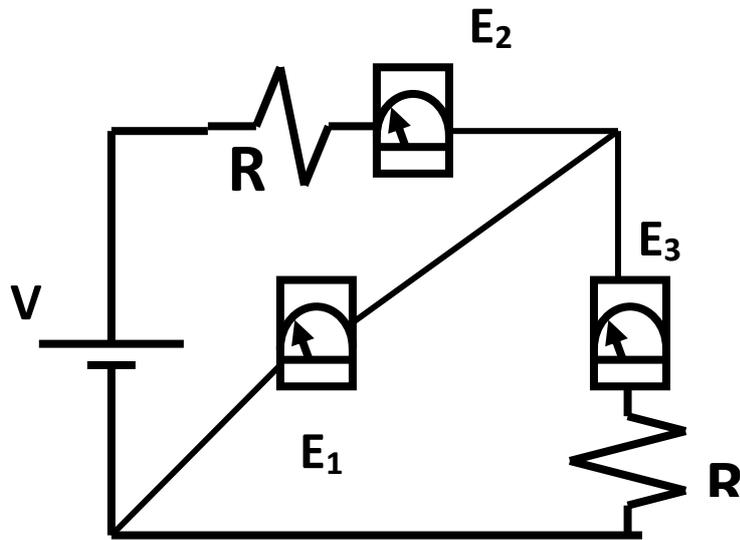
### PRÁCTICA DE LABORATORIO

#### LEYES DE KIRCHHOFF

Lab. Física C: Paralelo 11 (10.12.09) y paralelo 15 (11.12.09).

**OBJETIVO:** Aplicar las leyes de Kirchhoff en el uso de amperímetros y voltímetros

#### PROCEDIMIENTO



**1.- IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE LA FIGURA, CONSIDERANDO QUE:**

- a) Los equipos  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$  son voltímetros.
- b) Los equipos  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$  son amperímetros.
- c)  $E_1$ ,  $E_2$  son Amperímetros y  $E_3$  es voltímetro.
- d)  $E_1$ ,  $E_2$  son Voltímetros y  $E_3$  es amperímetro.
- e)  $E_1$ ,  $E_3$  son voltímetros y  $E_2$ , es amperímetro.

**2.- COMPLETE LA TABLA ADJUNTA, ANOTANDO LOS VALORES OBTENIDOS. EXPLIQUE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.**

	$E_1$	$E_2$	$E_3$
<b>Literal a</b>			
<b>Literal b</b>			

<b>Literal c</b>			
<b>Literal d</b>			
<b>Literal e</b>			

**PREGUNTAS:**

- 1.- ¿Cuál es el esquema eléctrico de un amperímetro y un voltímetro?
- 2.- Al conectar un amperímetro y/o voltímetro a un circuito eléctrico energizado, estos:
  - a) ¿forman parte del circuito? Explique.
  - b) ¿afectan al circuito? Explique.
  - c) ¿pueden conectarse un amperímetro y un voltímetro en serie?
  - d) ¿pueden conectarse un amperímetro y un voltímetro en paralelo?
- 3.- ¿Puede considerarse un amperímetro como una resistencia? Explique  
¿y un voltímetro? explique
- 4.- Al conectar un amperímetro y/o voltímetro a un circuito eléctrico energizado, estos:
  - a) ¿pueden conectarse dos o más voltímetros en serie entre ellos? explique
  - b) ¿pueden conectarse dos o más amperímetros en paralelo entre ellos? explique
- 5.- ¿Es necesario que los circuitos eléctricos donde se conectarán el amperímetro y el voltímetro, estén no energizados mientras se utilice dichos instrumentos?

## ANEXO 2

Prueba Cloze

### Las mediciones en Física

Dentro del ámbito de la física y del ámbito de la ingeniería, el acto de **la medición** **consiste en establecer comparaciones entre ciertas magnitudes** (físicas, por supuesto) de los objetos y también de una determinada serie de sucesos acontecidos en el mundo real. Algo fundamental en física es medir. Para realizar dicho procedimiento se deben emplear ciertas unidades, como es el caso de los mismos objetos y de aquellos sucesos que habían sido considerados como “patrón “, “normales” o “estándares”.

