

**ENSEÑANZA DE LA ELECTROTECNIA A LOS ESTUDIANTES DE LA  
UNIVERSIDAD DE NARIÑO, MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA  
METODOLOGÍA CON ENFOQUE CONSTRUCTIVISTA**

**JAIME MAURICIO BACCA ROSERO**

**Trabajo de grado para optar el título de  
Especialista en docencia universitaria**

**Asesor:**

**MSc ARSENIO HIDALGO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE EDUCACIÓN  
ESPECIALIZACIÓN EN DOCENCIA UNIVERSITARIA  
SAN JUAN DE PASTO**

**2003**

**ENSEÑANZA DE LA ELECTROTECNIA A LOS ESTUDIANTES DE LA  
UNIVERSIDAD DE NARIÑO, MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA  
METODOLOGÍA CON ENFOQUE CONSTRUCTIVISTA**

**JAIME MAURICIO BACCA ROSERO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE EDUCACIÓN  
ESPECIALIZACIÓN EN DOCENCIA UNIVERSITARIA  
SAN JUAN DE PASTO**

**2003**

Nota de aceptación

---

---

---

---

Presidente del jurado

---

Jurado

---

Jurado

San Juan de Pasto, día \_\_\_\_\_ mes \_\_\_\_\_ año \_\_\_\_\_

A mis padres y a todo lo que proviene del  
CREADOR

A las personas que han creído en mi proyecto  
de vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor expresa sus agradecimientos al:

MSc. ARSENIO HIDALGO TROYA. Un gran docente con altas calidades profesionales y humanas, investigador y amigo; que con su apoyo permanente se pudo realizar este trabajo de grado.

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN.	20
1. TÍTULO	21
1.1 PROBLEMA	21
1.1.1 Formulación del problema	21
1.1.2 Planteamiento del problema	21
1.2 OBJETIVOS	22
1.2.1 Objetivo general	22
1.2.2 Objetivos específicos	22
1.3 JUSTIFICACIÓN	23
1.4 MARCO TEÓRICO	24
1.4.1 Metodología de la enseñanza	25
1.4.1.1 Tradicional	25
1.4.1.2 Tecnológica	25
1.4.1.3 No directiva	25
1.4.1.4 Constructiva	26
1.4.1.4.1 Aprendizaje significativo	28
1.4.2 La teoría adquiere urgencia constructiva con la actividad mental cognitiva.	32
1.4.3 Las actividades de totalidad abierta	33
1.4.3.1 Características de las ATAs	35
1.4.4 Competencias	36
1.4.4.1 Competencia para interpretar situaciones	37
1.4.4.2 Competencia para establecer condiciones	38
1.4.4.3 Competencia para plantear y contrastar hipótesis	38

1.4.4.4	El desarrollo de las competencias	38
1.4.5	Historia de la electricidad	45
1.4.6	Electrotecnia	57
2.	METODOLOGÍA	58
2.1	PRUEBA DE VALIDEZ	58
2.2	APLICACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA AL GRUPO DE CONTROL Y EXPERIMENTAL	67
2.2.1	Trabajo con el grupo experimental	67
2.2.2	Trabajo con el grupo control	74
2.3	APLICACIÓN DE LA PRUEBA FINAL	75
3.	RESULTADOS	85
3.1	COMPARACION DEL GRUPO CONTROL Y EXPERIMENTAL DE LA PRUEBA DE VALIDEZ.	86
3.2	COMPARACIÓN ENTRE LA PRUEBA DE VALIDEZ Y LA PRUEBA FINAL DEL GRUPO DE CONTROL	88
3.3	COMPARACIÓN DE LAS PRUEBAS DE VALIDEZ Y LA PRUEBA FINAL DEL GRUPO EXPERIMENTAL.	89
3.3.1	COMPARACIÓN DE LAS PRUEBAS DE VALIDEZ Y FINAL DEL PROMEDIO TOTAL DE LAS COMPETENCIAS	92
3.4	COMPARACIÓN DEL GRUPO CONTROL Y EXPERIMENTAL EN LA PRUEBA FINAL	92
	CONCLUSIONES	95
	BIBLIOGRAFÍA	97

## LISTA DE CUADROS

	pág.
<b>Cuadro 1.</b> Ecuaciones de Maxwell	51
<b>Cuadro 2.</b> Prueba de validez	64
<b>Cuadro 3.</b> Prueba de validez aplicada al grupo experimental	65
<b>Cuadro 4.</b> Prueba de validez aplicada al grupo control	66
<b>Cuadro 5.</b> Resultados obtenidos en el grupo control con la metodología de enseñanza tradicional	82
<b>Cuadro 6.</b> Resultado obtenidos en el grupo experimental con la metodología de enseñanza constructivista	83
<b>Cuadro 7.</b> Comparación entre el grupo control y experimental de la prueba de validez	86
<b>Cuadro 8.</b> Comparación de los promedios entre el grupo control y experimental de la prueba de validez	86
<b>Cuadro 9.</b> Comparación entre la prueba de validez y la prueba final del grupo de control	88
<b>Cuadro 10.</b> Comparación entre la prueba de validez y la prueba final del grupo experimental	90
<b>Cuadro 11.</b> comparación de las pruebas de validez y final del promedio de las competencias	90
<b>Cuadro 12.</b> comparación de la metodología con enfoque tradicional y constructivista de las competencias	92
<b>Cuadro 13.</b> comparación de los promedios de las competencias	93

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
<b>Figura 1.</b> Partes principales de un TRC	68
<b>Figura 2.</b> Descripción de la entrada de un electrón en un campo eléctrico uniforme	69
<b>Figura 3.</b> Simulación de un osciloscopio en <i>WORK BENCH</i>	69
<b>Figura 4.</b> Grafico de la simulación del campo eléctrico uniforme	71
<b>Figura 5.</b> Grafica obtenida del voltaje alterno de la simulación del <i>software WORK BENCH</i>	72
<b>Figura 6.</b> Comparación entre el grupo de control y experimental de los resultados de las competencias obtenidas en la prueba de validez	80
<b>Figura 7.</b> Comparación del promedio de las competencias entre el grupo control y el grupo experimental de la prueba de validez	88
<b>Figura 8.</b> Comparación entre la prueba de validez y la prueba final del grupo control	89
<b>Figura 9.</b> Comparación del promedio de las pruebas de validez y final del grupo experimental	91
<b>Figura 10.</b> Comparación de las pruebas de validez y final del promedio de las competencias	91
<b>Figura 11.</b> Comparación de las metodologías con enfoque tradicional y constructivita de las competencias: interpretativa y prepositiva	93
<b>Figura 12.</b> Comparación de las metodologías con enfoque tradicional y constructivita del total de las competencias	94

## GLOSARIO

**ABSTRACCIÓN:** actividad cognitiva que determina la distancia existente entre un acto u operación mental y los objetos u acontecimientos a los que se aplica. El nivel de abstracción mide el alejamiento de lo perceptivo con relación a la operación mental interiorizada.

**ACCIÓN ARGUMENTATIVA:** acción propia de la competencia comunicativa consistente en la capacidad de sustentar una tesis mediante razones válidas.

**ACCIÓN INTERPRETATIVA:** acción propia de la competencia comunicativa consistente en la capacidad que posee una persona para comprender el sentido de un texto presentado en diferentes formas.

**ACCIÓN PROPOSITIVA:** acción propia de la competencia comunicativa. Es la actuación crítica y creativa. Plantea opciones o alternativas ante la problemática presente en un orden discursivo. Crea y transforma significaciones.

**ACTO MENTAL:** es la operación cognitiva que ordena los estímulos recibidos, a partir de un esquema, en sus diferentes fases (entrada-salida-organización). Acción interiorizada con fines muy diversos: aprendizaje, creación, etc.

**APRENDIZAJE EXPLÍCITO:** tipo de aprendizaje que requiere participación conciente y corresponde a la adquisición de información sobre personas, lugares y hechos .

**APRENDIZAJE IMPLÍCITO:** tipo de aprendizaje que no requiere participación conciente y se refiere a las estrategias perceptivas, habilidades motoras y hábitos.

**ALGORITMO:** método secuencial organizado para lograr un objetivo. Procedimiento utilizado para solución de problemas, que si sigue rigurosamente facilita la solución del mismo. Este método se fundamenta en una serie de estrategias de aprendizaje aplicadas sistemáticamente.

**ANÁLISIS:** operación mental que se fundamenta en la capacidad para percibir y diferenciar las características presentes de un objeto o situación planteada. Habilidad básica del pensamiento que implica clarificar la información, examinando las partes y la relación entre diferentes elementos de un problema complejo.

**APRENDER:** procedimiento personal adecuado para adquirir conocimientos. Aprender es estructurar, relacionar. Cambio en la estructura cognitiva de la persona que se traduce en cambios de conducta .

**APRENDER A APRENDER:** enfoque teórico que promueve el desarrollo de las posibilidades de aprendizaje del individuo por la mejora de técnicas, destrezas, estrategias y habilidades del sujeto para el conocimiento. Con este enfoque se da más importancia a los procedimientos que a los contenidos para que el alumno logre el aprendizaje significativo por si mismo.

**APRENDIZAJE MEDIANO:** proporcionar ayuda estratégica en los pasos iniciales del aprendizaje, disminuyéndola de manera gradual conforme los estudiantes adquieren independencia.

**APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO:** se da cuando el alumno, constructor de su propio conocimiento, relaciona los conceptos aprender a aprender y les da un sentido a partir de la estructura conceptual que ya posee.

**ASIMILACIÓN-ACOMODACIÓN:** teoría piagetiana del conocimiento basada en tendencias al equilibrio entre los procesos asimilación y acomodación, que tiene por objeto explicar cómo conocemos el mundo y cómo cambia nuestro conocimiento respecto de él.

**ATENCIÓN:** Capacidad para enfocar y controlar los procesos cognitivos tales, como percepción, pensamiento y memoria, sobre una actividad con el fin de centrarnos en su ejecución.

**COGNICIÓN:** proceso del pensamiento que caracteriza la conducta inteligente de las personas.

**COMPARACIÓN:** acción que consiste en descubrir las relaciones de semejanza y diferencia que tienen dos o más elementos en base a algún criterio.

**DESARROLLO COGNITIVO:** consiste en la sucesión de cambios estructurales. Piaget denomina a cada unidad estructural como esquema. Estos esquemas son equivalentes a procesos mediadores y constituyen un tipo de red que se está modificando para asimilar nuevos datos.

**DESTREZA:** es un repertorio de conductas básicas. La inteligencia consta de repertorios específicos y de sistemas de destrezas adquiridos por el aprendizaje. Estas destrezas básicas son cognitivas, lingüísticas, sensoriomotoras y motivacionales.

**EQUILIBRIO:** concepto propuesto por Piaget, consiste en la búsqueda del balance mental entre los sistemas cognoscitivos y la información del entorno.

**ESTRATEGIAS:** son procedimientos idóneos para diseñar y utilizar un plan que lleva a la solución de una actividad o problema.

**ESTRATEGIA COGNITIVA:** forma de encadenar eventos, usando los recursos intelectuales propios y demandas de las tareas, para seguir los procesos de pensamiento hacia la solución de un problema.

**ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE:** formas de poner en acción las operaciones mentales para una mayor eficacia y rapidez.

**EVALUAR:** recogida y uso de la información relativa a los cambios de los comportamientos de los alumnos. La evaluación debe tener más carácter mediador que finalista.

**FUNCIÓN SEMIÓTICA:** capacidad que posee el individuo para utilizar símbolos y representar acciones u objetos mentalmente.

**INFERENCIA LÓGICA:** capacidad mental para realizar deducciones y extraer nueva información a partir de la información dada.

**INTELIGENCIA:** capacidad del individuo para relacionar los conocimientos, adaptarse a las situaciones y tomar decisiones. Es el instrumento general del conocimiento.

**MAPA COGNITIVO:** es la metáfora topográfica que representa los pasos sucesivos que se dan en el acto mental. Es un conjunto de parámetros mediante los que se puede analizar, categorizar y ordenar los actos mentales.

**MAPA CONCEPTUAL:** técnica de aprendizaje que sirve para representar relaciones significativas entre conceptos. Estrategia de enseñanza que sirve para presentar lógicamente y gráficamente la información.

**MEDIADOR:** persona que ordena y estructura los estímulos y aprendizajes para ayudar al educando a construir su propio conocimiento. El mediador puede ser el padre, educador o

cualquier otra persona que actúe como guía y orientador del proceso de desarrollo, facilitando experiencias de aprendizaje y ayudando a establecer metas.

**MEMORIA:** almacenamiento de la información aprendida. Se clasifica en memoria a corto plazo y memoria a largo plazo.

**METACOGNICIÓN.** Es el conocimiento, supervisión y control que el sujeto tiene de sus propios procesos de pensamiento. Comporta el conocimiento del propio funcionamiento cognitivo y las actividades vinculadas al control de los procesos cognitivos, afectivos y motivacionales.

**MOTIVACIÓN:** experiencia o estado de conciencia con alto nivel de estimulación; puede ser intrínseca o extrínseca. Esta provocada por una situación de necesidad.

**OPERACIÓN MENTAL:** conjunto de acciones interiorizadas y organizadas por las que elaboramos la información que proviene de fuentes internas y externas. Son las actividades que permiten desarrollar las capacidades intelectuales y hacer cristalizar las funciones de tipo cognitivo.

**OPERACIONES CONCRETAS:** tareas mentales asociadas con objetos y situaciones concretas.

**OPERACIONES FORMALES:** operaciones mentales que implican un pensamiento abstracto y la coordinación de diferentes variables.

**PARADIGMA:** marco modelo teórico para construir ciencia e interpretar la realidad. Conjunto de teorías y principios que definen un escenario de aprendizaje que fundamentan un sistema pedagógico o investigador.

**PRINCIPIOS:** conclusiones, generalizaciones o normas a los que se llegan por comunicación o por pensamiento inductivo.

**PROPOSICIÓN:** declaración sujeta a valores de verdad. En la lógica formal sólo se admiten los valores de verdadero ó falso.

**PROCEDIMIENTOS:** grupo de estrategias planificadas para desarrollar un capacidad. El procedimiento puede ser una técnica personal o aprendida, simple o compleja, atendiendo a la tarea o a la finalidad de trabajo.

**RAZONAMIENTO DEDUCTIVO:** la capacidad de razonar de acuerdo con los principios de la lógica formal. Consiste en extender a casos particulares las implicaciones contenidas en otra afirmaciones de tipo general. Lo deductivo implica los siguientes procesos: 1. El silogismo lineal o inferencia transitiva. 2. El silogismo categórico 3. El razonamiento proposicional.

**RAZONAMIENTO INDUCTIVO:** consiste en hacer inferencias de tipo general a partir de las observaciones de casos particulares. El razonamiento fluye de lo particular para llegar a una conclusión, principio o ley generalizadora.

**RAZONAMIENTO LÓGICO:** proceso de elaboración mental que conduce al conocimiento verdadero a través de razonamientos válidos regidos por normas.

**REPRESENTACIÓN MENTAL:** capacidad para interiorizar las imágenes. A través de las características esenciales que se descubren en los objetos, códigos y símbolos para la abstracción.

**SÍNTESIS:** operación mental por la que se integran los elementos fundamentales de un todo. Capacidad de la relación de las partes de un todo.

## **RESUMEN ANALÍTICO DEL ESTUDIO**

A los estudiantes de quinto semestre de ingeniería de sistemas de la Universidad de Nariño, sede Samaniego, se les enseñó una temática de electrotecnia, aplicando la metodología con enfoque tradicional y constructivista. Para éste propósito se tomó dos grupos de estudiantes, con los cuales se desarrolló independientemente las metodologías. Luego se contrastó estadísticamente mediante una evaluación por competencias.

## **ABSTRACT**

The students of fifth level of Nariño University in Samaniego branch, were taught a thematic on electrotechnics taking into account the traditional and constructivist methodologies. Two groups of students were sampled for this purpose. Both groups were developed in a independent way. After that, the learning process was contrasted statistically by means of a competencies evaluation.

“Las ideas y conclusiones aportadas en este trabajo de grado, son de responsabilidad exclusiva del autor”

Artículo primero del acuerdo N° 324 de Octubre 11 de 1966, emanado del Honorable consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

## INTRODUCCION

Los postulados formulados en la ciencia, deben estar sujetos a ser interrogados continuamente, para comprobar su universalidad y de lo contrario serán ajustados o cambiados por otros que satisfagan los requerimientos existentes.

Es de anotar, que si bien el Físico Galileo Gallilei, estableció el método científico, el no realizó sistemáticamente un anteproyecto para lograr sus hipótesis en la física, sin embargo, el uso de un método para validar una teoría en particular no es suficiente para unificarlo en un solo concepto "verdadero" en cualquier campo epistémico.

Con este antecedente, se infiere que en la enseñanza de las ciencias y en particular de la Física, no existe un método totalmente válido y universal que se tome como un algoritmo para formar investigadores y científicos. En la actualidad el aula de clase es tomada como un todo natural relativo, es el escenario que establece una serie de situaciones sociales que repercuten en una pasividad armoniosa en lugar de una pugna aleatoria de la racionalidad cambiante, que serian estas racionalidades lógicas aprovechadas para establecer métodos didácticos propuestos bajo las experiencias obtenidas en un contexto determinado.

En el aula se tratará de optimizar al máximo la cognición y la aptitud científica, para ello se tendrán en cuenta: a) la manera de articular los conocimientos previos para construir nuevos, b) la selección de los temas a tratar teniendo como base un hábitat educativo para transgredir en su profundidad y alcance. Así mismo el uso del laboratorio natural terrestre es un buen punto de partida para incidir en la fenomenología conducente a lo experimental y que complementa el "ser" y el "deber ser" de un espíritu científico.

# 1. TÍTULO

ENSEÑANZA DE LA ELECTROTECNIA A LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO, MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA METODOLOGÍA CON ENFOQUE CONSTRUCTIVISTA.

## 1.1 PROBLEMA

**1.1.1 Formulación del problema.** ¿La metodología con enfoque constructivista, mejora la calidad del aprendizaje de la Electrotecnia en la Universidad de Nariño?

**1.1.2 Planteamiento del problema.** La enseñanza de la Física en la educación superior, se ha venido desarrollando de una forma confesional, con una serie de contenidos lineales tal como están descritos en los textos de esta disciplina. Prima más cumplir con los programas curriculares y desarrollar una serie de problemas idealizados que conducen al “reduccionismo”; al ajustar un algoritmo para que este sea transformado en un valor con su respectiva unidad característica, perdiendo así el verdadero significado del fenómeno que se quiere estudiar degradando la formación del espíritu científico.

Galileo manifiesta: “Un buen científico (Físico) debe ser un buen filósofo, un buen matemático y un buen naturalista”. Bajo este enunciado la física ha perdido su carácter verdadero de filosofía natural, a tal punto que la algoritmia, ha trastocado a los educadores de esta disciplina, como si fueran los físicos teóricos de punta, que con una matemática lógica para una breve experiencia, enseñarán Física.

Nosotros, los profesores de Física, nos endiosamos aplicando el algoritmo más complicado para cuantificar y predecir un suceso natural académico en cualquier grado de conocimiento, seguramente rescatando “el pequeño héroe, sabio y rey que tenemos por dentro”(Sánchez S.2000).

Los profesores de ciencias, necesitamos en principio entender la filosofía y la metodología de las ciencias, para dar testimonio ante nuestros compañeros de aula, sin desconocer que la Física como tal, no está solamente para responder a las preguntas aristotélicas del “por qué” de las cosas sino también del “cómo” (pitagórico), representarlo finalmente en una cantidad con sus respectivas unidades, algo que no sea de esta forma, no se llama FÍSICA. Pero también a esto, debemos agregarle los ingredientes cómo él: filosófico y experimental. El primero con el fin de debatir los paradigmas establecidos frente a una serie de situaciones reales y relativamente irreales para llegar a una construcción lógica y el segundo para que los supuestos mencionados se puedan comprobar y ver bajo qué parámetros las tesis planteadas fallen. Adoptar estos criterios y estrategias es acercarse al ideal de maestro que los buenos estudiantes requieren.

## **1.2 OBJETIVOS**

**1.2.1 Objetivo general.** Contrastar los alcances del enfoque constructivista frente a la metodología tradicional en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la electrotecnia en la educación superior.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

**1.2.2.1** Identificar el modelo pedagógico existente, para la enseñanza de la electrotecnia.

**1.2.2.2** Desarrollar las Actividades de Totalidad Abiertas (ATAs), para potencializar la interpretación de los fenómenos naturales.

**1.2.2.3** Desarrollar en los estudiantes la necesidad de la explicación e interpretación de los fenómenos naturales y establecer simulaciones o modelaciones con soporte en la tecnología.

**1.2.2.4** Aplicar la fenomenología para generar el asombro, como punto de partida para la construcción de conceptos físicos.

**1.2.2.5** Analizar las fortalezas y debilidades de la metodología tradicional en la enseñanza de la electrotecnia.

**1.2.2.6** Analizar las fortalezas y debilidades de la metodología con enfoque constructivista en la enseñanza de la electrotecnia.

**1.2.2.7** Contrastar los métodos anteriormente utilizando una herramienta estadística.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

Nuestras instituciones universitarias inscritas en la modernidad y la postmodernidad, deberán cambiar sus políticas educativas y afianzarse más a formar verdaderos profesionales con carácter crítico e investigativo para trascender a lo científico en sus particularidades. Por ello, la aplicación de una metodología no tradicional para la enseñanza de la Física, pretenderá experimentar nuevas posibilidades con el fin de solucionar problemas de aprendizaje.

Se pretende rescatar en la educación superior, un profesional que afecte los niveles cognitivos: que el abogado sea un verdadero jurista, que el médico sea un verdadero científico, el profesor de ciencias sea un verdadero investigador natural; para ello se requiere aplicar una metodología constructivista, con prácticas interdisciplinarias y transdisciplinarias en el aula de clase, sería un aporte para escalar el peldaño de nuestras nuevas expectativas para formar el “hombre culto” que necesita esta sociedad que parece anclada en la edad media.

Por último, la formación universitaria no es sólo un espacio de aprendizaje de conceptos y teorías; es también un lugar en donde, a través de las dinámicas de trabajo, y de las

relaciones que se establecen con quienes pueden convertirse en modelos del propio proyecto de vida.

## **1.4 MARCO TEÓRICO**

La Universidad de Nariño, en 1998 crea la sede de Samaniego, iniciando con las carreras de Ingeniería de Sistemas y licenciatura en Educación Básica Primaria. De esta forma, amplía la cobertura de la educación pública para las personas de provincia de bajos recursos que no tienen la posibilidad de acceder a este tipo de educación.

Actualmente, en la facultad de ingeniería se trabaja con un enfoque tradicional, donde prima el discurso retórico unidireccional de carácter confesional.

En esta institución existe un antecedente puntual en la aplicación de métodos no tradicionales en la enseñanza de la Física realizada por el profesor MSc. Antonio Benavides. Además, en la Universidad de Nariño se han desarrollado investigaciones en Docencia Universitaria encaminadas a la enseñanza de la Física como: "La física elemento básico en la formación profesional del Ingeniero en la UCC. Seccional Pasto", realizada por: Jaime Lagos.

Este trabajo privilegia más los contenidos necesarios y útiles que un ingeniero debe asimilar para su práctica.

El trabajo "Hacia la construcción de la enseñanza de la Física", realizada por: Diego Ernesto Jurado y otros, toma al estudiante como ser capaz de tener conciencia y enfatiza sobre los métodos experimentales en la educación media.

**1.4.1 Metodologías de la enseñanza.** Básicamente, se considera cuatro versiones de la enseñanza, que permitirá el desarrollo de la postura constructivista de acuerdo a su aplicación.

**1.4.1.1 Tradicional.** Se reconoce el hecho distintivo del conocimiento humano, que puede ser acumulado y transmitido de generación en generación. Se entiende la enseñanza como una actividad mediadora entre el conocimiento público y el conocimiento privado. La función de la escuela es la transmisión de ese conocimiento en forma de estructuración disciplinar y el educador se convierte en el portador de esas reglas y valores que forman las “verdades” de la herencia cultural. El problema fundamental de esta orientación, según la psicología del aprendizaje, reside en la falta de correspondencia entre el conocimiento que se ofrece y el bagaje de conocimiento que posee el alumno; este desfase motiva que sólo pueda adquirir un aprendizaje superficial y fragmentario de la cultura que la escuela le proporciona.

**1.4.1.2 Tecnológica.** Se supone que la enseñanza debe facilitar la integración del hombre en la sociedad por la capacitación para el trabajo, por eso, la formación para el desempeño de oficios será el primer gran objetivo de la enseñanza.

El conocimiento se reconoce válido temporalmente, en proceso de cambio, y la función del profesor consiste en dirigir y planificar los procesos de aprendizaje que conducen a los fines previstos. El problema fundamental que se señala en esta orientación es la separación entre destrezas y propósitos, ya que la escuela es un mundo distinto al real, por lo que las destrezas que en ella se aprenden tienen poca aplicación en contextos reales.

**1.4.1.3 No-directiva.** Puede integrarse varias maneras de considerar la enseñanza como medio de ayudar al desarrollo humano: desde la falta de intervención, a la intervención sobre el ambiente organizado del medio y los instrumentos que faciliten las experiencias de aprendizaje. Entre otras, se critica esta orientación porque supone aumentar las diferencias que ya existen como consecuencia del medio en el que se desarrollan los alumnos.

**1.4.1.4 Constructivista.** Una alternativa para desarrollar en la clase de Física es la

utilización de ACTIVIDADES DE TOTALIDAD ABIERTAS (ATAs). Las ATAs permiten rescatar la coherencia conceptual (que alude el aspecto epistemológico), la coherencia lógica (que relaciona las posibilidades de comprensión y la elaboración de discursos) y la coherencia en el formato de la actividad (apunta a solucionar los problemas de pertinencia).<sup>1</sup>

A finales de los años 70 consideraciones convergentes tanto de la historia (“internalistas” y “externalistas”) en la ciencia como de la psicología y de la epistemología condujeron a afianzar la idea de discontinuidad en el proceso de construcción del conocimiento. La investigación en el campo de la historia de las ciencias se ha ocupado fundamentalmente de los momentos cruciales en los cuales se definen nuevos territorios de trabajo. Estos momentos son llamados “rupturas epistemológicas”.

Los elementos que conducen casi directamente a tal concepción se derivan de varios resultados independientes entre los cuales es importante señalar la interpretación de Kuhn (1971, 1982) acerca de la historia de la ciencia y de las características de las revoluciones científicas. Particularmente importantes resultan las nociones de “paradigma” y “ciencia normal” desarrolladas por Kuhn. El paradigma corresponde al saber y al saber-hacer propios de una comunidad científica. Las conceptualizaciones, los métodos, los principios compartidos por una comunidad hacen parte de lo que Kuhn llama “paradigma”. La ciencia normal es “lo que la mayoría de los científicos hacen la mayor parte del tiempo”; consiste en un trabajo de creación de conocimientos y de ampliación del territorio de una disciplina en el cual se trata fundamentalmente de extender los principios, las conceptualizaciones, los métodos a nuevos problemas. La "revolución científica" corresponde al cambio de paradigma. La acumulación de anomalías puede precipitar la revolución científica, esto ocurre cuando un nuevo paradigma es capaz de dar razón de las anomalías, ejemplo: la comprensión aristotélica del mundo a una ciencia galileana.

En el aprendizaje de los alumnos, pueden existir comportamientos análogos de cambio

---

<sup>1</sup> SEGURA, Dino. Las Actividades abiertas una alternativa didáctica. Pag 1.

conceptual. El alumno puede incorporar la información a su estructura de significados, produciendo leves modificaciones tanto en la información como en sus esquemas. Esto sucederá siempre que esas informaciones confirmen sus propias predicciones. En estos casos la información modifica cuantitativamente sus esquemas, pero no cualitativamente, produciendo un efecto de ajuste fino (Norman, 1985) mediante el cuál, los esquemas evolucionan lentamente para adaptarse a la experiencia. Los estudios de Piaget (1975) respecto al proceso de acomodación (en los mecanismos de equilibrio) y los planteamientos de diversas escuelas epistemológicas, por ejemplo, los planteamientos de Bachelard (1970, 1975), al introducir en la discusión el concepto de "obstáculos epistemológicos", ha descrito muy bien esta dinámica al afirmar que se trata de aplicar el método lo más rigurosamente posible, buscando obtener los resultados que la teoría conocida permite anticipar, con la secreta esperanza de que el método fracase, porque el fracaso constituye la apertura posible a un nuevo espacio de reflexión, a una nueva conceptualización, a una verdadera innovación en el campo de la ciencia. En la física, por ejemplo, es posible enfrentar el paradigma newtoniano al de la relatividad y ambos al de la mecánica cuántica. Pero allí estos paradigmas coexisten reconociendo los límites de sus campos de aplicación y es posible (y más frecuente) hablar del paradigma de la física.

Piaget (1970, 1972), concretamente en lo que hace referencia en sus estudios de epistemología genética y a sus inferencias en cuanto al paralelo entre la filogénesis y la ontogénesis en la constitución del conocimiento. Describe que la inteligencia tiene dos atributos principales: la organización y la adaptación, el primer atributo quiere decir que la inteligencia está formada por estructuras o esquemas de conocimiento cada una de las cuales conduce a conductas diferentes en situaciones específicas. Concluye que a partir de unas capacidades generales con las que nacen los individuos, van construyendo su conocimiento sobre la realidad que los rodea. El individuo que describe Piaget es una especie de modelo idealizado, en el sentido físico del término, del cuál sólo se podría prever los mecanismos generales que rigen la adquisición de conocimiento.

Para Ausubel, el significado relacionado con el tipo de aprendizaje, a uno de ellos lo

denomina aprendizaje significativo y al otro aprendizaje de material significativo, este último no produce relación alguna con la estructura cognoscitiva del estudiante, porque está implícita la repetición. La misma tradición, el contexto físico, la carencia de tiempo y las diferentes prácticas educativas son las razones que inducen al aprendizaje repetitivo, necesariamente el estudiante no puede ser el culpable de producirse este aprendizaje. En cambio el aprendizaje significativo es el producto de un proceso concreto enmarcado en un contexto.

**1.4.4.1.1 Aprendizaje significativo.** Según Ausubel se pueden distinguir tres tipos básicos, diferentes de aprendizaje significativo:

➤ **Aprendizaje de representaciones.** Es el tipo más sencillo de aprendizaje significativo, del cual dependen todos los demás. Consiste en integrar el significado de símbolos o palabras con sus referentes, es decir, integrar que las palabras representan y, en consecuencia tienen el mismo significado psicológico que sus referentes. Esto supone que un patrón dado (conjunto de sonidos que constituyen una palabra, o un símbolo gráfico: bosquejo o dibujo) significa lo mismo que el objeto representado (equivalencia representativa). El aprendizaje de representaciones o de vocabulario puede considerarse aprendizaje significativo porque satisface el criterio de relacionabilidad intencionada y sustancial de la tarea de aprendizaje con la estructura cognoscitiva, supone un proceso que involucra el establecimiento en la estructura cognoscitiva de equivalencias de significado entre un símbolo nuevo y el contenido idiosincrásico que su referente significa.

➤ El aprendizaje de conceptos o ideas unitarias, genéricas o categóricas. Los conceptos consisten en los atributos de criterio abstractos que son comunes a una categoría dada de objetos, acontecimientos o fenómenos. Los conceptos poseen nombres, adquiridos a través del aprendizaje significativo de representaciones, que permiten manipularlos, comprenderlos y transferirlos con mayor facilidad que si no los tuvieran. Existen dos formas de aprendizaje de conceptos:

- La formación de conceptos. Los atributos se adquieren mediante la experiencia directa, a través de etapas sucesivas de generación de hipótesis, comprobación de éstas y generalización. Es el principal proceso de aprendizaje de conceptos durante los años preescolares y los primeros años de la escuela primaria: los conceptos cotidianos se adquieren relacionando sus atributos de criterio descubiertos con la estructura cognitiva después de haber sido relacionados mediante muchos ejemplos particulares.
  
- El proceso de asimilación de conceptos. Estos se adquieren cuando se les presentan a los sujetos los atributos de criterio de los conceptos y, cuando se relacionan esos atributos con las ideas pertinentes establecidas en la estructura cognoscitiva. Durante los últimos años en la escuela primaria son necesarios apoyos empíricos concretos para la asimilación de los conceptos que pueden irse reduciendo al comenzar la etapa secundaria y prescindir de ellos con la edad. Una vez adquiridos, los conceptos presentan muchas utilidades a nivel de funcionamiento cognoscitivo: la categorización perceptual de la experiencia al captar un ejemplo particular como un ejemplar más, perteneciente a una clase más general; la comprensión inmediata de los conceptos ya adquiridos y significativos cuando son encontrados en posteriores ocasiones y, la adquisición de nuevos conceptos.
  
- El aprendizaje de proposiciones. La tarea no consiste en hacerse de lo que representan las palabras, solas o en combinación, sino en captar el significado de nuevas ideas expresadas en forma de proposiciones donde el significado de la proposición no es la suma de los significados de las palabras componentes. El aprendizaje de proposiciones, al igual que el de conceptos, es de naturaleza e intención sustancial en lugar de representativa. La diferencia fundamental con el aprendizaje de conceptos es que en éste los atributos de criterio de un nuevo concepto se relacionarán con la estructura cognoscitiva para producir un significado nuevo pero unitario mientras que en el aprendizaje de proposiciones el resultado será un nuevo significado compuesto.

El aprendizaje significativo no implica que exista un vínculo simple entre la relación ya

existente y la nueva información. Por el contrario, el proceso de adquirir información produce una modificación tanto de la información recién adquirida como de la ya existente en la estructura cognoscitiva. Esta interacción se conoce con el nombre afianzamiento; con él se pretende remarcar la importancia de la idea preexistente. Cuando la nueva información es vinculada a la ya existente decimos que ha tenido lugar la asimilación de la nueva idea.

El proceso de asimilación de ideas puede ser de tres tipos: subordinada, supraordinada y combinatoria.

Una relación de aprendizaje subordinado implica la inclusión de proposiciones en ideas más amplias y generales de la estructura cognoscitiva, lo cual supone una organización jerárquica de ésta. La inclusión puede darse de dos formas diferentes: inclusión derivativa cuando la nueva idea es comprendida como un ejemplo específico (caso particular o extensión de una idea) e inclusión correlativa que supone una elaboración de las proposiciones existentes (modificación o limitación).

El aprendizaje se dice supraordinado cuando la nueva proposición aprendida puede abarcar varias ideas ya establecidas. Esta forma de aprendizaje es frecuente cuando el proceso de razonamiento es inductivo o cuando el material expuesto está organizado inductivamente. La adquisición de significados supraordinados es más común en el aprendizaje de conceptos que en el de proposiciones, agrupándose conceptos ya aprendidos dentro de otro más general que los incluye a todos.

Cuando el nuevo material expuesto no guarda relación ni subordinada ni supraordinada con las ideas existentes da lugar a significados combinatorios. El aprendizaje combinatorio consta de proposiciones que pueden considerarse como combinaciones de ideas anteriormente aprendidas congruentes dentro de la estructura cognoscitiva. Estas ideas no son relacionables con ideas particulares (al contrario que el aprendizaje subordinado y supraordinado) por lo que en opinión de Ausubel resultan más difíciles de aprender. En este tipo de aprendizaje se pueden incluir la mayoría de las generalizaciones que los

estudiantes aprenden.

Otra aportación interesante es la distinción entre aprendizaje por recepción y aprendizaje por descubrimiento.

➤ El aprendizaje por recepción. El contenido a aprender se le presenta al estudiante en la forma en que incorpore un concepto, de tal manera, que sea capaz de recuperarlo en un momento dado. En el aprendizaje por recepción significativo, se pide además que esa incorporación sea acorde a los procesos de aprendizaje significativo.

➤ El aprendizaje por descubrimiento. El contenido principal de lo que va a ser aprendido debe ser descubierto por el estudiante antes de incorporarlo a su estructura cognoscitiva. El aprendizaje por descubrimiento parece resultar especialmente útil en las primeras etapas del aprendizaje de cualquier tema abstracto; también resulta útil para enseñar el método científico o las destrezas para resolver problemas. Entre las desventajas que presenta, está la desadaptación del proceso que infiere sobre una frustración. También presenta como problema que requiere un tiempo quizás excesivo de aprendizaje.

Aunque es muy difícil eliminar la asociación entre aprendizaje por recepción y aprendizaje repetitivo por un lado y, aprendizaje por descubrimiento y aprendizaje significativo por otro, se debe intentar independizar cada uno de estos procesos del aprendizaje. Para superar la tendencia a esta identificación, podríamos pensar en desdoblar el aprendizaje en dos dimensiones topológicas y representarlo en un plano. Una dimensión correspondería a la caracterización del aprendizaje: repetitivo-significativo, la otra dimensión sería la correspondiente a recepción-descubrimiento. Aunque cada una de las variables son discontinuas en función del aprendizaje que integran, podemos encontrar tareas que compartan propiedades de ambos y no se podría lograr la independencia de estos. Establecida esta diferencia, un aprendizaje por recepción puede ser repetitivo o significativo y lo mismo podemos decir del aprendizaje por descubrimiento.

1.4.2 "la teoría adquiere urgencia constructiva con la actividad mental cognitiva"□. Se establece que las ciencias ponen en evidencia a través del modo como las distintas teorías resuelven primero sus diferencias con las teorías anteriores y luego, sobre la base de ese trabajo, plantean las nuevas perspectivas.

Las ciencias naturales, expresan sus logros en textos originales son reemplazados por otros que utilizan lenguajes más sintéticos, por expresiones más acabadas, breves y precisas que reúnen distintos trabajos en una misma formulación o que se construyen con el propósito explícito de servir para la docencia. Aunque en las ciencias fácticas es muy importante el trabajo de los científicos experimentales, se confía en los resultados en la medida que tengan certeza que los datos pueden ser interpretados por una teoría. Estas teorías, constituyen representaciones desde el signo más común hasta una series de acontecimientos, hacen parte esencial del trabajo experimental y de sus formas de control y de validación. Utiliza el experimento planeado y definido desde la teoría y por esta razón fortalece o debilita la misma, en general, sirve como mecanismo fundamental de contrastación de las reflexiones teóricas utilizadas para predecir. En este proceso se desarrolla el conocimiento empírico con todas las obstrucciones primarias que conocemos a partir de la experiencia. □

Pero también, las ciencias progresan por acumulación y crítica de lo previamente construido, al ir plasmándose los resultados en textos escritos que pueden ser leídos por nuevas generaciones de científicos. Heidegger plantea precisamente que la característica de la ciencia moderna es su carácter de investigación. Los científicos heredan el trabajo de comunidades cuya tarea es esa construcción de conocimientos. Este es un proceso de adaptación a la metamorfosis que establecen inicialmente una actitud incómoda que obliga a convertirse en unos nómadas en el cambio conceptual. Aunque la ciencia se concibe a sí misma como trabajo de un espacio abierto de problemas cuya tarea central es la extensión de los límites de lo conocido, la riqueza de la investigación implica una organización

---

<sup>2</sup> PORTLAND, Rafael. Constructivismo y Escuela. Pág 55.

<sup>3</sup> AUSUEL, 1968.

interna que garantice la formación de nuevos investigadores y el trabajo en equipo. No se debe perder la dinámica de criticidad, porque la teoría se va degradando cada vez que se vuelva una aplicación rutinaria, operativa y funcional, lo que convierte en un dogmatismo que se vuelve comercial. La teoría continuamente se ve abocada a ser comprobada en las predicciones (Big Bang con las observaciones del telescopio espacial Hubble).

1.4.3 las actividades de totalidad abiertas (ATAs). Son problemas totales que se relacionan más con una o varias teorías que explican un concepto específico. En este desarrollo aparecen actividades particulares típicas que satisfacen las características anteriores.

El logro de estos requerimientos en la práctica depende fundamentalmente de la forma de trabajo, y es lo que en verdad tipifica tanto el ambiente de trabajo en la clase y la propuesta como alternativa de enseñanza.

No siempre es necesario llegar a un trabajo experimental, se puede partir de un problema o también de elementos ya construidos como un motor representado en un todo para conocer todas sus partes mecánicas y conceptuales, tal como lo propone Morín; bajo una construcción teórica posibilitando así, una serie de estrategias didácticas como: el desarrollo de lecturas, demostraciones, experimentos de laboratorio, problemas que pueden usarse para crear un ambiente de inconformidad cognitiva. Al final se ayudará al estudiante a dar sentido al contenido científico real mediante el uso de simbología y algoritmia.

Para poder referirnos a las coherencias anteriormente descritas debemos trabajar a partir de las preconcepciones que no son errores, sino pasos inevitables en la construcción del conocimiento, que en cuanto a conocimiento son tan respetables como el conocimiento científico. En segundo lugar, el conocimiento es una construcción individual, no una transmisión desde un emisor a un receptor pasivo. Finalmente, presupone que así como existen conocimientos de base (pre-teóricos) y conocimientos científicos entre ellos y que en este sentido, no es posible en un paso único pasar de un saber espontáneo a un saber

científico.