Magnitud es todo aquello que \_\_\_\_\_ medirse; las magnitudes son de \_\_\_\_\_ naturaleza o especie: no es lo \_\_\_\_\_ una longitud que un peso. \_\_\_\_\_ es comparar una cantidad de una \_\_\_\_\_ cualquiera con otra cantidad de la \_\_\_\_\_ magnitud, a la cual se toma como \_\_\_\_\_ de medida. Las unidades, como cantidades de \_\_\_\_\_ a efectos de comparación, forman \_\_\_\_\_ de los resultados de las medidas.

A la hora de la \_\_\_\_\_, es importante **determinar qué \_\_\_\_\_ de medida se quiere \_\_\_\_\_**, porque de acuerdo a esto los \_\_\_\_\_ de medición podrán o no ser utilizados. La \_\_\_\_\_ del instrumento de medida es la \_\_\_\_\_ variación de magnitud que puede \_\_\_\_\_ sin error. Un instrumento será \_\_\_\_\_ preciso cuanto mayor sea el \_\_\_\_\_ de cifras significativas que puedan \_\_\_\_\_ con él.

El error de una \_\_\_\_\_ también puede estar motivado por los \_\_\_\_\_ sistemáticos del instrumento, que pueden \_\_\_\_\_ a defectos de fabricación,

variaciones de la \_\_\_\_\_, la temperatura o la humedad. Estos \_\_\_\_\_ no pueden eliminarse totalmente.

### **Las mediciones en Física (Texto completo)**

Dentro del ámbito de la física y del ámbito de la ingeniería, el acto de **la medición** **consiste en establecer comparaciones entre ciertas magnitudes** (físicas, por supuesto) de los objetos y también de una determinada serie de sucesos acontecidos en el mundo real. Algo fundamental en física es medir. Para realizar dicho procedimiento se deben emplear ciertas unidades, como es el caso de los mismos objetos y de aquellos sucesos que habían sido considerados como “patrón “, “normales” o “estándares”.

Magnitud es todo aquello que puede medirse; las magnitudes son de diferente naturaleza o especie: no es lo mismo una longitud que un peso. Medir es comparar una cantidad de una magnitud cualquiera con otra cantidad de la misma magnitud, a la cual se toma como unidad de medida. Las unidades, como cantidades de referencia a efectos de comparación, forman parte de los resultados de las medidas.

A la hora de la medición, es importante **determinar qué tipo de medida se quiere obtener**, porque de acuerdo a esto los instrumentos de medición podrán o no ser utilizados. La precisión del instrumento de medida es la mínima variación de magnitud que puede determinar sin error. Un instrumento será más preciso cuanto mayor sea el número de cifras significativas que puedan obtenerse con él.

El error de una medida también puede estar motivado por los errores sistemáticos del instrumento, que pueden deberse a defectos de fabricación, variaciones de la presión, la temperatura o la humedad. Estos errores no pueden eliminarse totalmente.

## ANEXO 3

### FORO 1

***TEMA: Uso del amperímetro y voltímetro en el laboratorio de Física (I parte)***

#### **REQUERIMIENTOS:**

Los estudiantes de laboratorio de física C, deberán participar en el foro realizando las siguientes actividades:

- 1.- Contestar las preguntas planteadas en el foro; Si utiliza alguna fuente bibliográfica deberá citarla.
- 2.- Responder al menos a las intervenciones de dos de sus compañeros, indicando sus puntos de vista (criterio) con relación a lo expuesto por ellos.

#### **PREGUNTAS:**

- 1.- ¿Cuál es el esquema eléctrico de un amperímetro y un voltímetro?
- 2.- Al conectar un amperímetro y/o voltímetro a un circuito eléctrico energizado, estos:
  - a) ¿forman parte del circuito? Explique.
  - b) ¿afectan al circuito? Explique.
  - c) ¿pueden conectarse un amperímetro y un voltímetro en serie?
  - d) ¿pueden conectarse un amperímetro y un voltímetro en paralelo?