Debe tenerse en cuenta que cualquiera no es capaz de aprender cualquier cosa, independientemente de su complejidad lógica. Debe existir entonces una correspondencia entre la complejidad de los temas que se estudian y las capacidades intelectuales de los alumnos. Finalmente, al incluir como exigencia la coherencia en el formato, estamos exigiendo que para que la clase funcione debe darse una situación de apropiación de lo que se estudia por parte de los discentes y ello depende de la forma de presentación de la clase, de su formato (evidenciada muchas veces en el problema completo que se resuelve).

Una persona formada dentro de una disciplina científica no es quien sabe las respuestas a muchas preguntas ante lo que es evidente para otros. No obstante con preguntarse cosas, es necesaria la actitud científica, se manifiesta en el deseo de saber y se proyecta como voluntad de saber (Frederic 1984). Finalmente y esta exigencia es complementaria a las anteriores, se requiere una formación de base caracterizada más por la profundidad que por la extensión; debe dominarse un cuerpo de conocimiento que permita la aproximación exitosa a la solución de problemas. Estos elementos son paralelos a la creación de una confianza en la propia racionalidad. Solo que confía en que es posible conquistar el conocimiento y se embarca en su búsqueda.

Para lograrlo, se debe cambiar de concepción, inicialmente es muy difícil acomodarse a los nuevos postulados realizados para sustentar explicaciones, para ello se necesita algún tiempo y saber que el nuevo cambio conceptual es verosímil. La persistencia de seguir con los anteriores conceptos, conlleva a crear una concepción híbrida hasta que puede ser posible que de una manera casi total se inscriba en la nueva concepción que requiera de nuevas herramientas semiótica y algorítmicas para establecer una verdadera teoría con un fundamento epistémico.

Si se quiere producir un cambio conceptual en nuestros discípulos, se debe enfatizar más en la asimilación y la adaptación de los estudiantes que en los contenidos, se debe incluir dificultades para ser analizadas bajo anteriores parámetros, se debe dotar de herramientas y

situaciones sensoriales para predecir consistencias e inconsistencias, finalmente el uso de analogías y demostraciones harán más inteligible y verdadero el concepto.

1.4.3.1 Características de las ATAS. De acuerdo con las exigencias a la clase, las ATAs como alternativa didáctica deben poseer las siguientes características:

➤ Búsqueda de la coherencia conceptual. Se debe partir los problemas o situaciones problemáticas tomadas como totalidad y extrapolarlas en búsqueda de explicaciones racionales que satisfagan requerimientos precisos en cuanto a su estructura lógica y su relación con la experiencia. Al respecto, Morin sugiere: una complementariedad de la racionalidad universal, con la racionalidad singular o local (ciencia de lo general y ciencia de lo particular). Se debe tener la prioridad de contemplar el desorden y el orden con la necesidad de contextualizar, no aislar el objeto de estudio. Debe existir una relación cualitativa y cuantitativa, no se puede conocer las partes sin conocer él todo y no se puede conocer el todo sin conocer las partes, o sea es una aplicación de la sinergia a entropía.

➤ Búsqueda de la coherencia lógica. Al profundizarse en la búsqueda de soluciones a los problemas se deberá ir tan lejos como sea posible, siempre y cuando en tal exploración exista la comprensión por parte de los estudiantes. En la dinámica de cada clase se debe propiciar la toma de conciencia de las formas argumentativas y de extrapolación que se utilicen y privilegien así las formas colectivas de trabajo: las actividades discursivas.

➤ Búsqueda de la coherencia. En el formato las ATAS se debe partir de problemas realmente interesantes para los estudiantes y permitir la "Explosión de actividades" que surge de la discusión de problemas asumidos como propios por parte de los estudiantes. Se quiere recuperar el asombro ante los eventos cotidianos y naturales para posteriormente ser profundizados, comprendidos o interpretados.

1.4.4 Competencias. Se define como “el saber hacer en un contexto”, es decir, el conjunto de acciones que un sujeto realiza en un contexto particular y que cumple con las exigencias

específicas del mismo<sup>4</sup>

Los mismos pensadores de las diferentes corrientes psicológicas y disciplinas del conocimiento que infirieron sobre el inicio del constructivismo, también son los gestores de la construcción teórica de las competencias en el campo de la lingüística, de la sociolingüística y desde el enfoque de la psicología cognitiva. Entre ellos tenemos a Noam Chomsky, Piaget y Vigotsky

La evaluación en las ciencias físicas se ubica en la discusión acerca de dos puntos neurálgicos de la educación en el actual momento educativo. Se ha enfatizado en el carácter histórico tal como se han venido suscitando los descubrimientos y leyes físicas. De esta manera, en su gran mayoría se está enseñando la asignatura, atribuyendo toda la importancia a el “productos”, es decir a las teorías, postulados o leyes construidas.

A raíz de el documento del ICFES, en su propuesta general de las competencias destaca los siguientes aspectos para la enseñanza de las ciencias formales en el cual está inscrita la Física.

Sin desconocer la importancia de los “productos”. Actualmente el carácter de las ciencias físicas corresponde a una actividad cultural, o sea que se caracteriza como: una disciplina interdisciplinar e integral. Que hace referencia en primera instancia a los proceso y métodos de la asignatura y en segunda instancia enfatiza en su naturaleza como campo del actuar humano.

Para cumplir con los lineamientos que demanda la educación de la época actual, se pretende formar en los discentes competencias que logren desarrollar el accionar disciplinar, procedimental y actitudinal en el contexto de las ciencias físicas. Teniendo en cuenta que el postulado de Ausubel del aprendizaje significativo, es un elemento esencial para interpretar la cultura contemporánea e interactuar en ella, y por ende para el desarrollo

---

<sup>4</sup> ICFES. Propuesta general, pág. 11

científico de un país.

Las dimensiones del actuar humano están relacionados con el ámbito académico, laboral y cotidiano que el estudiante de ciencias desarrolla como una actividad de interacción cultural.

Académico: Implica poner en juego las competencias básicas para interactuar de manera exitosa en los contextos disciplinares de las ciencias, lo cual supone el manejo de sus referentes teóricos y pautas de acción. Se orienta a la posibilidad de “hacer ciencia” requisito básico para el desarrollo científico del país.

Cotidiano: En éste ámbito se pone en juego las acciones que le permite al sujeto desenvolverse como consumidor crítico ante las innovaciones tecnológicas y científicas.

Laboral: El carácter integral de éste ámbito permite afirmar que las actuaciones que en él se realicen tienen como paradigma las competencias que se desarrollan en los contextos disciplinares e interdisciplinares, esto significa que el patrón de referencia para desenvolverse en éste ámbito está dado por el saber-hacer en las ciencias naturales y sujeto a la validación por parte de pautas específicas marcadas por el espacio laboral<sup>5</sup>.

A continuación del documento del ICFES correspondiente a la propuesta general de competencias, se describen de una forma literal, las utilizadas en las ciencias fácticas.

1.4.4.1 Competencia para interpretar situaciones. Involucra todas las acciones que tiene con las maneras de comprender afirmaciones, gráficas, cuadros o esquemas en relación con situaciones, eventos o problemas. En ella se incluyen acciones como identificación de esquemas ilustrativos correspondientes a una situación, identificación de la gráfica que relaciona adecuadamente dos variables, etc. Este tipo de competencia se la simplifica como interpretativa

---

<sup>5</sup> ICFES. Propuesta general, pág. 13

1.4.4.2 Competencia para establecer condiciones. Engloba acciones de tipo argumentativo para describir el estado, interacciones o dinámica de un evento o situación y por tanto tiene que ver con el conocimiento cualitativo y cuantitativo de las variables pertinentes para el análisis de una situación. Este tipo de competencia se la simplifica como argumentativa

1.4.4.3 Competencia para plantear y contrastar hipótesis. Abarca las acciones orientadas a proponer posibles relaciones para que un evento pueda ocurrir y a proponer regularidades válidas para un conjunto de situaciones o eventos aparentemente desligados. Este tipo de competencia se la simplifica como propositiva.

1.4.4.4 El desarrollo de las competencias. El desarrollo integral del estudiante en el contexto académico, se puede llevar a cabo, al potencializar las competencias inherentes a lo cognitivo, afectivo, psicomotor, social y comunicativo. Que cada una de las personas trae consigo.

La metodología constructivista, ayuda a que este proceso de transformación del discurso precientífico al científico se desarrolle al poner en práctica las competencias. Además de reconocer los conocimientos previos con los cuales el estudiante inicia su participación en las actividades académicas, se debe tener en cuenta también el estilo metacognitivo (que es el conocimiento, supervisión y control desarrollado por el sujeto de sus propios procesos de pensamiento). Los conceptos y el proceso de conocimiento con el cual el estudiante ingresa al contexto académico que corresponde al resultado de un sin número de experiencias logradas en todo su recorrido. Es entonces, que el discente utiliza todos estos elementos que le sirven para interpretar, argumentar y realizar una propuesta.

Sin embargo, si los problemas son de corte metacognitivo debe centrarse el proceso en la cualificación de la estructura mental del sujeto<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> PEREA Carlos, El concepto de competencia y su aplicación en el campo de la educación. pág. 61

El nivel del desarrollo de la competencia del discente, depende de aptitud operatoria en la que el se encuentre, (preoperacional, operacional concreto, operacional formal). O sea, que cada estudiante, así como difiere en su nivel competitivo, también difiere en su nivel cognitivo.

En la actividad docente, el profesor debe tratar de explotar al máximo las aptitudes competitivas que trae el estudiante y propender por aumentar el nivel de algunas competencias que sean posibles mejorarlas.

Según Vygotski en la “zona del desarrollo próximo”, un sujeto puede llegar a aprender un concepto por si solo ó con ayuda de otras personas. Por lo tanto en el proceso de aumentar el nivel competitivo es necesario en algunas ocasiones, utilizar la ayuda de otro sujeto. Es posible, que el estudiante que haya sido llevado a un estatus conceptual, desarrolle ciertas capacidades que le permitan obtener por si solo unos nuevos conocimientos y que a su vez pueda contribuir para que otros alcancen el nivel competitivo. Por ello, al trabajar con el grupo de estudiantes en una interacción social comunicativa, se revelan las diferentes interpretaciones, opiniones, soluciones a un problema en concreto, donde el punto final cognitivo es una acción individual.

En ocasiones el sujeto que ayuda a desarrollar un concepto aplicado a una competencia es el docente y se lo conoce según Perea Sandoval como: “el mediador”. También es importante anotar, que en el desarrollo de las competencias, el aprendizaje significativo y las situaciones problemáticas en el contexto, ayudan a fundamentar este proceso.

El mediador en el contexto de estudio, debe propiciar toda una serie de situaciones que comprometa al discente en la interpretación, comparando signos y significados que serán transformados en otras nuevas situaciones.

Por ejemplo, para manejar el concepto de capacitancia eléctrica, el estudiante debe relacionar los significados inherentes al potencial eléctrico y la carga eléctrica. Estos

conceptos, luego se los puede utilizar aplicando los símbolos para calcular la capacitancia eléctrica de la tierra. Como también puede cambiar el contexto y determinar la capacitancia de una serie de figuras como: cilindros axiales, placas paralelas. Otra forma de cambiar en contexto, es la elaboración de un condensador de aire de placas paralelas ó el reconocimiento de un condensador electrolítico. También se podría trabajar en el contexto experimental determinando: ¿qué ocurre si un condensador de  $1000\mu\text{F}$  se le conecta a una fuente de corriente alterna?, ¿qué sucede al conectar el mismo condensador a una fuente de corriente continua?, ¿se podrá construir un condensador de un Faradio en la tierra?, ¿los condensadores qué función cumplen en los circuitos amplificadores. ¿Es posible lograr propagar ondas de radio sin un capacitor?

También se pueden desarrollar otras actividades complementarias como: la elaboración de un plano de condensadores conectados en serie y paralelo; condensadores conectados con resistencias, inductancias. Crear un circuito que logre prender y apagar un bombillo neón cada segundo utilizando condensadores.

Con el ejemplo anteriormente descrito, es importante establecer la diferencia que existe entre un profesor tradicional y un profesor mediador.

El profesor radicalmente tradicional: Es aquel que se considera como el depositario de la verdad absoluta y reduce su papel a dar información de los contenidos del área que supuestamente domina. Ve al estudiante como un alumno raso, como un agente pasivo predestinado a memorizar mecánicamente, no admite el debate y el sistema de evaluación que emplea es de tipo puntual. El profesor tradicional se considera como la única alternativa que tienen los alumnos para formarse.

En cambio, el profesor mediador: intenta aplicar una formación más integral (humanística y técnica). Enseña desde el campo de la pedagogía, la psicología, la filosofía y la epistemología del área del conocimiento del cual es especialista, constantemente se está actualizando y es flexible hacia la recepción crítica de nuevas propuestas; se autoevalúa y permite ser evaluado respecto a su estructura mental y su entramado conceptual. Posee una

conciencia discursiva y una gran capacidad para establecer relaciones con las demás personas<sup>7</sup>.

Según Perea Calos, el profesor mediador debe tener en cuenta en su accionar, entre otros, los siguientes criterios para tener un buen resultado en el proceso educativo:

➤ **Procedimentales.** Evitar proporcionar respuestas a preguntas y dejar a los estudiantes que se esfuercen por exponer sus propias respuestas a las situaciones problemáticas planteadas. Debe crear habilidades en los discentes respecto a la identificación de datos y elaboración de estrategias.

Admitir ante los estudiantes sus propias dudas, errores y equivocaciones, el desconocimiento de una respuesta y saber buscar con ellos la solución correcta. Estimular el hacer-crear.

Hacer que el material que se vaya a utilizar en las sesiones de mediación sea lo más intrínsecamente motivante.

Reforzar los aciertos de los estudiantes y aprovechar los errores para nuevos aprendizajes.

➤ **Cognitivos.** Evidenciar los elementos subjetivos y especulativos de las respuestas incorrectas dadas por los estudiantes.

Presentar creativamente los conceptos científicos a los estudiantes.

Esforzarse por una comunicación precisa, insistirles a los estudiantes que utilicen con precisión los diferentes lenguajes, en términos de conceptos y vocabulario.

---

<sup>7</sup> PEREA Carlos, El concepto de competencia y su aplicación en el campo de la educación, pág 62.

Estimular a los estudiantes a preguntar y a responder, tanto a los demás como a sí mismos, estimular constantemente la competencia comunicativa.

➤ **Valorativos.** Crear una conciencia de libertad en los discentes, en donde éstos puedan ensayar, preguntar y expresar sus ideas sin temor al fracaso.

Hacer ver a los estudiantes que el mediador también es un explorador de ideas y conceptos y que permanentemente establece nuevos principios y relaciones.

Favorecer las actitudes de tolerancia, ayudándoles a comprender las opiniones ajenas y las razones de los demás.

Todas estas recomendaciones, infieren al desarrollo de un aprendizaje mediado, donde los principales propósitos tienen que ver con el mejoramiento de los niveles de las competencias.

A continuación se expresa otro ejemplo, en el cual se hace una mediación con el estudiante. Se necesita que el estudiante comprenda el concepto de corriente eléctrica, para ello se debe mediar en la capacidad de: análisis, clasificación, síntesis, codificación, decodificación, orientación espacial y transferencia. Entonces como primera medida, la corriente eléctrica se la debe contextualizar en el entorno, se establece una clasificación y una orientación espacial al utilizar instrumentos. Se aplica el análisis cuando mide un tipo de corriente y es capaz de calcular el valor teniendo en cuenta la carga resistiva que se conecta a una fuente. Desarrolla la síntesis cuando logra homologar la procedencia, el sentido convencional, la magnitud, el tipo de corriente y la correlación que tiene con otro tipo de magnitudes eléctricas. La codificación, decodificación y transferencia del concepto, la logra cuando realiza una serie de algoritmos matemáticos, representaciones semióticas y simbólicas en un plano, también cuando interpreta un plano para elaborar un circuito de aplicación y finalmente establece la representación mental de corriente eléctrica al interiorizar este concepto en su pensamiento.

Todas estas actividades relacionadas con las ATAs y la metodología de enseñanza constructivista están encaminadas a la funcionalidad de las competencias.

**1.4.5 Historia de la electricidad.** La electricidad, imprescindible hoy en nuestras vidas, ha recorrido un largo camino desde el principio de los tiempos, muchos hombres con su reflexión y duro trabajo han logrado formular y desarrollar cada una de las leyes aplicables a nuestra cotidianidad.

El hombre prehistórico evidenció los efectos de esta interacción al experimentar con la magnetita que es un imán natural permanente.

Los historiadores están de acuerdo en designar al filósofo griego Tales de Mileto (624-543 a. C.) como la primera persona que intuyó la existencia de este tipo de interacción, al descubrir que al frotar un trozo de una resina fósil denominada “ámbar” atrae objetos más livianos, y aunque no llegó a definir que se debía a la distribución de cargas, sí creía que la electricidad residía en el objeto frotado, de aquí el término electricidad, proveniente de la palabra elektrón, que en griego significa ámbar. También experimentó con la magnetita o calamita y supo de su capacidad para atraer trozos de hierro, es así, que en el siglo XIII se usaban magnetos flotantes como brújulas.

En 1600 d. C., el físico y médico inglés William Gilbert (1544-1603), publicó en Inglaterra el libro *De Magnete*, lo que representó a la fecha, el mayor avance en el estudio de la electricidad y magnetismo, encontrando la existencia de muchas sustancias comparables con el ámbar que podía ser electrizadas por contacto, mientras que otras no ejercían atracción alguna, aplicando el término eléctrica, a la fuerza que ejercían estas sustancias una vez frotadas. Clasificó dichas sustancias: llamando a las primeras cuerpos eléctricos (actualmente aislantes) y a las segundas aneléctricos (actualmente conductores). Gilbert realizó experimentos de electrostática y magnetismo, y quizás su aportación más importante a la ciencia fue demostrar experimentalmente la existencia del magnetismo terrestre.

También fue el primero en emplear los términos "energía eléctrica", "atracción eléctrica" o "polo magnético". Este físico además, presentó un procedimiento para analizar los fenómenos físicos por medio de una serie de experimentos, que es llamado actualmente “ método científico”.

En 1675 Robert Boyle publicó sus numerosos resultados experimentales con la electricidad usando el vacío.

El físico alemán Otto von Guericke (1602-1686), en 1672 creó la primera máquina electrostática capaz de producir una descarga eléctrica, esta máquina estaba formada por un globo de azufre movido por una manivela, sobre el cual se inducía una carga al apoyar una mano sobre este.

En 1729, el físico inglés Stephen Gray (1666-1736). fue el primero en transmitir electricidad a través de un conductor, posteriormente se dedicó también al estudio de otras formas de transmisión que él denominaba “efluvios eléctricos”.

Mas adelante, junto con los científicos G. Wheler y J Godfrey, efectuó la clasificación de los materiales en eléctricamente conductores y aislantes.

En 1733, el químico francés Charles Francois de Cisternay Du Fay (1698-1739) identificó la existencia de dos tipos de cargas eléctricas (las denominadas hoy en día positiva y negativa), que él llamó carga vítrea y carga resinosa, debido a que ambas se manifestaban al frotar el vidrio (+) y algunas substancias resinosas como el ámbar (-).

Un importante avance en la ciencia eléctrica tuvo lugar en la universidad de Leyden, Holanda, en 1746 cuando Pieter Van Musschenbroek presentó una botella que servía para almacenar la electricidad estática. La botella estaba cubierta por fuera y por dentro con una lámina de estaño y se conectaba al forro exterior de una varilla metálica que salía a través de un tapón.

Benjamín Franklin (1706-1790), Este polifacético norteamericano, investigó los fenómenos eléctricos e inventó el pararrayos en 1752. Desarrolló una teoría según la cual, la electricidad era un fluido único existente en toda materia y calificó a las sustancias en eléctricamente positivas y eléctricamente negativas, de acuerdo con el exceso o defecto de este fluido. Determinó, que al establecer contacto una varilla negativa con otra positiva el fluido eléctrico pasaba de la positiva a la negativa hasta lograr un equilibrio neutral.

Confirmando también, las tormentas eran fenómenos de tipo eléctrico y demostró, por medio de su célebre cometa, que los rayos eran descargas eléctricas de tipo electrostático.

Joseph Priestley (1733-1804) fue animado a dirigir experimentos sobre la nueva ciencia de la electricidad por el estadista y científico estadounidense Benjamín Franklin. Como fruto de estos experimentos, Priestley escribió al año siguiente la Historia de la electricidad. Entre sus importantes descubrimientos está, que el carbón de leña es un conductor de la electricidad.

El físico e ingeniero francés Charles Augustin de Coulomb (1736-1806), fue el primero en establecer las leyes cuantitativas de la electrostática, además desarrollo investigaciones sobre: magnetismo, rozamiento y electricidad.

En 1777 inventó la balanza de torsión para medir la fuerza de atracción o repulsión que ejercen entre sí dos cargas eléctricas y estableció la función que liga esta fuerza con la distancia. Con este invento culminado en 1785, Coulomb pudo establecer el principio que rige la interacción entre las cargas eléctricas, actualmente conocido como ley de Coulomb.

$$f = k \frac{q \cdot q'}{r^2} \quad (1)$$

Coulomb también estudió la electrización por frotamiento y la polarización, e introdujo el concepto de momento magnético. Colaboró en la planificación del sistema métrico decimal de pesas y medidas al introducir la unidad práctica de cantidad de carga eléctrica que recibe el nombre de “culombio” en su honor.

Hasta ahora se ha examinado la electricidad estática y a partir de este momento el estudio de esta interacción tomo un nuevo giro.

En 1786 el médico y físico italiano Luigi Galvani (1737-1798) famoso por sus investigaciones sobre los efectos de la electricidad en los nervios y músculos de los animales, le debe la ciencia el descubrimiento de los efectos de la electricidad, sobre la acción fisiológica en los seres vivos, al descubrir accidentalmente y con la colaboración de su esposa Lucia, que las patas de una rana muerta se contraían, al tocarlas con dos metales diferentes cobre y cinc; al igual que si estos músculos se hubieran estimulado con una chispa eléctrica de la botella de Leyden, conjeturando que esos músculos contenían algo que él llamaba electricidad animal.

De sus discusiones con el otro gran científico italiano de su época, Alessandro Volta (1745-1827), sobre la naturaleza de los fenómenos fisiológicos observados, surgió la construcción de la primera pila, o aparato para producir corriente eléctrica continua. Por tanto, el físico italiano Volta, es conocido sobre todo por la pila que lleva su nombre (construida apilando láminas de tres sustancias conductoras, una de plata, cinc y una pieza similar de material esponjoso impregnado con una solución salina), aunque dedicó la mayor parte de su vida al estudio de los fenómenos eléctricos. Inventó también él: electróforo, electrómetro y el eudiómetro.

En 1775 inventó el electróforo, que es un instrumento que producía cargas de electricidad estática. Los dos años siguientes se dedicó a la química y más adelante estudió la electricidad atmosférica e ideó experimentos como la ignición de gases mediante una chispa eléctrica en un recipiente cerrado. Hacia 1800 había desarrollado la llamada pila de Volta precursora de la batería eléctrica al establecer una corriente constante en un circuito cerrado. Volta fue recordado dándole oficialmente el nombre de “voltio” a la unidad de tensión eléctrica o fuerza electromotriz.

Sin embargo los científicos, requerían todavía un siglo para comprender por qué entrañan transferencia de electrones las reacciones químicas y aprender a interpretar las corrientes eléctricas en términos de cambios y flujos electrónicos.

Las bases de la electrodinámica fueron establecidas por el Físico y matemático francés André Marie Ampere (1775-1836): conocido por sus importantes aportaciones al estudio de la corriente eléctrica y el magnetismo, que constituyeron, junto con los trabajos del danés Hans Chistian Oesterd, al desarrollo del electromagnetismo.

Sus teorías e interpretaciones sobre la relación entre electricidad y magnetismo se publicaron en 1822 en su colección de observaciones sobre electrodinámica.

Ampere descubrió las leyes que hacen posible el desvío de una aguja magnética por una corriente eléctrica, lo que hizo posible el funcionamiento de los actuales aparatos de medida. Descubrió las acciones mutuas entre corrientes eléctricas, al demostrar que dos conductores paralelos por los que circula una corriente en el mismo sentido, se atraen, mientras que si los sentidos de la corriente son opuestos, se repelen. La unidad de intensidad de corriente eléctrica, el amperio, recibe este nombre en su honor.

Por otra parte, el físico y químico danés, Hans Chistian Oesterd (1777-1851): en 1813 predijo la existencia de los fenómenos electromagnéticos, lo cual no demostró hasta 1819, junto con Ampere, cuando descubrió la desviación de una aguja imantada al ser colocada en dirección perpendicular a un conductor, por el que circula una corriente eléctrica, demostrando así la existencia de un campo magnético en torno a todo conductor atravesado por una corriente eléctrica. Se cree que también, que fue el primero en aislar el aluminio por electrólisis, en 1825 y en 1844 publicó su manual de física mecánica.

Hacia 1823 el experimentador electrotécnico William Steurgeon, enrolló 18 veces un alambre de cobre puro alrededor de una barra férrea en forma de U y produjo el primer “electromagneto”. Cuando circulaba la corriente, el campo magnético resultante se

concentraba en la barra de hierro, y entonces está podía levantar un peso 20 veces superior al suyo. Si se interrumpía la corriente, dejaba de tener las propiedades atractivas.

En 1827, el físico alemán Georg Simón Ohm (1787-1854), estudio la relación que existe entre la intensidad de una corriente eléctrica, su fuerza electromotriz y la resistencia, formulando la ley que lleva su nombre (Ley de Ohm:  $U = I \cdot R$ ). También se interesó por la acústica, la polarización de las pilas y las interferencias luminosas. La unidad de resistencia eléctrica, el ohmio, recibe este nombre en su honor.

En 1829, el físico americano Joseph Henry, perfeccionó considerablemente el electromagneto, al usar alambre aislante que era posible enrollarlo en forma apretada aumentando así su eficiencia magnética y evitando cualquier tipo de cortocircuito. Hacia 1831, Henry construyó el electromagneto capaz de levantar una tonelada de hierro, éste tipo de artefacto sería el elemento fundamental de los generadores eléctricos.

En 1830, el físico y químico inglés Michael Faraday (1791-1867), conocido principalmente por su descubrimiento de la inducción electromagnética, que ha permitido la construcción de generadores y motores eléctricos y de las leyes de la electrólisis; por lo que es considerado como el verdadero fundador del electromagnetismo y de la electroquímica.

En 1831 trazó el campo magnético alrededor de un conductor por el que circula una corriente eléctrica, ya descubierto por Oersted y ese mismo año descubrió la inducción electromagnética, demostró la inducción de una corriente eléctrica por otra, e introdujo el concepto de líneas de fuerza, para representar los campos magnéticos.

Durante este mismo periodo, investigó sobre la electrólisis y descubrió las dos leyes fundamentales que llevan su nombre: 1ª) La masa de sustancia liberada en una electrólisis es directamente proporcional a la cantidad de electricidad que ha pasado a través del electrólito [masa = equivalente electroquímico, por la intensidad y por el tiempo ( $m = cIt$ )], 2ª) Las masas de distintas sustancia liberadas por la misma cantidad de electricidad son directamente proporcionales a sus pesos equivalentes.

Faraday escribió muchas obras y artículos para publicaciones especializadas, destacando entre ellos: Manipulación química en 1827, Investigaciones experimentales en electricidad en 1855, "Investigaciones experimentales en física y química" en 1859, "La historia química de una bujía" en 1861. En su honor, lleva su nombre la unidad de capacitancia el "faradio".

En 1833, el físico estonio Heinrich Friederich Lenz (1804-1865) promulgó su ley, que dice: el sentido de las corrientes o fuerza electromotriz inducida es tal que se opone siempre a la causa que la produce, o sea, a la variación del flujo.

Realizó también importantes investigaciones sobre la conductividad de los cuerpos, en relación con su temperatura, descubriendo en 1843 la relación entre ambas, que luego fue ampliado y desarrollado por James Prescott Joule, por lo que pasaría a llamarse "Ley de Joule".

En 1837 el físico e inventor inglés, Charles Wheatstone (1802-1875) con el ingeniero William Fothergill Cooke, patentó el primer telégrafo eléctrico británico, coincidiendo en el tiempo con el inventado por Morse. Charles Wheatstone inventó además: el instrumento óptico para ver las fotografías en tres dimensiones, llamado estereoscopio, un telégrafo automático y un péndulo electromagnético.

En 1837, el pintor e inventor estadounidense, Samuel Finley Breese Morse (1791-1872) puso en punto de funcionamiento el telégrafo y con gran éxito obtuvo las primeras pruebas. También inventó un alfabeto, que representa las letras y números por una serie de puntos y rayas, (conocido actualmente como código Morse) para poder utilizar su telégrafo.

En 1841, el físico inglés James Prescott Joule (1818-1889), anunciaba el descubrimiento de la energía y sus aplicaciones técnicas, el efecto calorífico producido por la corriente eléctrica y sobretodo por la formulación de la ley que lleva su nombre y que dice así. Ley de Joule: Todo cuerpo conductor recorrido por una corriente eléctrica, desprende una

cantidad de calor equivalente al trabajo realizado por el campo eléctrico, para transportar las cargas de un extremo a otro del conductor.

$$Q = 0,24 \cdot R \cdot I^2 \cdot t \quad (2)$$

En 1851 el físico francés León Foucault (1819-1868): hizo su famosa demostración de la rotación de la Tierra, suspendiendo un gran péndulo desde la cúpula del Panteón de París, demostrando con el movimiento del péndulo la rotación de la tierra sobre su eje. También fue el creador de un método para medir la curvatura de los espejos telescópicos, además inventó el giroscopio y midió la velocidad de la luz con el físico francés Armand Fizeau, mediante espejos giratorios.

En el campo de la electricidad, se dedicó al estudio del electromagnetismo y descubrió las corrientes que llevan su nombre.

Foucault fue uno de los primeros en demostrar la existencia de las corrientes inducidas parásitas en los núcleos de circuitos magnéticos (hoy llamadas corrientes de Foucault en su honor).

En 1860 el físico alemán, Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887), formuló las dos leyes o reglas, sobre la distribución de corrientes y tensiones en un circuito, expresadas de la siguiente manera: 1ª) La suma algebraica de las intensidades que concurren en un punto es igual a cero, 2ª) La suma algebraica de los productos parciales de intensidad por resistencia en una malla, es igual a la suma algebraica de las fuerzas electromotrices en ella existentes, cuando la intensidad de corriente es constante.

Las teorías de la electrodinámica fueron planteadas en términos matemáticos por James Clerk Maxwell (1831-1879) un físico y matemático escocés, en trabajos publicados entre 1855 y 1864.

Maxwell amplió las investigaciones que Michael Faraday que había realizado sobre los campos electromagnéticos, demostrando la relación matemática entre los campos eléctricos y magnéticos, formulando las ecuaciones fundamentales del electromagnetismo, que

relacionan el campo eléctrico y el magnético para una distribución espacial de cargas y corrientes, que actualmente llevan su nombre.

**Cuadro 1. Ecuaciones de Maxwell.**

LEY	Forma Integral	Forma Diferencial
I. Ley de Gauss para campos eléctricos.	$\oint_S \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} = \frac{Q}{\epsilon_0}$	$\nabla \cdot \mathbf{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$
II. Ley de Gauss para campos magnéticos.	$\oint_S \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S} = 0$	$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$
III. Ley de Faraday.	$\oint_L \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = -\frac{d}{dt} \oint_S \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S}$	$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$
IV. Ley de Ampere - Maxwell.	$\oint_L \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 I + \epsilon_0 \mu_0 \frac{d}{dt} \oint_S \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S}$	$\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{J} + \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}$

También demostró que la naturaleza de los fenómenos luminosos y electromagnéticos era la misma, demostrando que ambos se propagan a la velocidad de la luz.

Su obra más importante es el “Treatise on Electricity and Magnetism” (tratado de electricidad y magnetismo; en 1873 por primera vez publicó sus cuatro ecuaciones diferenciales en las que describe la naturaleza de los campos electromagnéticos. También escribió: Matter and motion (materia y movimiento, 1876) y Theory of Heat (teoría del calor, 1877).

La teoría de Maxwell, entre los fenómenos luminosos y electromagnéticos, recibió su comprobación definitiva cuando Heinrich Rudolf Hertz obtuvo en 1888 las ondas

electromagnéticas de radio. La unidad de flujo magnético en el sistema cegesimal, el maxwell, recibe este nombre en su honor.

En 1874, el físico e inventor escocés Alexander Graham Bell (1847-1922): mientras trabajaba, junto con su ayudante Thomas Watson, en un telégrafo múltiple, desarrolló las ideas básicas de lo que sería el teléfono, que probó definitivamente con éxito en 1876. En 1877 fundó la Compañía de Teléfonos Bell.

En 1876, el gran investigador norteamericano Thomas Alva Edison (1847-1931), montó su famoso laboratorio de Menlo Park, que le haría famoso en todo el mundo, por ser el primero dedicado a la investigación industrial. Más tarde concibió un sistema telegráfico automático que hacía posible una mayor rapidez y calidad de transmisión. El logro supremo de Edison en la telegrafía fue el invento de unas máquinas que hacían posible la transmisión simultánea de diversos mensajes por una línea, lo que aumentó enormemente la utilidad de las líneas telegráficas existentes. Su invento del emisor telefónico de carbón fue muy importante para el desarrollo del teléfono, que había sido inventado recientemente por Alexander Graham Bell. En 1877, Edison anunció el invento de un fonógrafo mediante el cual se podía grabar el sonido en un cilindro de papel de estaño.

Dos años más tarde exhibió públicamente su bombilla o lámpara incandescente, su invento más importante. Este invento que tuvo un éxito extraordinario, fue presentado en la primera exposición de electricidad de París, en 1881, como una instalación completa de iluminación eléctrica, de corriente continua, que inmediatamente fue adoptado tanto en Europa como en América. En 1882 desarrolló e instaló la primera gran central eléctrica del mundo en Nueva York. Sin embargo, más tarde, su uso de la corriente continua se vio desplazada ante el sistema de corriente alterna desarrollado por los también inventores estadounidenses Nikola Tesla y George Westinghouse.

En 1883, observó el flujo de los electrones en un filamento caliente, descubriendo así el efecto termoiónico, que en la actualidad lleva su nombre (efecto Edison), y que puede considerarse como el punto de partida de la electrónica moderna.

En 1887, Edison trasladó su fábrica de Menlo Park a West Orange (Nueva Jersey) donde construyó un gran laboratorio de experimentación e investigación. En 1888 inventó el kinetoscopio, anticipo del moderno cinematógrafo y entre sus posteriores inventos dignos de mención se encuentran: la batería de hierro-níquel, un método de telegrafía sin hilos para comunicarse con los trenes en movimiento, un fonógrafo en el que el sonido se registraba en un disco en lugar de un cilindro y que tenía una aguja de diamante y otras mejoras. Al sincronizar el fonógrafo con el kinetoscopio, produjo en 1913 la primera película sonora.

Mientras en 1882, el ingeniero y físico británico John Hopkinson (1849-1898), desarrolló el sistema trifásico para la generación y distribución de la corriente eléctrica. Además se dedicó al estudio y a mejora de los generadores de corriente alterna.

También se dedicó al estudio de los sistemas de iluminación, mejorando su eficiencia, así como al estudio de los condensadores y los fenómenos de carga residual. Por último, profundizó en los problemas de la teoría electromagnética, propuestos por James Clerk Maxwell y en 1883 dio a conocer el principio de los motores síncronos.

A partir de 1882, el físico holandés Heike Kamerlingh Onnes (1853-1926), fue profesor de física en la Universidad de Leyden, donde se dedicó principalmente al estudio de la física a bajas temperaturas, realizando importantes descubrimientos en el campo de la superconductividad eléctrica. Por todos sus trabajos recibió el premio Nobel de Física en 1913.

En 1888, el ingeniero e inventor de origen croata Nicola Tesla (1856-1943), diseñó el primer sistema práctico para generar y transmitir corriente alterna, así como el primer motor eléctrico de corriente alterna. Los derechos de estos inventos le fueron comprados por George Westinghouse, que mostró el sistema, de generación y transmisión, por primera

vez en la World's Columbian Exposition de Chicago (1893). Dos años más tarde los generadores de corriente alterna de Tesla se instalaron en la central experimental de energía eléctrica de las cataratas del Niágara.

Entre los muchos inventos de Tesla se encuentran los generadores de alta frecuencia y la llamada bobina de tesla, utilizada en el campo de las comunicaciones por radio. La unidad de inducción magnética, del sistema MKSC, recibe este nombre en su honor ( $T = \frac{\text{weber}}{m^2}$ ).

En 1892, el matemático, inventor e ingeniero estadounidense de origen alemán Karl August Rudolf Steinmetz. (1865-1923), descubrió la histéresis magnética, el fenómeno en virtud del cual los electroimanes cuyo núcleo es un material ferromagnético (como el hierro) no se magnetizan al mismo ritmo que la corriente variable que pasa por sus espiras, sino que existe un retardo. Cuando el campo magnetizante es nulo, el núcleo mantiene una densidad de flujo magnético remanente. Este fenómeno da lugar a pérdidas de energía, que se disipa en forma de calor. En 1893, contribuyó en gran medida a la utilización de la electricidad como fuente de energía y luz en la industria, desarrollando una teoría matemática aplicable al cálculo de circuitos en corriente alterna de sistemas trifásicos, lo que facilitó el cambio de las líneas de energía eléctrica, que inicialmente eran de corriente continua. Entre sus inventos se destacan un transformador de fases, una lámpara de arco de electrodo metálico y un pararrayos.

Hacia 1897, el físico británico Joseph John Thomson (1856-1940), descubre el electrón, lo realizó al comprobar que los rayos catódicos estaban formados por partículas cargadas negativamente (llamadas actualmente electrones), determinando posteriormente la relación entre su carga y su masa.

Recibió el Premio Nóbel de Física, en 1906, por su trabajo sobre la conducción de la electricidad a través de los gases.

En 1902, los físicos holandeses, Hendrik Antoon Lorentz (1853-1928) y Pieter Zeeman reciben el Premio Nóbel de Física, por la influencia del magnetismo en los fenómenos de la radiación atómica.

Entre los numerosos trabajos de Lorentz, se destaca el desarrollo matemático de la teoría de Maxwell, sobre la propagación de las ondas electromagnéticas. También desarrolló la teoría electromagnética de la luz y la teoría electrónica de la materia, que forma parte de toda teoría eléctrica moderna.

Junto con el físico irlandés George Francis Fitzgerald, formuló una teoría sobre la contracción longitudinal de un cuerpo como resultado de su movimiento. Este efecto, conocido como la contracción de Lorentz-Fitzgerald, predice ya la teoría de la relatividad, que se deduce de las ecuaciones que llevan este nombre.

Mientras en 1887 el Físico alemán, Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894), celebre por sus investigaciones relativas a la propagación de las ondas electromagnéticas, en las que se fundamentan la radio y la telegrafía sin hilos, que el mismo descubrió.

Hertz desarrolló la teoría electromagnética de la luz, que dio lugar a su descubrimiento del efecto fotoeléctrico. Hertz también demostró que la electricidad puede transmitirse en forma de ondas electromagnéticas, las cuales se propagan a la velocidad de la luz, teniendo además muchas de sus propiedades. La unidad de frecuencia el hercio (Hz) recibe este nombre en su honor.

En 1923 el físico y químico estadounidense, Robert Andrews Millikan(1868-1953), conocido principalmente por sus trabajos dentro de la física atómica y por haber descubierto, cuantitativamente, la carga del electrón ya definida por J. J. Thompson, trabajo que le valió el Novel de Física.

Los experimentos que le permitieron demostrar y medir la unidad elemental de carga (la que posee el electrón), comprobando que la carga eléctrica solamente puede existir como múltiplo de esa carga elemental, se conocen hoy en día con el nombre de experimento de Millikan o de la gota de aceite. Entre sus otras aportaciones a la ciencia destacan su importante investigación sobre los rayos cósmicos, como él los denominó y sobre los rayos X, así como la determinación experimental de la constante de Planck.

En 1927, el físico e ingeniero italiano Guglielmo Marconi(1874-1937): conocido principalmente, como el inventor del primer sistema práctico de señales telegráficas sin hilos, que dio origen a la radio actual.

En 1909 Marconi recibió, junto con el físico alemán Karl Ferdinand Braun, el Premio Nóbel de Física por su trabajo.

En 1951 el físico estadounidense, Walter Houser Brattain(1902-1987), es conocido principalmente por el invento compartido del transistor.

En los laboratorios de la Compañía Telefónica Bell, junto con los físicos estadounidenses William Shockley y John Bardeen inventaron un pequeño dispositivo electrónico llamado transistor, un diminuto aparato electrónico capaz de realizar la mayoría de las funciones de los tubos de vacío, que se empleaban en los aparatos electrónicos de aquellos tiempos. Este importante descubrimiento se anunció por primera vez en 1948 pero no se terminó de fabricar hasta 1952. Este invento ha contribuido como ningún otro, al gran desarrollo tecnológico de la electrónica y la informática moderna, empleándose también en todo tipo de aparatos electrónicos, tanto domésticos como industriales. Por su trabajo con los semiconductores y por el descubrimiento del transistor, Walter Houser Brattain compartió con Shockley y Bardeen en 1956 el Premio Nóbel de Física.