### FORO 2

***TEMA: Uso del amperímetro y voltímetro en el laboratorio de Física (II parte)***

#### **REQUERIMIENTOS:**

Los estudiantes de laboratorio de física C, deberán participar en el foro realizando las siguientes actividades:

- 1.- Contestar las preguntas planteadas en el foro; Si utiliza alguna fuente bibliográfica deberá citarla.
- 2.- Responder al menos a las intervenciones de dos de sus compañeros, indicando sus puntos de vista (criterio) con relación a lo expuesto por ellos.

### PREGUNTAS:

- 1.- ¿Puede considerarse un amperímetro como una resistencia? Explique  
¿y un voltímetro? explique
- 2.- Al conectar un amperímetro y/o voltímetro a un circuito eléctrico energizado, estos:
  - a) ¿pueden conectarse dos o más voltímetros en serie entre ellos? explique
  - b) ¿pueden conectarse dos o más amperímetros en paralelo entre ellos? explique

### FORO 3

#### *TEMA: Uso del amperímetro y voltímetro en el laboratorio de Física (III parte)*

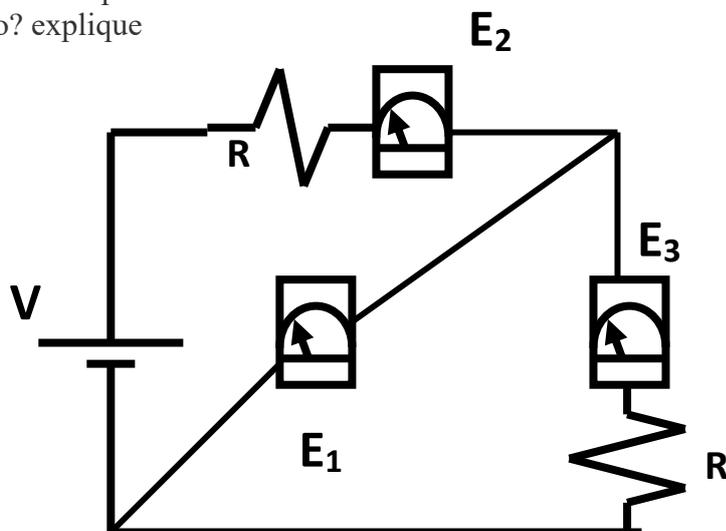
#### REQUERIMIENTOS:

Los estudiantes de laboratorio de física C, deberán participar en el foro realizando las siguientes actividades:

- 1.- Contestar las preguntas planteadas en el foro; Si utiliza alguna fuente bibliográfica deberá citarla.
- 2.- Responder al menos a las intervenciones de dos de sus compañeros, indicando sus puntos de vista (criterio) con relación a lo expuesto por ellos.

#### PREGUNTAS:

- 1.- ¿Es necesario que los circuitos eléctricos donde se conectarán el amperímetro y el voltímetro, estén des-energizados mientras se utilice dichos instrumentos?
- 1.- ¿Cuáles son los valores esperados de las lecturas de los instrumentos conectados en el siguiente circuito? explique



- a) Si todos los instrumentos  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$  son voltímetros.
- b) Si todos los instrumentos  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$  son amperímetros.
- c)  $E_1$ ,  $E_2$  son Amperímetros y  $E_3$  es voltímetro.
- d)  $E_1$ ,  $E_2$  son Voltímetros y  $E_3$  es amperímetro.
- e)  $E_1$ ,  $E_3$  son voltímetros y  $E_2$ , es amperímetro.



**10.- En un circuito eléctrico esquemático, un voltímetro puede representarse como:**

- a) Una resistencia alta
- b) un circuito abierto
- c) Una resistencia baja
- d) un corto circuito

ANEXO 5

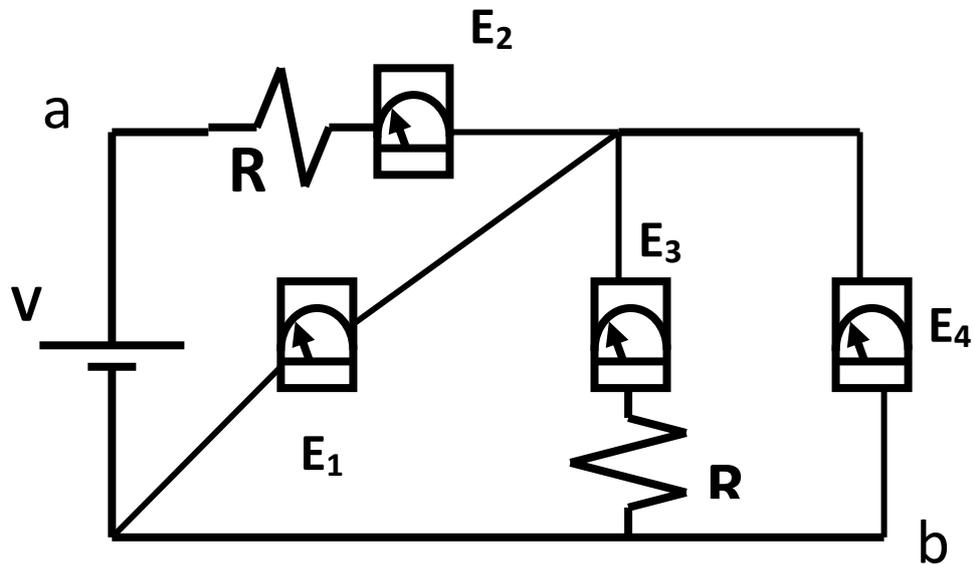
PRUEBA DE EVALUACION

EVALUACION LAB FISICA C

NOMBRE: \_\_\_\_\_;

PARALELO: \_\_\_\_\_

DADO EL SIGUIENTE CIRCUITO (Cada pregunta vale 4 puntos)



1.- Escriba los valores esperados en las lecturas de los equipos E1 y E4, si todos los Equipos son amperímetros

E1: \_\_\_\_\_ (2 pts)

E4: \_\_\_\_\_ (2 pts)

2.- Escriba los valores esperados en las lecturas de los equipos E1 y E4, si todos los Equipos son Voltímetros

E1: \_\_\_\_\_ (2 pts)

E4: \_\_\_\_\_ (2 pts)

3.- Escriba los valores esperados en las lecturas de los equipos E2 y E3, si estos dos son voltímetros y los otros son amperímetros.

E2: \_\_\_\_\_ (2 pts)

E3: \_\_\_\_\_ (2 pts)

4.- Escriba los valores esperados en las lecturas de los equipos E2 y E3, si estos dos son amperímetros y los otros son voltímetros.

E2: \_\_\_\_\_ (2 ptos)

E3: \_\_\_\_\_ (2 ptos)

5.- Si conecta el equipo E1 entre los puntos **a** y **b**, explique qué ocurriría si este fuera:

a) Amperímetro. (2 ptos)

b) Voltímetro. (2 ptos)

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Gil, D. (2009), *“Propuestas alternativas para la introducción de los conceptos científicos: del aprendizaje como cambio conceptual al aprendizaje como investigación”*, Revista Ciencia, Enseñanza de las ciencias y la matemática, Universitat de València.
- [2] Sirur, J. y Benegas, J. (2008). *“Aprendizaje de circuitos eléctricos en el nivel polimodal: resultados de distintas aproximaciones didácticas”*. Revista Enseñanza de las Ciencias, 26 (2), p 245-256.
- [3] Solbes, J (2009) *“Dificultades de aprendizaje y cambio conceptual, procedimental y axiológico (i): resumen del camino avanzado”*, Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, Asociación de Profesores Amigos de la Ciencia-Eureka. ISSN: 1697-011X. DL: CA-757/2003, (en línea), [http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen6/Numero\\_6\\_1/Solbes\\_2009a.pdf](http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen6/Numero_6_1/Solbes_2009a.pdf), pp. 2-20, consultado el 2 agosto 2009.
- [4] Mahmud M; Gutiérrez, O, (2008), *“Estrategia didáctica basada en el cambio conceptual para la transformación de las preconcepciones en el aprendizaje de la ciencia”*, iv jornadas de investigación e innovación educativa, *“Creatividad e*

*Innovación en Contextos Socioeducativos de Cambios*". p 11-20 (en línea) <http://www.citrevistas.cl/revista-formacion/v3n1fu/art03.pdf>, consultado el 30 enero 2010.