Luego, desarrolló una teoría que explicaba la superconductividad, es decir, la desaparición de la resistencia eléctrica en ciertos metales y aleaciones a temperaturas cercanas al cero absoluto. Por estos trabajos compartió nuevamente, en 1972, el Premio Nóbel de Física con

los físicos estadounidenses León N. Cooper y John R. Schrieffer, por lo que él fue el primer científico que ganó dos premios Nóbel en la misma disciplina.

**1.4.6 Electrotecnia.** Trata de las aplicaciones y técnicas de la electricidad mediante los procedimientos, aparatos y máquinas empleadas en la producción, transporte y utilización de la misma. Pero el programa establecido en el departamento de física en realidad corresponde a una Física III enmarcada en las ciencias básicas. El núcleo temático de esta asignatura que ofrece al resto de las unidades académicas es el siguiente:

- Electrostática
- Circuitos de Corriente Continua.
- Magnetismo.
- Circuitos de Corriente Alterna.
- Ondas Electromagnéticas.

## **2. METODOLOGÍA**

El trabajo está enmarcado en el tipo de investigación cuasiexperimental, porque los grupos de control y experimental no son totalmente homogéneos.

Se identificó que los estudiantes de quinto semestre de la sede de Samaniego, siguen una metodología tradicional en el proceso de aprendizaje de las diferentes disciplinas.

Para la enseñanza de la electrotecnia al grupo experimental, se le aplicó la metodología con enfoque constructivista desarrollada en las ATAs; que actualmente se identifica con las competencias: interpretativa, argumentativa y propositiva. En el grupo control, se trabajaron los temas con metodología tradicional.

### **2.1 PRUEBA DE VALIDEZ**

Para validar el conocimiento adquirido por los estudiantes del curso de electrotecnia, se evaluaron las diferentes actividades manejando los parámetros de las tres competencias inherentes a las ciencias fácticas.

Después de haber visto algunos contenidos teóricos correspondiente a está espisteme, se desarrolló una serie de actividades como: talleres, laboratorios, evaluación escrita; que se las utilizó para consolidar la prueba de validez. A continuación se muestra los talleres y las guías de laboratorio aplicadas:

## UNIVERSIDAD DE NARIÑO

### SEDE SAMANIEGO

PROGRAMA: INGENIERIA DE SISTEMAS

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

ASIGNATURA: ELECTROTECNIA

TALLER 1

#### CONCEPTOS FUNDAMENTALES

La carga de un electrón equivale a  $e = 1.6 \times 10^{-19}$  *columbios* en el sistema M.K.S.C. y en el sistema c.g.s. es:  $e = 4,80223 \times 10^{-10}$  *unidades – electrostáticas*. La ley de Coulomb para la interacción de dos cargas puntuales se define con la siguiente relación:

$$F = 9 \times 10^9 \frac{q \cdot q'}{r^2} \quad (1), \text{ donde la constante de proporcionalidad } k = 9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{coul^2}, \quad q, q'$$

son las cargas de interacción  $r$  es la distancia de separación y  $F$  corresponde a la fuerza

eléctrica, para el sistema c.g.s  $F = \frac{q \cdot q'}{r^2}$  (2). Para determinar la constante de permitividad

eléctrica en el vacío reemplazamos la siguiente relación  $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q \cdot q'}{r^2}$  (3) en la ecuación

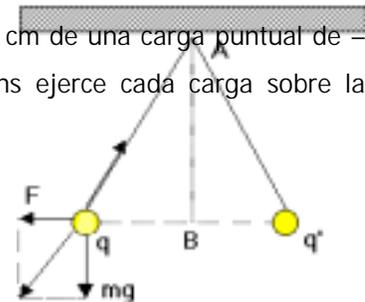
(1) y deducimos el valor  $\epsilon_0$  en el sistema M.K.S.C y c.g.s

Si varias cargas puntuales  $q_1, q_2, q_3, \dots$  están a una distancia de una carga de referencia  $q'$  ubicada en un punto  $p$ , el cálculo de la fuerza neta se la desarrolla con la suma geométrica aplicando el concepto vectorial y se expresa de la siguiente forma la ecuación

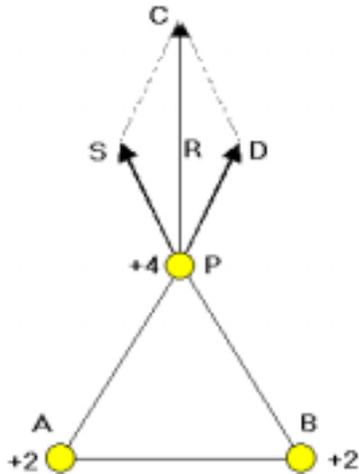
$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} q' \cdot \sum \frac{q}{r^2} \quad (4) \quad m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$$

#### EJERCICIOS

1. a) Una carga puntual de +80 unidades electrostáticas dista 5 cm de una carga puntual de -60 unidades electrostáticas. Qué fuerza en dinas y en Newtons ejerce cada carga sobre la otra?, b) Una carga puntual de +14.4 de unidades electrostáticas está a 4cm de la carga positiva mencionada anteriormente y a 3cm de la carga negativa.Cuál es la fuerza resultante ejercida sobre ella?



ella?



2. Dos pequeñas esferas iguales de  $0.1\text{g}$  y de igual carga se suspende cada una de un mismo punto con un hilo de  $13\text{cm}$  de largo, debido a la repulsión las esferas se separan  $10\text{cm}$ , hallar la carga de cada una de ellas.

3. Tres cargas puntuales, de  $+2$ ,  $+2$ , y  $+4\mu\text{Coulom}$ , están situadas en los vértices del  $\Delta$  equilátero ABP, que tiene  $10\text{cm}$  de lado, hallar la resultante  $R$  aplicada en la carga de  $+4\mu\text{Coulom}$

4. En los vértices de un cuadrado de lado  $a$  se encuentran cargas iguales positivas  $q$  cuál es la fuerza que actúa sobre cada una de ellas?

ellas?

5. Cuatro cargas iguales de valor  $q$  cada una, están situadas en los vértices de un cuadrado. Cuál será la carga  $Q$  de signo contrario que es necesario colocar en el centro del cuadrado para que todo el sistema de cargas este en equilibrio? ver el problema anterior.

(Esquema de los ejercicios tomados de Sears Zemansky, Electricidad)

## UNIVERSIDAD DE NARIÑO

### SEDE SAMANIEGO

PROGRAMA: INGENIERIA DE SISTEMAS

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

ASIGNATURA: ELECTROTECNIA

LABORATORIO 1 DE ELECTROSTATICA

#### I. OBJETIVO:

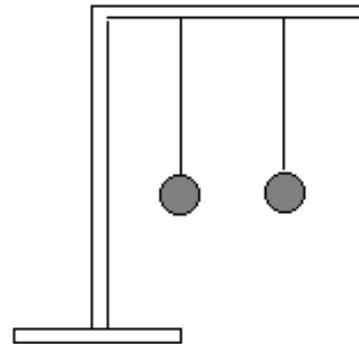
- Estudiar y observar las interacciones electrostáticas en cuerpos ligeros.
- Experimentar y estudiar el funcionamiento de las máquinas electrostáticas como: la máquina de Winshurt, generador de Vander graff y electroscópio.
- Medir los puntos equipotenciales de una región.

#### II. CONCEPTOS FUNDAMENTALES:

La electrización por contacto logra cargar un material de una forma determinada, cuando se cargan dos materiales con el mismo objeto de contacto adquieren cargas de la misma naturaleza y al acercarlos experimentan una repulsión. Si se cargan dos materiales de diferente forma se produce una atracción. Las superficies equipotenciales se establecen a partir de una fuente que genera un campo eléctrico y al medir a la misma distancia con respecto a la fuente en una superficie el potencial eléctrico es igual.

### III. MATERIALES:

- Péndulos electrostáticos
- Máquina de Winshurt
- Generador de Van der graaff
- Electrodo de diferente material.
- Cubeta.
- Fuente de 12V
- Multímetro.
- Papel milimetrado



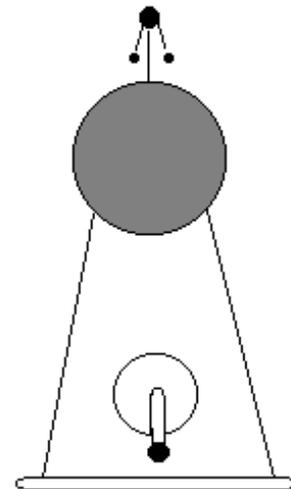
**Fig.1 Péndulos**

### IV PROCEDIMIENTO.

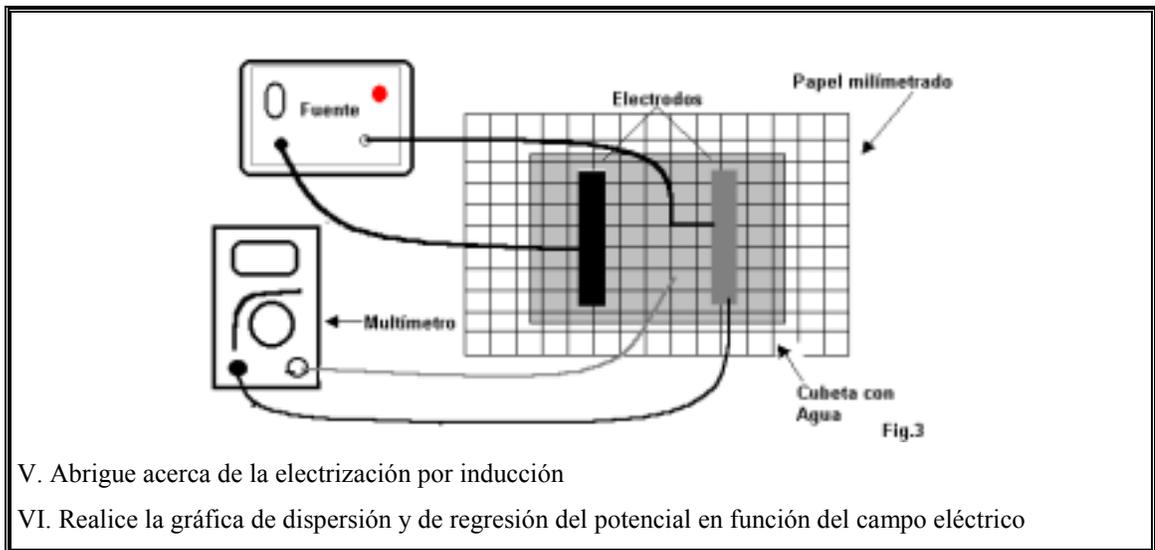
a) Con la máquina de Winshurt cargar las esferas de icopor y observar lo que ocurre cuando se enfrentan estas. Fig.1

b) Cargar la superficie del electroscopio o Van der Graaff y observar lo que ocurre con las láminas que están en su interior. Fig.2

c) Conectar la fuente a cada uno de los electrodos, sumergirlos en una cubeta llena de agua que en la parte inferior se ha colocado el papel milimetrado, posteriormente fijar el multímetro posicionándolo el cursor en VDC conectar un extremo del cable al conector COM y el otro al terminal (-) de la fuente; con el otro cable rojo que está conectado un extremo al conector  $V_{A\Omega}$  y el otro a los puntos de prueba separados a una misma distancia de un electrodo, (el papel milímetro se lo utiliza para observar la distancia de prueba del punto de prueba). Fig.3



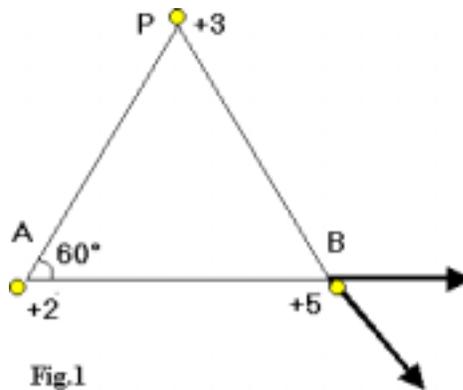
**Fig 2. Generador de Van der graaff**



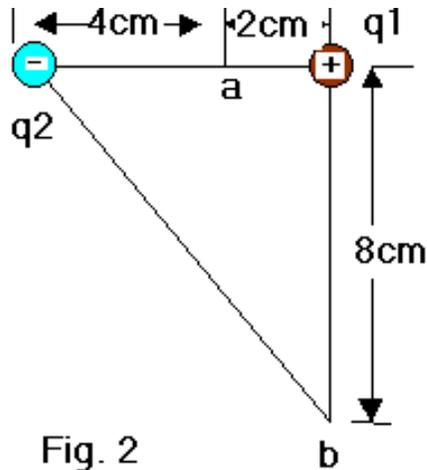
**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**  
**SEDE SAMANIEGO**

**PRUEBA DE ELECTROTECNIA**      **NOMBRE** \_\_\_\_\_  
**PROGRAMA INGENIERIA DE SISTEMAS**      **V SEMESTRE**

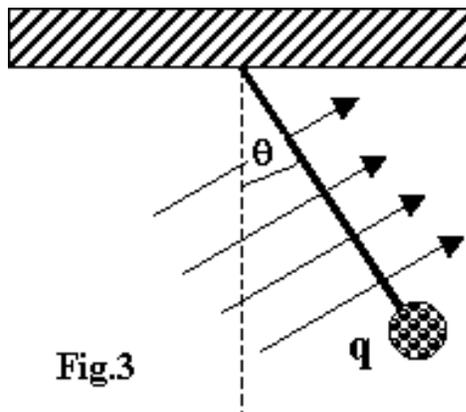
1. Transformar  $5 \times 10^9 \text{ C}$  en: a) unidades electrostáticas, b) nanocolumbios.
2. Tres cargas puntuales, de +3, +2, y +5 milicoulomb, están situadas en los vértices del  $\Delta$  equilátero ABP, que tiene 15cm de lado, hallar la fuerza eléctrica resultante aplicada en la carga de +5 milicoulomb



3. Dos cargas puntuales de  $q_1$  y  $q_2$ , de  $+10\text{nanocolumbios (nC)}$  y  $-5\text{nc}$ , están separadas a una distancia de  $6\text{cm}$ , tal como se muestra en la fig. 2, calcular los campos eléctricos debidos a estas cargas en los puntos a y b.



Una bola de un gramo de masa está suspendida de una cuerda ligera en presencia de un campo eléctrico uniforme, como en la figura 3. Cuando  $\mathbf{E} = (3\mathbf{i} + 5\mathbf{j}) \times 10^5 \text{N/C}$ . La bola está en equilibrio a  $\theta = 37^\circ$ , encontrar la carga de la bola y la tensión de la cuerda



4. Escriba acerca del experimento de Millikan.

Luego se estudió cada una de las pruebas y se ponderó las notas que se referencia en el cuadro 2. Teniendo en cuenta el resultado total, se dividieron los grupos de control y experimental.

**Cuadro 2. Prueba de validez**

<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>COMPETENCIA ARGUMENTATIVA</b>	<b>COMPETENCIA PROPOSITIVA</b>	<b>COMPETENCIA INTERPRETATIVA</b>	<b>PROMEDIO</b>
BASTIDAS MONTERO JAIRO	3.0	3.0	1.5	2.5
BASTIDAS RODRIGUEZ JUAN C.	3.0	2.9	3.7	3.2
CAEZ RUALES ADRIANA DEL SOC.	3.6	3.7	3.0	3.4
CARRERA DELGADO MARIA DEL C.	2.4	4.0	2.4	2.9
DELGADO PEREZ CARLOS EDUARDO	3.1	4.0	2.5	3.2
DIAZ ADRIANO BAYARDO	2.5	3.0	2.4	2.6
DORADO GALINDO JAIRO JANIO	3.0	3.8	3.3	3.4
ERASO ESPINOZA EVAL ANDRES	2.7	3.2	2.4	2.8
HERMOZO RODRIGUEZ JOSE J.	2.5	3.2	2.4	2.7
HERNANDEZ MESA RUBY	2.5	3.0	2.7	2.7
LEYTON ALBAREZ EMBER ALBERTO	3.1	3.0	2.8	3.0
LINARES DIAZ JESUS ANDRES	3.2	3.8	2.1	3.0
LOPEZ TORO INGRID MARELVIN	2.5	3.0	2.5	2.7
MONTENEGRO DIAZ PEDRO ANTONIO	4.2	3.2	2.0	3.1
ORTEGA DIAZ JAIME GUILLERMO	2.5	2.9	2.1	2.5

QUINTERO MORA ARTURO EFRAIN	3.0	3.2	3.2	3.1
RODRÍGUEZ BENAVIDES JAMES	3.2	3.0	3.0	3.1
ROSAS RUALES ALBERTH A.	2.7	3.5	2.3	2.8
RUALES ACOSTA JOSE ROIMAN	4.2	3.4	3.5	3.7
SOLARTE GUERRERO CESAR	2.5	3.8	2.5	2.9
TAPIA MELO FRANCISCO JAVIER	4.3	3.0	2.9	3.4
VALLEJO OBANDO ADRIANA	2.5	3.3	3.3	2.9
ZAMBRANO MARTINEZ NELSON	3.7	3.0	3.0	3.2
<b>PROMEDIO</b>	3.0	3.3	2.7	3.0

El cuadro 3, representa el grupo experimental al cual se le aplico la prueba de validez, lo mismo para el cuadro 4 representada en el grupo control.

### **Cuadro 3. Prueba de validez aplicado al grupo experimental**

<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>COMPETENCIA ARGUMENTATIVA</b>	<b>COMPETENCIA PROPOSITIVA</b>	<b>COMPETENCIA INTERPRETATIVA</b>	<b>PROMEDIO</b>
CAEZ RUALES ADRIANA DEL SOC.	3.6	3.7	3.0	3.4
DIAZ ADRIANO BAYARDO	2.5	3.0	2.4	2.6
DORADO GALINDO JAIRO JANIO	3.0	3.8	3.3	3.4
ERASO ESPINOZA EVAL ANDRES	2.7	3.2	2.4	2.8
LINARES DIAZ JESUS ANDRES	3.2	3.8	2.1	3.0

MONTENEGRO DIAZ PEDRO ANTONIO	4.2	3.2	2.0	3.1
RODRIGUEZ BENAVIDES JAMES	3.2	3.0	3.0	3.1
ROSAS RUALES ALBERTH A.	2.7	3.5	2.3	2.8
RUALES ACOSTA JOSE ROIMAN	4.2	3.4	3.5	3.7
SOLARTE GUERRERO CESARA.	2.5	3.8	2.5	2.9
ZAMBRANO MARTINEZ NELSON	3.7	3.0	3.0	3.2
<b>PROMEDIO</b>	3.2	3.4	2.7	3.1

**Cuadro 4. Prueba de validez aplicado al grupo control**

<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>COMPETENCIA ARGUMENTATIVA</b>	<b>COMPETENCIA PROPOSITIVA</b>	<b>COMPETENCIA INTERPRETATIVA</b>	<b>PROMEDIO</b>
BASTIDAS MONTERO JAIRO	3.0	3.0	1.5	2.5
BASTIDAS RODRIGUEZ JUAN C.	3.0	2.9	3.7	3.2
CARRERA DELGADO MARIA DEL C.	2.4	4.0	2.4	2.9
DELGADO PEREZ CARLOS EDUARDO	3.1	3.0	2.5	2.9
HERMOZO RODRIGUEZ JOSE J.	2.5	3.2	2.4	2.7
HERNANDEZ MESA RUBY	2.5	3.0	2.7	2.7
LEYTON ALBAREZ EMBER ALBERTO	3.1	3.0	2.8	3.0
LOPEZ TORO INGRID	2.5	3.0	2.5	2.7

MARELVIN				
ORTEGA DIAZ JAIME GUILLERMO	2.5	2.9	2.1	2.5
QUINTERO MORA ARTURO EFRAIN	3.0	3.2	3.2	3.1
TAPIA MELO FRANCISCO JAVIER	4.3	3.0	2.9	3.4
VALLEJO OBANDO ADRIANA	2.5	3.3	3.3	3.0
<b>PROMEDIO</b>	2.9	3.1	2.7	2.9

## **2.2 APLICACIÓN DE LOS METODOS DE ENSEÑANZA A LOS GRUPOS DE ESTUDIO EXPERIMENTAL Y CONTROL**

Al grupo control se les dictó durante un mes la temática correspondiente a: campos eléctricos uniformes, potenciales eléctricos, diferencia de potencial y circuitos. Al grupo experimental se le aplicó la metodología no tradicional y se trabajaron los mismos contenidos. Enseguida se muestra en que consistieron las actividades.

**2.2.1 Trabajo con el grupo experimental.** Con el grupo experimental, en principio, se propuso realizar diferentes acciones a partir de las siguientes preguntas:

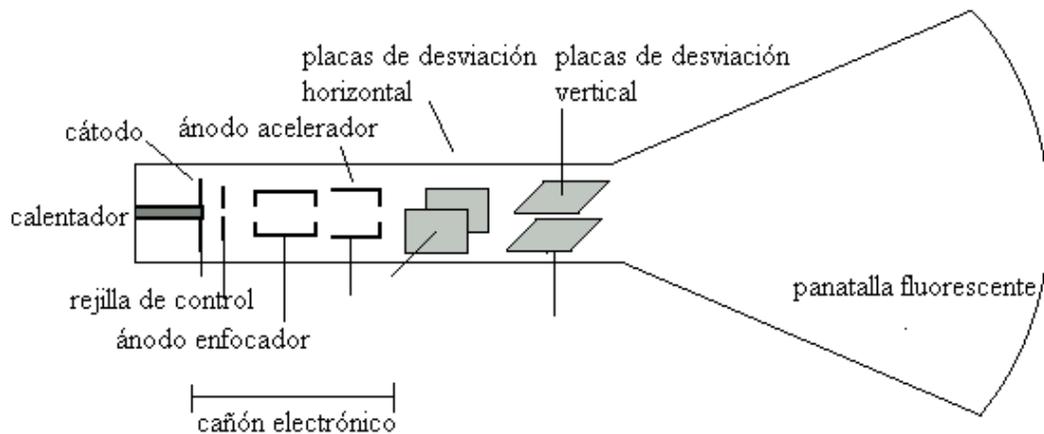
- ¿Cómo relacionar la interacción gravitacional con la interacción eléctrica en el concepto de campo?.
- Relacionar las ecuaciones de movimiento semiparabólico, con el movimiento en el plano que desarrolla un electrón cuando entra a un campo eléctrico uniforme.
- Relacionar vectorialmente la diferencia de potencial gravitacional con la diferencia de potencial eléctrico.
- Desarrollar actividades libres que tengan que ver con el estudio de un campo eléctrico uniforme. Sugerencia, ¿qué es un TRC?.

Los estudiantes trabajaron en grupos pequeños, unos se interesaron por conseguir un osciloscopio y empezar a manipularlo, otro grupo se preocupó por el estudio del funcionamiento de los Tubo de Rayos Catódicos (TRC) y las partes principales que lo componen, resultando el siguiente gráfico que lo obtuvieron de una página Web.

Otros discentes se dedicaron a responder las preguntas y consultaron en los libros de física conceptos y algunas demostraciones.

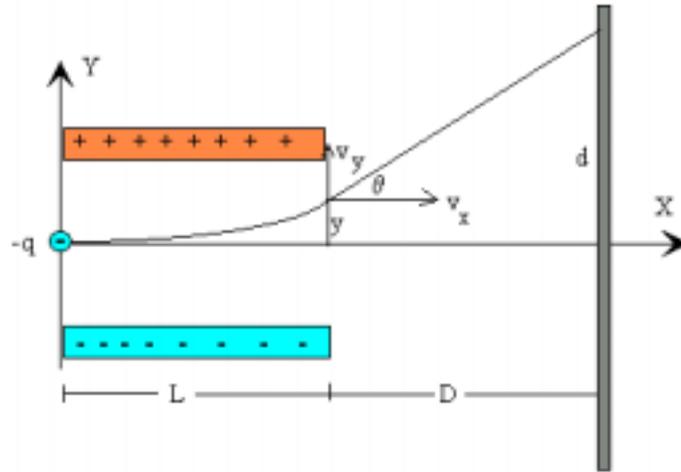
$$\begin{aligned}
 a_x &= 0 & v_x &= v_0 & x &= v_0 t & y &= \frac{1}{2} \frac{qE}{m} \frac{L^2}{v_0^2} \\
 a_y &= \frac{qE}{m} & v_y &= a_y t & y &= \frac{1}{2} a_y t^2
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

**Figura 1.** Partes principales de un TRC

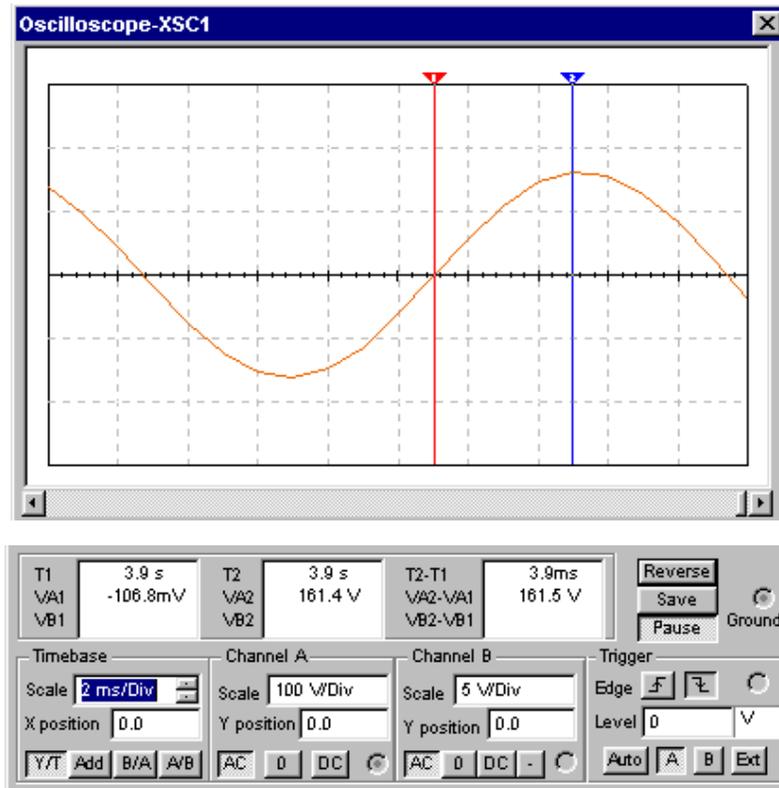


Otro grupo de estudiantes logró bajar por Internet el software Demo “WorkBench” que permite hacer diseño hacer mediciones eléctricas con un osciloscopio ante una señal eléctrica de entrada, fue otra forma de aprender a manejar el osciloscopio.

**Figura 2.** Descripción de la entrada de un electrón a un campo eléctrico uniforme (Tomado de página Web de Física con Ordenador de Ángel García)



**Figura 3.** Simulación de un osciloscopio en WorkBench



**Potencial eléctrico.** El potencial en un punto es el trabajo necesario para trasladar la unidad de carga positiva desde el infinito hasta el punto en cuestión, en contra de las fuerzas del campo eléctrico:

$$V = -\int E \cos\theta ds \quad (4)$$

**La diferencia de potencial ddp** (voltaje) entre dos puntos de un campo eléctrico es el trabajo necesario para trasladar la unidad de carga positiva desde uno al otro punto representando por la relación.

$$V_b - V_a = -\int_a^b E \cos\theta ds \quad (5)$$

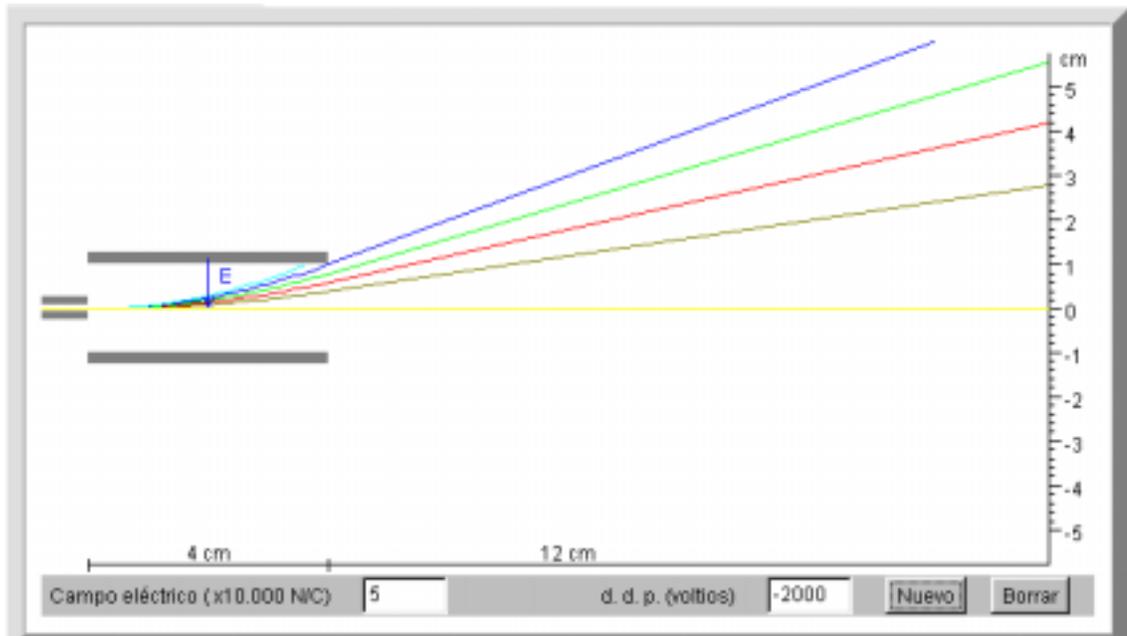
Sí  $dr = ds \cos\theta$ , entonces la ecuación (6) quedaría:

$$V_b - V_a = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} q \int_{r_a}^{r_b} \frac{dr}{r^2} \quad (6)$$

Donde  $r_a$  y  $r_b$  son las distancias a la carga  $q$ .

Por último unos estudiantes ingresaron a un sitio Web de física y encontraron un simulador que permite estimar la trayectoria que realiza un electrón que entra en medio de un par de placas paralelas cargadas uniformemente. Esta operación se la hace al ingresar los datos de diferencia de potencial que trae el electrón y campo eléctrico que produce las placas cargadas.

**Figura 4.** Gráfica obtenida de la simulación, al cambiar los valores de la diferencia de potencial y campo eléctrico. (Tomado de página Web de Física con Ordenador de Ángel García)



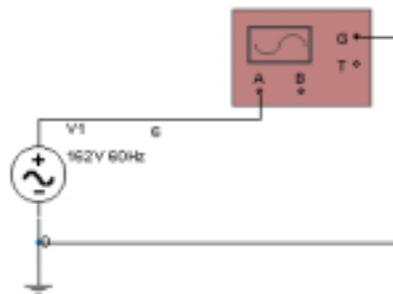
Luego se hizo una socialización, donde todos los estudiantes participaron compartiendo los conceptos aprendidos. Logrando así integrar las experiencias al correlacionarlas en los diferentes contextos de trabajo. Sin embargo en el momento de realizar la síntesis hubo la necesidad de “mediar”, en el paso del concepto fundamental al concepto científico.

Para el tema que compete a la introducción de los circuitos. Al mismo grupo se les formuló una serie de preguntas, donde los estudiantes exponían sus hipótesis y se utilizó la experimentación directa para demostrar las respuestas. A continuación se presentan las preguntas y actividades desarrolladas.

- Consulte sobre la generación de corriente continua y alterna, realice lecturas sobre los temas que relaciona la producción de corriente y el organismo humano.

- Cuando hay un flujo de moléculas de agua se infiere sobre una corriente de agua, cuando hay un flujo de electrones se infiere sobre corriente?
- Investigar en páginas Web, sobre softwares de simulación y diseño que estén relacionados con voltajes corrientes y resistencias
- Existen diferencias entre voltaje de corriente alterna y voltaje de corriente continua. ¿Cuáles?
- ¿Qué tipos de voltaje se conocen en la práctica y son utilizados?
- ¿Voltaje es lo mismo que corriente?
- ¿En una batería cuál es el potencial más alto y cual es el más bajo?
- ¿En el voltaje de línea, cuál es el potencial más alto y cuál es el más bajo?
- ¿Cómo se puede identificar el tipo de conexión de la sala de computo, cuántas fases tiene y cuántas neutras?
- Consulte la forma algorítmica para pasar  $V_{r.m.s}$  ó voltaje eficaz a Voltaje pico.
- ¿cuál es el voltaje pico de la diferencia de potencial que alimenta un computador?
- Observe en los electrodomésticos en la placa técnica que parámetros físicos aparecen.
- ¿Cuáles son los valores constantes, según eso cuál sería la frecuencia de funcionamiento de los electrodomésticos?
- ¿Entonces qué se puede inferir con respecto a la frecuencia del voltaje en corriente alterna?
- ¿Cómo se podría estimar la frecuencia de la corriente alterna?

**Figura 5.** Gráfica obtenida de la simulación de voltaje alternos en el software demo WorkBench.



- Tome a sus compañeros de las manos en serie y en paralelo.
- Conecte cuatro boquillas en serie y ajuste paulatinamente, cuatro bombillos de 60 vatios en cada una de las boquillas. ¿Qué destaca?, ¿por qué iluminan los bombillos más bajo que un bombillo conectado directamente?
- Conecte cuatro boquillas en paralelo, en uno de los cables coloque un pedazo de alambre delgado (se utilizó alambre No. 40 AWG), el alambre delgado está conectado en serie o en paralelo?. Si a una de las boquillas se le ajusta un bombillo de 100 vatios qué sucederá con el alambre?. Si el alambre se parte que utilidad está realizando esté?. Un fusible como viene caracterizado?.
- Siguiendo con el experimento, se repuso el pedazo de alambre delgado que supuestamente se partió y también se cambió el bombillo de 100 vatios por uno de 60 vatios. ¿Qué sucederá si le ajusta a la segunda boquilla otro bombillo de 60 vatios?. Si se rompe otra vez el alambre, ¿cuál sería la solución?. Al elegir colocar dos alambres, ¿qué se puede concluir al conectar dos lámparas en paralelo?. ¿Por qué se rompe el alambre cuando se le aumenta la carga de consumo de energía?
- Sí coloca una cantidad de alambres en el sector donde va el fusible, para que soporte colocar en las boquillas los cuatro bombillos, estos iluminan diferente que si ajustara un solo bombillo?. ¿A qué se debe esto?. O sea quien permanece constante, la corriente o el voltaje?. Infiriendo en un circuito en serie ¿quién permanece constante?. ¿Con que principio físico tiene qué ver esto?.
- Haga una representación esquemática de un circuito serie y paralelo. ¿Cuándo se conectan bombillos en paralelo la resistencia aumenta ó disminuye?. Por lo tanto si la resistencia disminuye, en el circuito paralelo que sucede con la corriente eléctrica?. Recuerde si el voltaje varía?. Con esta información, ¿qué relación matemática se puede deducir?. ¿Alguien conoce cuál es el nombre de esta ley?.
- De una forma técnica como se simboliza la fuente los cables, las resistencias, los fusibles, los interruptores, la dirección convencional de la corriente. Deducir de un circuito de resistencias conectadas en serie y paralelo el algoritmo equivalente.
- ¿Cómo sería un circuito mixto?. Realice los gráficos. ¿Cómo se calcularía este tipo de circuitos?.

➤ Averiguar el nombre del alambre que se utiliza para cortar icopor. Conseguir alambre de niquelina de un metro de longitud y de diferentes calibres. Conectarlo en serie a un bombillo de 150 vatios, se calienta?. ¿Por qué cree que se calienta?. Al hacer varios experimentos y conectar diferentes calibres de alambre niquelina qué sucede con la iluminación del bombillo?. ¿Por qué cambia?, o sea, cuando tiene mayor resistencia el alambre, cuando es grueso o delgado?. Haga lo mismo con un solo calibre pero ahora con diferentes longitudes, la misma pregunta, cuándo ilumina más ó menos el bombillo?. O sea, ¿qué sucede con la resistencia cuando aumento la longitud? y ¿qué sucede con la resistencia cuando disminuye el área?. ¿Qué conclusión en términos matemáticos obtenemos?. La constante de proporcionalidad se denomina?. Y el inverso se la conoce cómo?. ¿Cuál sería las unidades en MKSC de la resistividad eléctrica?.

➤ Diseñe el montaje experimental para calcular la resistividad eléctrica de la niquelina de un diámetro determinado, haga una lista de los materiales e instrumentos que va a necesitar para este propósito.

➤ Conoce un multímetro?. Consulte y dibújelo, pida que le presten uno en el laboratorio. ¿Cuales son las secciones que se destacan?, el amperímetro cómo se lo conecta en serie o paralelo? y ¿el voltímetro cómo se lo conecta?. Puede medir resistencias eléctricas con él?. Se puede hacer la medición de una resistencia cuando este conectada a una fuente en el circuito? . Puede medir en VDC voltaje de corriente alterna?. El color de los cables influyen en la conexión?. ¿Qué tanto puede medir un tester?.

**2.2.2 Trabajo con el grupo control.** Se trató las mismas temáticas de una forma impositiva y secuencial, realizando explicaciones pertinentes y haciendo los ejemplos típicos relacionados con cada uno de los temas. En algunas ocasiones, el estudiante tuvo la oportunidad de participar en la ejecución de unos ejercicios y también se le dejó que consultaran acerca de las formas de energía que producen electricidad. A continuación se muestran en orden los conceptos desarrollados:

➤ Potencial eléctrico

➤ Movimiento de una carga en un campo eléctrico uniforme.

- CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA
- Conductividad eléctrica
- Corriente continua (c.c.)
- Diferencia de potencial
- Resistencia eléctrica
- Ley de Ohm
- Circuitos de resistencias en serie y paralelo
- Circuitos mixtos
- Ley de Joule

### 2.3 APLICACIÓN DE LA PRUEBA FINAL

Después de haber visto los contenidos teóricos y prácticos correspondientes a la tematización descrita anteriormente, se desarrollaron en los dos grupos diferentes actividades como: talleres, ensayos, prototipos, experimentos y una prueba escrita. Como en la situación anterior, para validar el conocimiento adquirido por los estudiantes, se evaluaron diferentes actividades manejando el parámetro de las tres competencias inherentes a las ciencias físicas. A continuación se muestran los talleres y las guías de laboratorio aplicados:

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**  
**SEDE SAMANIEGO**

PROGRAMA: INGENIERIA DE SISTEMAS

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

ASIGNATURA: ELECTROTECNIA

TALLER 2

**CONCEPTOS FUNDAMENTALES**

**CAMPO ELECTRICO:** En cualquier punto del espacio donde exista una carga se obtiene un campo eléctrico que se manifiesta al interactuar con otras cargas que se encuentra alrededor, para calcular la intensidad de campo eléctrico en un punto se coloca una carga de prueba en una distancia  $r$  y la intensidad es la relación entre la fuerza aplicada en la unidad de carga eléctrica  $E = \frac{F}{q}$  (1), se deduce también la siguiente

expresión  $E = 9 \times 10^9 \frac{q'}{r^2}$  (2). Si varias cargas puntuales  $q_1, q_2, q_3$ , están a una distancia  $r_1, r_2, r_3$  de un punto de prueba  $P$  dado, entonces el campo eléctrico neto sería (3) como la suma geométrica, En la práctica los campos eléctricos son logrados en una distribución uniforme en una superficie conductora, por lo tanto la intensidad de campo eléctrico se determina estableciendo una distribución de cargas infinitesimales  $dq$ , la suma de la ec. (3) se convierte en integral  $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{dq}{r^2}$  (4).

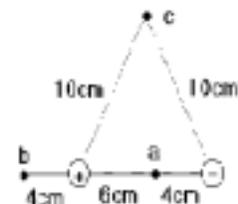
**POTENCIAL ELECTRICO:** El potencial en un punto es el trabajo necesario para trasladar la unidad de carga positiva desde el infinito hasta el punto en cuestión, en contra de las fuerzas del campo eléctrico:

$V = -\int E \cos\theta ds$  (5). La **diferencia de potencial ddp** (voltaje) entre dos puntos de un campo eléctrico es el trabajo necesario para trasladar la unidad de carga positiva desde uno al otro punto representando por la relación  $V_b - V_a = -\int_a^b E \cos\theta ds$  (6). Si  $dr = ds \cos\theta$ , entonces la ec (6) quedaría  $V_b - V_a = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} q \int_{r_a}^{r_b} \frac{dr}{r^2}$  (7)

### EJERCICIOS

1. Hallar: a) la intensidad del campo eléctrico  $E$ , en el aire a una distancia de 30cm de la carga  $q_1 = 5 \times 10^9$  C, b) La fuerza que actúa sobre una carga  $q_2$  de  $5 \times 10^{-10}$  C, c) El potencial eléctrico.

2. Dos cargas puntuales de  $q_1$  y  $q_2$ , de +12nanocolumbios (nC) y -12nc, están separadas a una distancia de 10cm, tal como se muestra en la figura, calcular los campos eléctricos debidos a estas cargas en los puntos a, b y c, además determinar el respectivo potencial en esos mismos puntos.



3. Entre dos placas planas y paralelas cargadas con cargas iguales y de signo opuesto existe un campo eléctrico uniforme. Se libera un electrón de la superficie de la placa negativa y choca en la superficie de la placa opuesta, distante de 2cm de la primera, en un intervalo de  $1.5 \times 10^{-8}$  segundos; a) Calcular el campo eléctrico; b) Calcular la velocidad del electrón al chocar en la placa.