[5] Tabula rasa (2010), Wikipedia, (en línea), [http://es.wikipedia.org/wiki/Tabula\\_rasa](http://es.wikipedia.org/wiki/Tabula_rasa), consultado el 22 junio 2010.

[6] Andrés, M. "*Evaluación de un plan instruccional dirigido hacia la evolución de las concepciones de los estudiantes acerca de circuitos eléctricos*" revista Enseñanza de las Ciencias, 1990,8 (3), p. 231-237 Caracas Venezuela.

[7] Carey, S. "*Knowledge acquisition: enrichment or conceptual change*". In: Margolis, E.; Laurence, S. (Eds.). *Concepts: core readings*. Cambridge: MIT Press, 1991. p. 459-487.

[8] Chi, M.T.H. (2008). "*Three types of conceptual change: Belief revision, mental model transformation, and categorical shift*". In S. Vosniadou (Ed.), *Handbook of research on conceptual change* (pp. 61-82). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

[9] Carretero, M. "*Construir y enseñar: Las ciencias experimentales*", Alque, Buenos Aires, segunda edición 1997.

[10] Sepúlveda, E. "*La construcción de los conceptos en la enseñanza de la física*", Universidad autónoma de Sinaloa, Preparatoria Emiliano Zapata, p. 1-9 (en línea) <http://redexperimental.gob.mx/descargar.php?id=218>. Consultado el 25 enero 2010.

[11] Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M.A. (1998) "*El aprendizaje de conceptos científicos: del aprendizaje significativo al cambio conceptual*", en: Aprender y enseñar Ciencia, Morata/ MEC, Madrid, pp. 84-127.

[12] Sayavedra, R. (2009), “*El uso de las nuevas tecnologías para apoyar el cambio conceptual en los profesores*”- P 1-5 (en línea)

[www.informaticaeducativa.com/virtual2004/ponencias/.../SayavedraSotoR.pdf](http://www.informaticaeducativa.com/virtual2004/ponencias/.../SayavedraSotoR.pdf),  
consultado el 21 de diciembre 2009.

[13] Nussbaum, J. “*Classroom conceptual change: philosophical perspective*”.

International Journal of Science Education, London, v.11, p. 530-540, 1989. Special issue.

[14] Dykstra, D. I.; Boyle, C. F.; Monarch, I., A. “*Studying conceptual change in learning physics*”. Science Education, New York, v. 76, p. 615-652, 1992.

[15] Greca, I. y Moreira, M. (2003). “*Cambio conceptual: Análisis crítico y propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo*”, revista Ciencia y educación, v 9, n.2 p. 301-315, 2003.

[16] Vosniadou, S.; Brewer, W. “*Mental models of the day/night cycle*”. Cognitive Science, Norwood, v. 18, n.1, p. 123-183, 1994.

[17] Solbes, J. (2009), “*Dificultades de aprendizaje y cambio conceptual, procedimental y axiológico (II): resumen del camino avanzado*”, Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias, 2009, 6(1), p. 2-20. (en línea)  
[http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen6/Numero\\_6\\_2/Solbes\\_2009b.pdf](http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen6/Numero_6_2/Solbes_2009b.pdf),  
consultado el 18 diciembre 2009.

[18] Carretero, M. y Limón, M. (1997) “*Las ideas previas de los alumnos: ¿Qué aporta este enfoque a la enseñanza de las ciencias*”, en M. Carretero (comp):

“*Construir y enseñar: Las ciencias experimentales*”, Alque, Buenos Aires, p 19-45.

(en línea)

<http://webdelprofesor.ula.ve/humanidades/marygri/documents/PPD/IdeasPrevias.pdf>, consultado el 15 diciembre 2009.

[19] Jiménez, A. (1991) “*Cambiando las ideas sobre el cambio biológico*”. Revista Enseñanza de las Ciencias, 9 (3), p 248-256. /(en línea), <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/39899/93146>, consultado el 20 diciembre 2009.

[20] Silveira, F. L. A “*Filosofia da ciência de Karl Popper e suas implicações no ensino da ciencia*”. In: Moreira, M. A.; AXT, R. (Orgs.). “*Tópicos em ensino de ciencias*”. Porto Alegre: Sagra, 1991. p. 62-78.