4. Un electrón es lanzado dentro de un campo eléctrico uniforme de 5000 N/C dirigido verticalmente hacia arriba. La velocidad inicial del electrón es de  $10^7$  m/s y forma un ángulo de  $30^\circ$  por encima de la horizontal a) Calcúlese la altura máxima alcanzada por el electrón por encima de su altura inicial; b) Qué distancia horizontal recorrerá el electrón antes de volver a su altura inicial?; c) Dibuje la trayectoria del electrón

Los dos electrodos planos, paralelos y horizontales de una válvula de vacío distan 2cm y están conectados a 120V. Hallar: a) la intensidad del campo eléctrico en el espacio comprendido entre las placas, b) la fuerza constante que actúa sobre un electrón situado entre los electrodos, c) la energía adquirida por un electrón que sale del cátodo y se dirige hacia el ánodo.

## UNIVERSIDAD DE NARIÑO

### SEDE SAMANIEGO

PROGRAMA: INGENIERIA DE SISTEMAS

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

ASIGNATURA: ELECTROTECNIA

LABORATORIO 3 DE CIRCUITOS

#### I. OBJETIVO:

Medir diferencias de potenciales, corrientes y resistencias en cada uno de los circuitos, comparar los valores con los cálculos.

#### II. CONCEPTOS FUNDAMENTALES :

- En un circuito serie, la corriente permanece constante y el voltaje de alimentación se distribuye entre las resistencias, las caídas de voltaje que se presentan en cada resistencia se la calcula aplicando la ley Ohm  $V = I \cdot R$  (1), no olvide calcular la resistencia total.
- En un circuito en paralelo, el voltaje de alimentación vcc permanece constante y la corriente se distribuye en cada uno de los circuitos paralelos ó cada una de las ramas. debe aplicar la ec (1), para establecer la corriente que fluye por cada circuito.
- Para calcular la resistencia total de un circuito serie se debe aplicar la relación:

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots = \sum_{i=1}^n R_i \quad (2).$$

- Para calcular la resistencia total de un circuito paralelo se debe aplicar la relación:

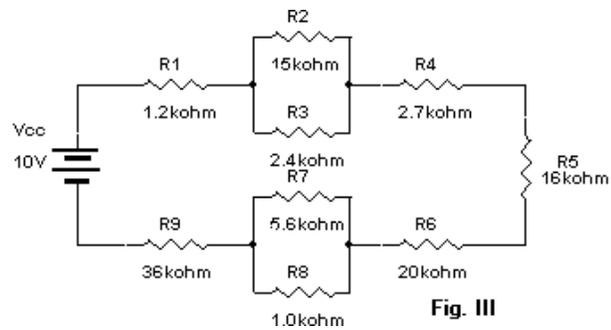
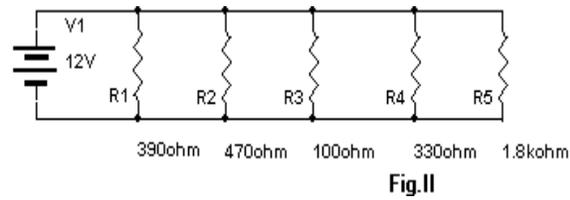
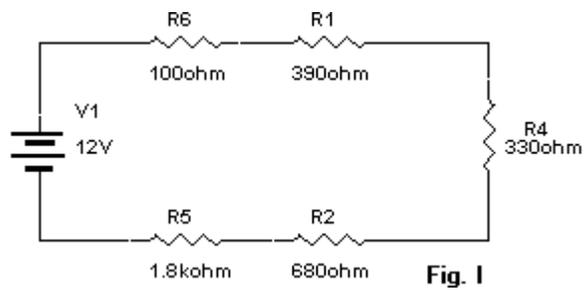
$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}} \quad (3)$$

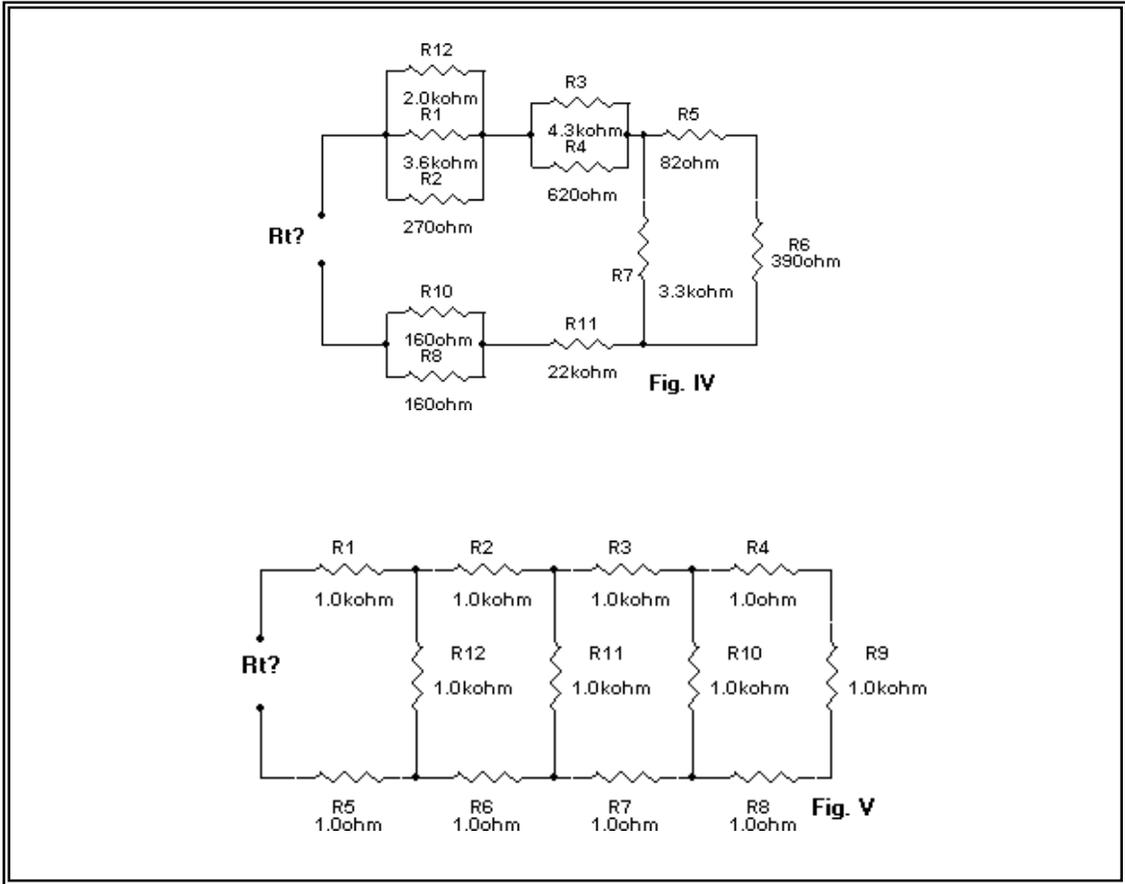
- Al resolver un circuito mixto, se debe identificar las conexiones de los circuitos y nodos e ir resolviendo circuitos series y paralelos.

#### EJERCICIOS

1. Aplicando la ley de ohm y la ley de joule determinar la intensidad de corriente que circula en el circuito I, así mismo establecer el voltaje que cae en cada resistencia y la potencia que disipa cada una.

2. Aplicando la ley de ohm y la ley de joule determinar la intensidad de corriente que circula en cada uno de los circuitos de la fig.II, así mismo establecer la potencia que disipa cada una de las resistencias.
3. Calcular los voltajes en c/u de las resistencias del circuito mixto de la fig. III
4. Calcular la resistencia total en cada uno de los circuitos de la fig IV y V, aplicando las ecs. (2) y (3).





**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**

**SEDE SAMANIEGO**

PROGRAMA: INGENIERIA DE SISTEMAS DEPARTAMENTO DE FISICA

ASIGNATURA: ELECTROTECNIA PRUEBA FINAL

1. ¿Cuál es el valor de un campo eléctrico a una distancia de  $1\text{ \AA}$  de un protón?

Según la ley de Coulomb: aproximamos  $4.8 \approx 5$

$$E = \frac{\ell}{r^2} = \frac{5 \times 10^{-10} \text{ statcolumbios}}{(10^{-8} \text{ cm})^2} \cong 5 \times 10^6 \text{ statvoltio/cm}$$

$$E = 1.5 \times 10^9 \text{ V/cm}$$

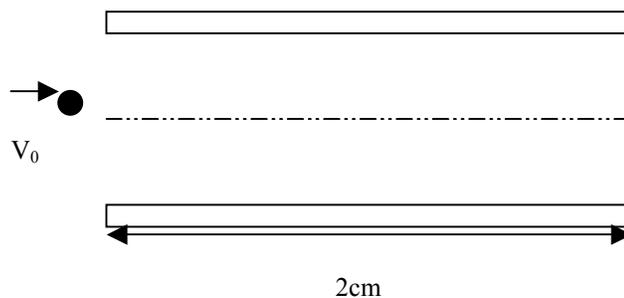
- (a) Según lo anterior, la carga de un protón es:
- (b) En que relación se encuentra aproximadamente la carga de un protón y un electrón?
- (c) Demuestre cada transformación de unidades expuesta en el ejercicio anterior.
- (d) Un statcolumbio en que relación se encuentra a un columbio.
- (e) Calcular el valor de  $\epsilon_0$  en el sistema c.g.s. gaussiano.
- (f)Cuál es el potencial electrostático a la distancia mencionada si se sabe que: la  $E_p=0$ , cuando  $r \rightarrow \infty$ , en el sistema M.k.S.C y c.g.s.gauss:

$$V_{(r)} = \int_r^{\infty} \vec{E}_{(r)} \cdot d\vec{r}$$

- (g) El potencial en que sentido y dirección se encuentra?
- (h) Determine la energía en electrón-voltios (eV).

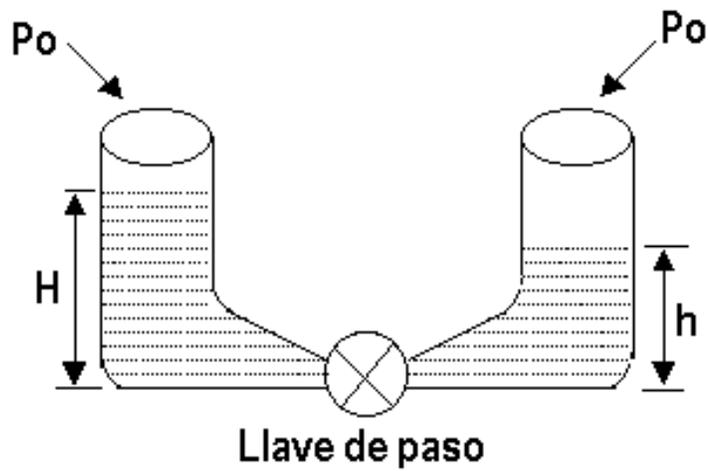
2. Un electrón entra con una velocidad horizontal de 5m/s, por medio de dos placas paralelas de longitud cada una de 2cm, que están cargadas uniformemente y generan un campo eléctrico de  $10^{-9}$  dinas/cm

- a) Determine en eV la energía con la cual sale de las placas.
- b) Grafique su posible trayectoria, conociendo que el espacio entre las placas es de 1.5cm
- c) Exprese la ecuación de movimiento del electrón.
- d) Determine la diferencia de potencial que experimenta la carga, cuando a transcurrido  $7.5\mu\text{s}$ .



3. Asumiendo un modelo mecánico hidráulico, o cualquier modelo que usted pueda crear, como explicaría usted el concepto de:

- a) Corriente eléctrica.
- b) Diferencia de potencial o tensión eléctrica o voltaje.
- c) Resistencia eléctrica.
- d) Proponga una simbología para cada una de estas definiciones y sus respectivas unidades.



**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**  
**SEDE SAMANIEGO**

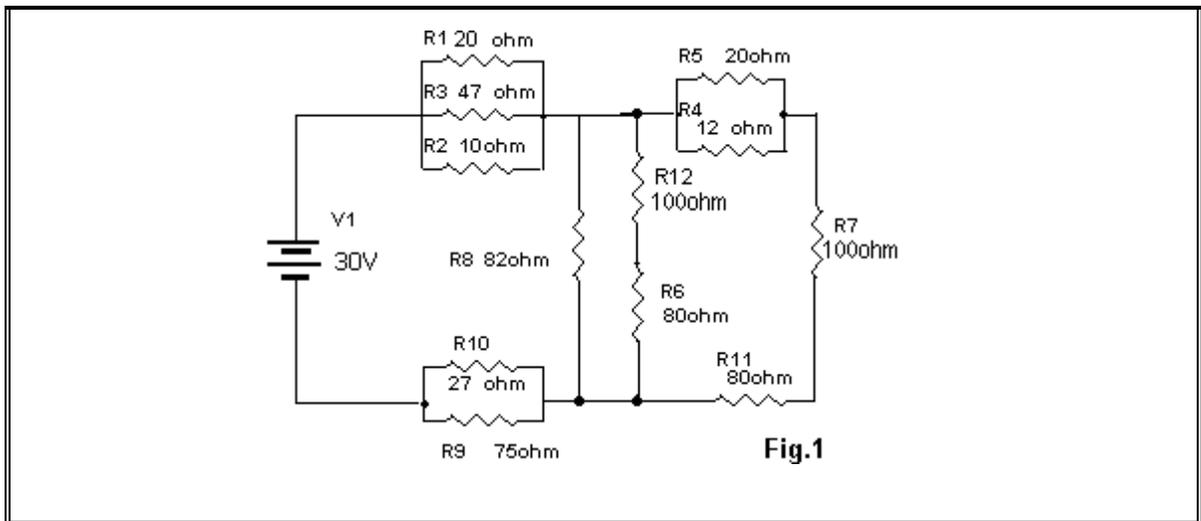
PROGRAMA: INGENIERIA DE SISTEMAS

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

ASIGNATURA: ELECTROTECNIA

PRUEBA FINAL DE CIRCUITOS

1. calcular : la corriente eléctrica, las caídas de tensión de cada una de las resistencias y la potencia de disipación



Del anterior proceso experimental, se logró obtener los siguientes resultados registrados en los cuadros 5 y 6 que aparecen a continuación.

**Cuadro 5. Resultados obtenidos en el grupo control con la metodología de enseñanza tradicional**

<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>COMPETENCIA ARGUMENTATIVA</b>	<b>COMPETENCIA PROPOSITIVA</b>	<b>COMPETENCIA INTERPRETATIVA</b>	<b>PROMEDIO</b>
BASTIDAS MONTERO JAIRO	3.0	3.0	2.5	2.8
BASTIDAS RODRIGUEZ JUAN C.	3.0	3.8	4.0	3.6
CARRERA DELGADO MARIA DEL C.	3.0	3.0	3.0	3.0
DELGADO PEREZ CARLOS EDUARDO	3.0	2.5	3.0	2.8
HERMOZO RODRIGUEZ JOSE J.	3.0	3.0	2.5	2.8
HERNANDEZ MESA RUBY	3.0	3.0	2.5	2.8
LEYTON ALBAREZ	3.0	2.5	2.5	2.7

EMBER ALBERTO				
LOPEZ TORO INGRID MARELVIN	3.0	3.0	2.5	2.8
ORTEGA DIAZ JAIME GUILLERMO	3.8	3.0	2.0	2.9
QUINTERO MORA ARTURO EFRAIN	3.0	3.0	2.5	2.8
TAPIA MELO FRANCISCO JAVIER	3.0	3.8	4.0	3.6
VALLEJO OBANDO ADRIANA	3.0	3.0	2.5	2.8
<b>PROMEDIO</b>	3.1	3.1	2.8	3.0

**Cuadro 6. Resultados obtenidos en el grupo experimental con la metodología de enseñanza constructivista.**

<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>COMPETENCIA ARGUMENTATIVA</b>	<b>COMPETENCIA PROPOSITIVA</b>	<b>COMPETENCIA INTERPRETATIVA</b>	<b>PROMEDIO</b>
CAEZ RUALES ADRIANA DEL SOC.	3.8	3.8	3.0	3.5
DIAZ ADRIANO BAYARDO	3.8	3.8	3.5	3.7
DORADO GALINDO JAIRO J.	3.8	3.8	3.0	3.5
ERASO ESPINOZA EVAL ANDRES	3.8	3.8	3.0	3.5
LINARES DIAZ JESUS ANDRES	3.0	3.8	2.5	3.1
MONTENEGRO DIAZ PEDRO ANTONIO	3.8	5.0	5.0	4.6
RODRIGUEZ BENAVIDES JAMES	3.0	3.8	2.5	3.1
ROSAS RUALES	3.8	3.8	3.0	3.5

ALBERTH A.				
RUALES ACOSTA JOSE ROIMAN	3.8	5.0	5.0	4.6
SOLARTE GUERRERO CESAR	3.0	3.0	3.0	3.0
ZAMBRANO MARTINEZ NELSON	3.8	3.8	3.5	3.7
<b>PROMEDIO</b>	3.6	3.9	3.4	3.6

### 3. RESULTADOS

Los datos representados en las tablas anteriores, se trabajaron estadísticamente aplicando la “prueba T” a las diferentes parejas de comparación. El propósito es establecer si hay diferencias o igualdades entre los grupos de estudio.

Los denominados grupos de estudio que se constituyeron para la comparación, están organizados de la siguiente manera:

- Comparación entre el grupo control y experimental de los resultados obtenidos de las competencias en la prueba de validez.
- Comparación del resultado de las competencias entre la prueba de validez y la prueba final del grupo control.
- Comparación del resultado de las competencias entre la prueba de validez y la prueba final del grupo experimental.
- Comparación entre el grupo control y experimental de los resultados obtenidos de las competencias en la prueba final.

Por otra parte, para procesar este tipo de información, se trabajó con dos softwares estadísticos. Con el un software se aplicó la “prueba tipo T”, donde se destaca el parámetro que sirve para establecer las diferencias entre las medias estadísticas de los grupos. Este parámetro, está representado por “**sig**” equivalente al valor de probabilidad estadístico “**p**” que se toma con un valor menor o igual al 5%. O sea, si el “**sig**” es menor o que 0.05 indica que los grupos de comparación son estadísticamente diferentes y si el “**sig**” es mayor o igual que 0.05 indica que no hay diferencia estadística significativa. El otro software, se lo utilizó para desarrollar las gráficas de comparación.

### 3.1 COMPARACIÓN DEL GRUPO CONTROL Y EXPERIMENTAL EN LA PRUEBA DE VALIDEZ.

Por más que se intentó establecer dos grupos homogéneos en este tipo de prueba, se presentaron ciertas diferencias que se revelan en el cuadro 7.

**Cuadro 7. Comparación entre el grupo control y experimental de la prueba de validez**

COMPETENCIA	Media	Desviación TIP.	Error TIP. De la Media	Intervalo de Confianza al 95%		t	gl	Sig
				Inferior	Superior			
<b>ARGUMENTATIVA</b>	-0.327	0.830	0.250	-0.885	0.230	-1.308	10	0.220
<b>PROPOSITIVA</b>	-0.291	0.302	0.091	-0.493	-0.088	-3.200	10	0.009
<b>INTERPRETATIVA</b>	-0.073	0.884	0.267	-0.667	0.521	-0.273	10	0.791

Para el grupo control y experimental, se estima de acuerdo al valor que reporta el “sig” que el resultado de las competencias: argumentativa e interpretativa presentan cierta igualdad estadística significativa. Lo que no ocurre en la competencia propositiva donde se estima que hay diferencias.

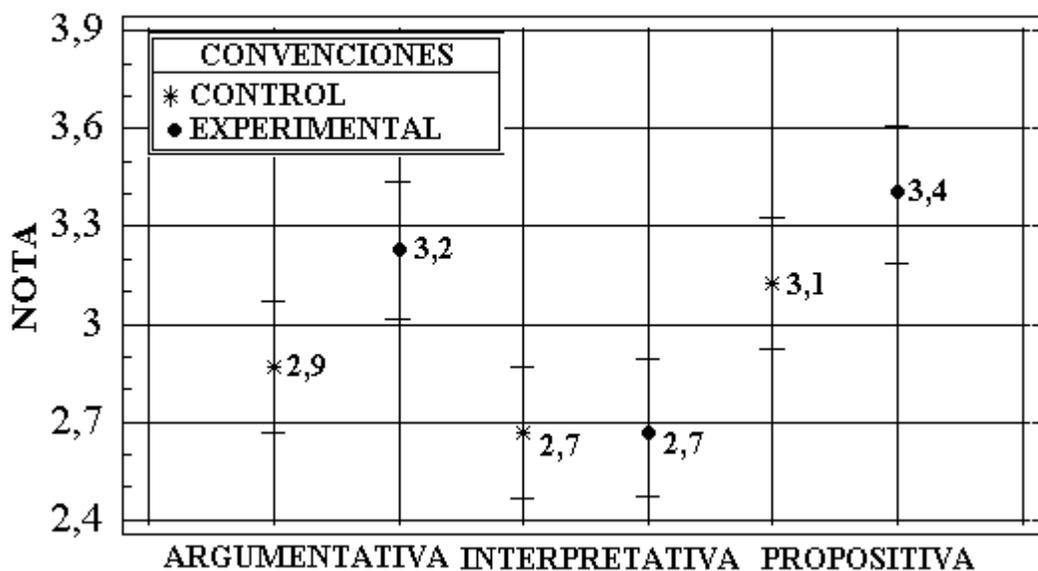
**Cuadro 8. Comparación de los promedios entre el grupo control y experimental de la prueba de validez**

GRUPO	Media	Desviación TIP.	Error TIP. De la Media	Intervalo de Confianza al 95%		T	Gl	Sig
				Inferior	Superior			
<b>CONTROL VERSUS EXPERIMENTAL</b>	-0.218	0.519	0.157	-0.567	0.131	-1.394	10	0.194

En la figura 6, también se observan los valores promedios de cada una de las competencias correspondientes a los grupos de estudio.