[21] Barbosa, L. “*Los Experimentos Discrepantes en el aprendizaje activo de la Física*”. Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 2, No. 3, Sept. 2008 p 246-252 (en línea) <http://www.journal.lapen.org.mx> , consultado el 20 mayo 2010.

[22] Festinger, L. “*A theory of cognitive dissonance*” (Stanford University Press., Stanford, CA, 1957). (en línea) <http://www.colorado.edu/communication/meta-discourses/Theory/dissonance/sld004.htm>, consultado el 20 mayo 2010.

[23] Strike, K. A.; Posner, G. J. “*A revisionist theory of conceptual change*”. In: Duschl, R; Hamilton, R. (Eds.). “*Philosophy of science, cognitive psychology, and educational theory and practice*”. Albany: Suny Press, 1992. p. 147-176.

[24] Scott, P & al.” *La enseñanza para un cambio conceptual: un análisis de las estrategias*”. Proceedings of an International Workshop”. R. Duit, F. Goldberg, H. Niedderer (Editors) March 1991 IPN 131 ISBN 3-89088-062-2. (en línea)

[http://icar.univ-lyon2.fr/equipe2/coast/ressources/ICPE/espagnol/PartC/ICPE\\_C5.pdf](http://icar.univ-lyon2.fr/equipe2/coast/ressources/ICPE/espagnol/PartC/ICPE_C5.pdf), consultado el 22 febrero 2010.

[25] Nussbaum, J.; Novick, S. (1982a) “*Alternative frameworks, conceptual conflict and accommodation: toward a principled teaching strategy*”. *Instructional Science* 11: 183-200.

[26] Nussbaum, J.; Novick, S. (1982b) “*A study of conceptual change in the classroom*”. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Lake Geneva, Chicago.

[27] Cosgrove, M.; Osborne, R. (1985) “*Lesson Frameworks for Changing Children's Ideas*”. In: *Learning in Science: The implications of children's science*, Osborne R. and Freyberg P. Heinemann.

[28] Champagne, A. B., Gunstone, R. F., Klopfer, L. E. (1985) “*Effecting changes in cognitive structures among physics students in Cognitive Structure and Conceptual Change*”, West L. and Pines A. (Eds.). Academic Press.

[29] Brown, D. E.; Clement, J. (1989) “*Overcoming misconceptions by analogical reasoning: abstract transfer versus explanatory model construction*”, *Instructional Science* 18: 237-261.

[30] Álvarez, T., “*Aplicación de los recursos de Internet a la Enseñanza de la Física en la modalidad de Aprendizaje Autogestionado Asistido.*” CONHISREMI, Revista Universitaria de Investigación y Diálogo Académico, Volumen 3, Número 3, 2007 Venezuela. (en línea) <http://conhisremi.iuttol.edu.ve/pdf/ARTI000049.pdf>, consultado el 19 enero 2010.

[31] Hewitt, P, “*Física Conceptual*” decima edición, Editorial Pearson educación, México 2007. p.362-374.

[32] Coletta, V. Phillips, J “*Interpreting FCI scores: Normalized gain, preinstruction scores, and scientific reasoning ability*”, *Department of Physics, Loyola Marymount University, Los Angeles, California 90045*, American Association of Physics Teachers, Am. J. Phys. **73** \_12\_, December 2005.

[33] Vassar Stats: Website for Statistical Computation (en línea).

<http://faculty.vassar.edu/lowry/VassarStats.html>, consultado el 16 de mayo 2010.

[34] Varela, P., Manrique De Campo, M.J.; Favieres, A, “*Circuitos eléctricos: una aplicación de un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en las ideas previas de los alumnos*”, Instituto de Bachillerato «Rey Pastor»). *Enseñanza de las ciencias*, 1988, 6 (3),285-290.(en línea),

<http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/51105/92974>, consultado el 16 de enero 2010.

[35] Salinas de Sandoval, j., Cudmani, L.C.; Pesa de Danón, M. “*Modos espontáneos de razonar: un análisis de su incidencia sobre el aprendizaje del conocimiento físico a nivel universitario básico*”. *Revista Enseñanza de las ciencias*, 1996, 14 (2), 209-220 (en línea)

<http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21450/93413>, consultado el 16 de enero 2010.