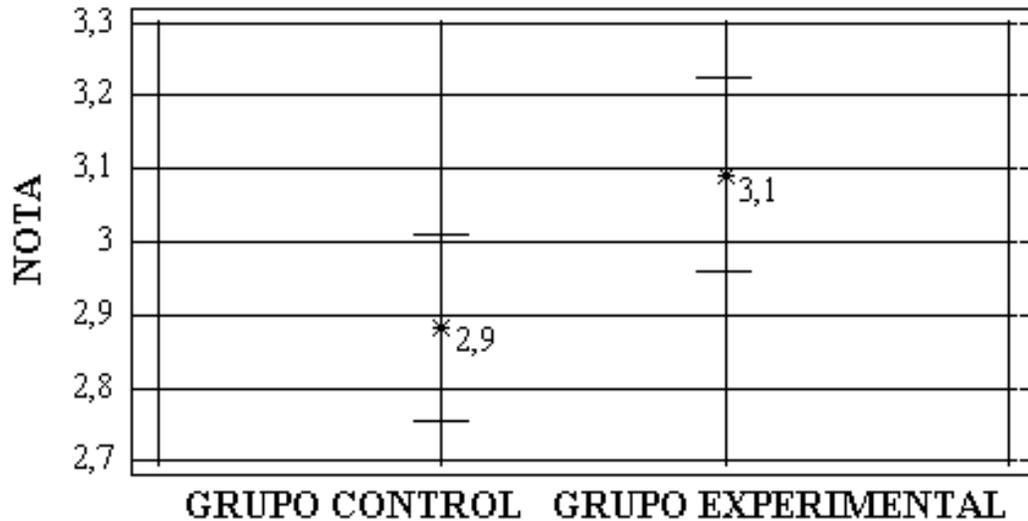
Al promediar el valor de las tres competencias en cada uno de los grupos de estudio, se llegó al siguiente resultado indicado en el cuadro 8.

**Figura 6. Comparación entre el grupo control y experimental de los resultados de las competencias obtenidas de la prueba de validez.**



Sin embargo, según el valor **sig** correspondiente a 0.194, mayor que 0.05, establece que hay una igualdad estadística entre los grupos. Por lo tanto, se puede afirmar: que el grupo control y el grupo experimental son ligeramente homogéneos en la aptitud competitiva enfocada en el aprendizaje de las ciencias. Enseguida en la figura 7, se aprecia los valores promedios.

**Figura 7. Comparación del promedio de las competencias entre el grupo control y experimental de la prueba de validez.**



### **3.2 COMPARACIÓN ENTRE LA PRUEBA DE VALIDEZ Y LA PRUEBA FINAL DEL GRUPO CONTROL**

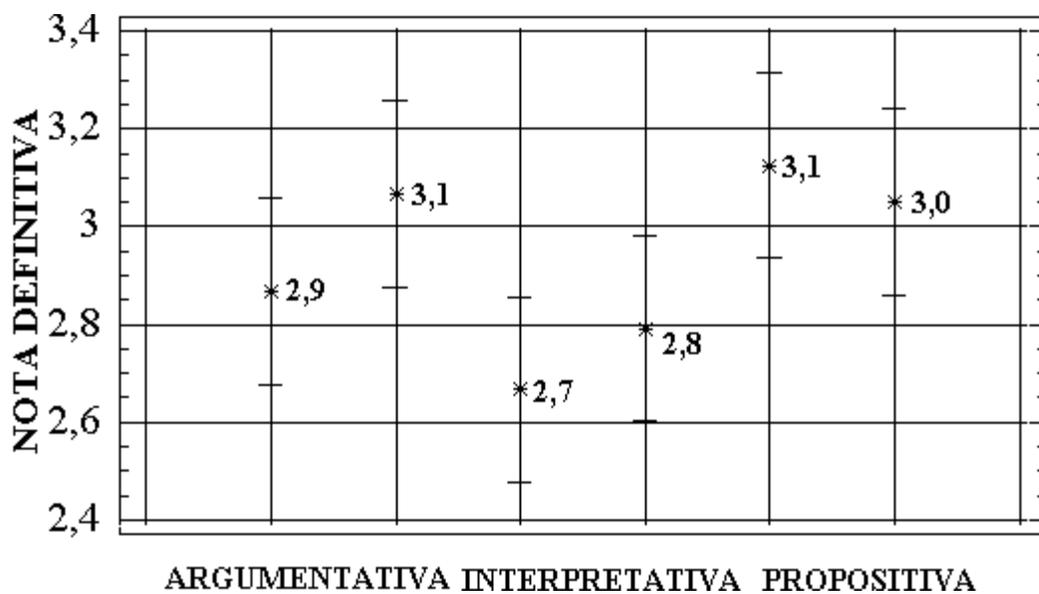
Los resultados obtenidos de la comparación de estas dos pruebas que figuran en el cuadro 9, indican que hay igualdades estadísticas en cada una de las competencias en el proceso de aprendizaje con metodología tradicional en el grupo control.

**Cuadro 9. Comparación de la prueba de validez y la prueba final del grupo control**

COMPETENCIA	Media	Desviación TIP.	Error TIP. De la Media	Intervalo de Confianza al 95%		t	gl	Sig
				Inferior	Superior			
<b>ARGUMENTATIVA</b>	0.200	0.624	0.180	-0.196	0.596	1.111	11	0.290
<b>INTERPRETATIVA</b>	0.125	0.603	0.174	-0.258	0.508	0.718	11	0.488
<b>PROPOSITIVA</b>	-0.075	0.528	0.152	-0.410	0.260	-0.492	11	0.632

Según esto, la competencia que tiene el valor **sig** más alto es la competencia propositiva, se podría inferir que es la más equivalente estadísticamente, seguida de la competencia interpretativa y luego de la argumentativa. A continuación en la figura 8, se puede observar los promedios que le corresponden al evaluar la prueba de validez y la prueba final.

**Figura 8. Comparación entre la prueba de validez y la prueba final del grupo control**



### 3.3 COMPARACIÓN ENTRE LA PRUEBA FINAL DE VALIDEZ Y LA PRUEBA FINAL DEL GRUPO EXPERIMENTAL

Nuevamente aplicando la prueba T al resultado de las competencias obtenidas de las pruebas de validez y final en el grupo experimental. Se obtuvo los siguientes resultados en el cuadro 10.

**Cuadro 10. Comparación de la prueba de validez y la prueba final del grupo experimental.**

COMPETENCIA	Media	Desviación TIP.	Error TIP. De la Media	Intervalo de Confianza al 95%		t	gl	Sig
				Inferior	Superior			
ARGUMENTATIVA	0.355	0.638	0.192	-0.74	-0.780	1.844	10	0.095
INTERPRETATIVA	0.682	0.960	0.289	0.38	1.326	2.358	10	0.040
PROPOSITIVA	0.545	0.745	0.225	0.45	1.046	2.429	10	0.036

En consecuencia, se estima que hay diferencias estadísticas significativas entre la prueba de validez y la prueba final. Las competencias que establecen esas diferencias son: la interpretativa y la propositiva, en cambio la competencia argumentativa se mantiene en una cierta igualdad estadística. Con la grafica 9, se puede apreciar que los promedios de las competencias: interpretativa y propositiva aumentan al ser aplicada la metodología de enseñanza constructivista en el grupo experimental.

**Cuadro 11. Comparación de las pruebas de validez y final del promedio de las competencias**

ENFOQUE METODOLOGICO	Media	Desviación TIP.	Error TIP. De la Media	Intervalo de Confianza al 95%		T	Gl	Sig
				Inferior	Superior			
TRADICIONAL A TRADICIONAL	-0.067	0.246	0.071	-0.223	-0.090	-0.938	11	0.368
TRADICIONAL A CONSTRUCTIVISTA	-0.527	0.498	0.150	-0.862	-0.193	-3.510	10	0.006

Figura. 9 Comparación entre la prueba de validez y la prueba final del grupo experimental.

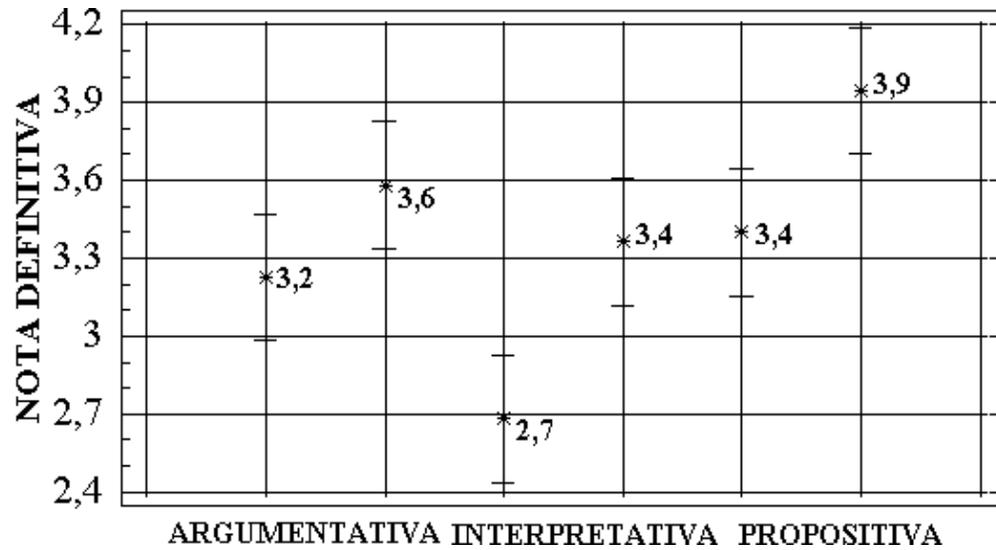
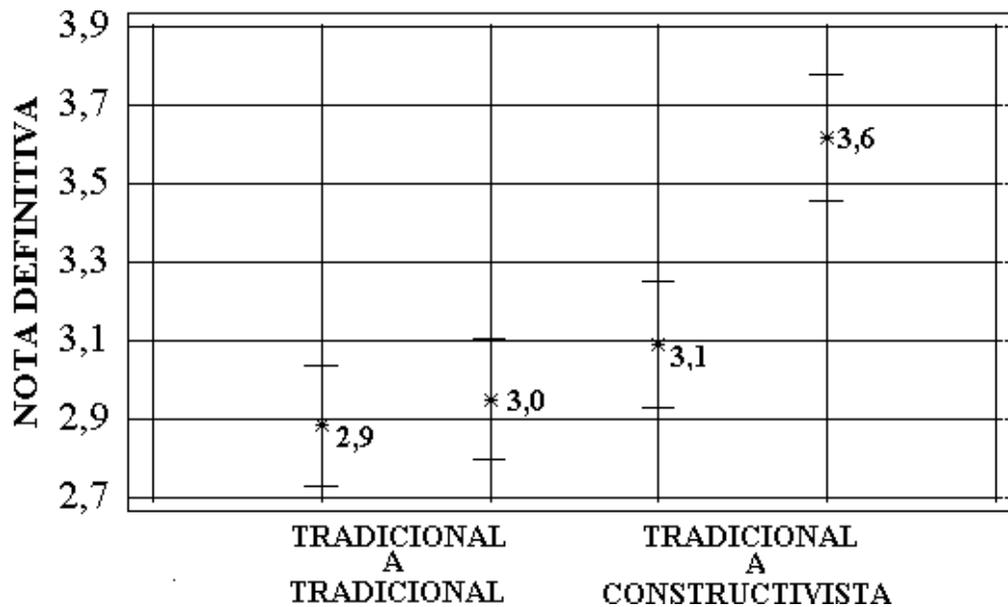


Figura 10. Comparación de las pruebas de validez y final del promedio total de las competencias.



**3.3.1 Comparación de las pruebas de validez y final del promedio total de las competencias.** Al comparar los promedios totales de los resultados obtenidos de las competencias entre la prueba de validez y final, no se estimó una diferencia estadística significativa en el grupo control. En cambio en el consolidado del grupo experimental si hay diferencias estadísticas. Observar el cuadro 11. así mismo, los promedios que aparecen en la figura 10, determinan que hubo un aumento más marcado en el grupo experimental.

### **3.4 COMPARACION DEL GRUPO DE CONTROL Y EXPERIMENTAL EN LA PRUEBA FINAL.**

Por último, se realizó la comparación entre el grupo de control experimental, después de haber aplicado las metodologías de enseñanza. Para ello se tomo los resultados obtenidos de las competencias en la prueba final. Los resultados se los puede apreciar en el cuadró 12.

**Cuadro 12. Comparación de la metodología con enfoque tradicional y constructivista de las competencias**

COMPETENCIA	Media	Desviación TIP.	Error TIP. De la Media	Intervalo de Confianza al 95%		T	gl	Sig
				Inferior	Superior			
<b>ARGUMENTATIVA</b>	-0.509	0.401	0.122	-0.780	-0.238	-4.183	10	0.002
<b>PROPOSITIVA</b>	-0.545	1.150	0.347	-0.318	0.227	-1.573	10	0.147
<b>INTERPRETATIVA</b>	-0.891	0.722	0.218	-0.376	-0.406	-4.094	10	0.002

De esto, se puede observar que existen diferencias estadísticas al comparar el grupo experimental. Según el valor del **sig**, las competencias: argumentativa e interpretativa difieren significativamente, en contraste a la competencia interpretativa es ligeramente igual. En la figura 11, se puede observar que en cada competencia el promedio es mayor en el grupo experimental que en el grupo control. Pero se asume un aumento considerable en la competencia: argumentativa e interpretativa.

**Figura 11. Comparación de las metodologías de enfoque tradicional y constructivista de las competencias: argumentativa, interpretativa y propositiva.**

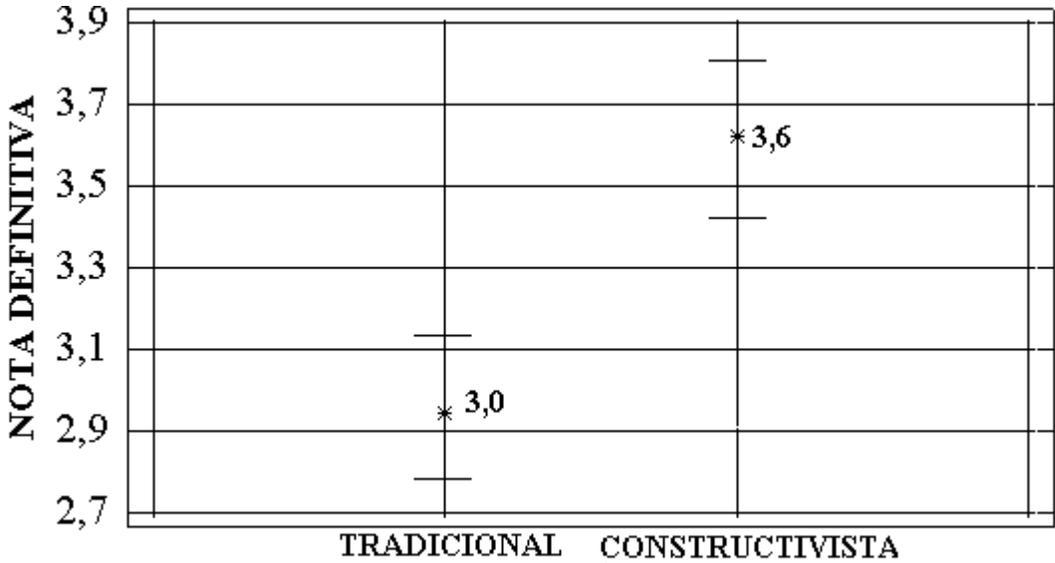


**Cuadro 13. Comparación de los promedios de las competencias**

ENFOQUE METODOLOGICO	Media	Desviación TIP.	Error TIP. De la Media	Intervalo de Confianza al 95%		T	Gl	Sig
				Inferior	Superior			
TRADICIONAL VERSUS CONSTRUCTIVISTA	0.655	0.587	0.177	-1.049	-0.260	-3.697	10	0.004

Al comparar los promedios totales de los resultados obtenidos de las competencias entre el grupo control y el grupo experimental, se estimó que se presenta una diferencia estadística al aplicar las metodologías de enseñanza. Observar el cuadro 13. en la figura 12, se aprecian como los promedios son mayores en el grupo experimental que en el control.

**Figura 12. Comparación de las metodologías con enfoque tradicional y constructivista del total de las competencias.**



## CONCLUSIONES

- Una ventaja que se destaca en la metodología TRADICIONAL es la rapidez y el orden para transmitir los contenidos a los estudiantes.
- Al trabajar los contenidos con la metodología tradicional, no hay cambios significativos de las competencias.
- Con la metodología tradicional no se incentiva al estudiante al desarrollo de las competencias en su totalidad
  - Los contenidos en la metodología deben ser cíclicos y por pasos.
- Según los resultados, la metodología con enfoque constructivista, ayuda a desarrollar las competencias: propositiva e interpretativa en un mismo grupo de estudiantes.
- Según los resultados, la metodología con enfoque constructivista, mejora el desarrollo de las competencias: argumentativa e interpretativa con diferentes grupos de estudiantes.
- Al verificar los promedios finales de cada una de las competencias, se determina que la metodología con enfoque constructivista en la enseñanza de la ELECTROTECNIA mejora el proceso de aprendizaje, destacando la actividad desarrollada en actividades holísticas que involucran las ATAs.
- Al hacer una comparación entre los resultados de los promedios de las competencias obtenidas en los cuadros 10 y 12. Se concluye que la competencia interpretativa es la que permanece diferente al compararla con el mismo grupo experimental y con el grupo

control. Lo cual refleja, la metodología con enfoque constructivista, ayuda a mejorar el aprendizaje de la ELECTROTECNIA al incentivar la competencia interpretativa.

## **BIBLIOGRAFÍA**

FURIO, Carles. Concepciones alternativas y dificultades del aprendizaje de la electrostática. En la revista de investigación experiencias didácticas. Vol. 17, No 3, Barcelona, 1999. p 441.

GARCIA, Ángel. Curso interactivo de física en Internet. En el site web de la escuela universitaria de ingeniería técnica industrial Eibar. España, 2000.

PREAFÁN, Andrés. Teoría del constructivismo y pedagogía. En la revista pedagogía y saberes, No 5. Santa fe de Bogotá 1994, p 15-24

MARCELO, Alonso; FINN, Edwar. Física volumen II. 4. ed. México: Addison Wesley, 1995. p 457-641.

MEINERS H y Eppenstein, Experimentos de física. México: Limusa, 1980. p 85-100.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN. Propuesta general. ICFES, Santa fe de Bogota 2001.

PEREA, Carlos. El concepto de competencia y su aplicación en el campo de la educación. Bucaramanga: ASED, 2000. 119 p

PEREZ, Royman; GALLEGO, Rómulo. Corrientes constructivitas. En la colección mesa redonda. Santa fe de Bogota: Cooperativa editorial Magisterio, 1995. 154p

PORLAND, Rafael . Constructivismo y Escuela. Sevilla: Dida, 1995. p 80-95.

PORLAND, Rafael.; GARCIA, Eduardo; CAÑAL, Pedro. Constructivismo y enseñanza de las ciencias. Sevilla: Dida, 1995. 70-110.

ROSALES, Juan. Estadística con SPSS para Windows. México: Alfaomega, 2001. p 200-215

SEGURA, Dino. Las actividades totalidades abiertas una alternativa didáctica, Santa fe de Bogota,1998. 30 p.

SEARS, Francis. Electricidad y magnetismo. Madrid: Aguilar. 1963. p 1-142.

SERWAY, Raymond. Física II. 5. ed. México: McGraw-Hill, 1990. p 708-768.