

41061  
12  
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
CAMPUS ARAGON  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION

LAS CONCEPCIONES DE CIENCIA Y APRENDIZAJE DE LOS  
DOCENTES EN LA PLANEACION DE LA ENSEÑANZA  
DE LA FISICA EN EL COLEGIO DE  
BACHILLERES

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:  
MAESTRA EN ENSEÑANZA SUPERIOR

P R E S E N T A :  
EDUARDO SANCHEZ VAZQUEZ

. DIRECTOR DE:  
MTRO: ANTONIO CARRIDO AVELAR

2003

A



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

B

En este día tu voluntad, tesón y dedicación te ha llevado a obtener la dignidad de ser llamado maestro. más no es sólo la dignidad lo que has obtenido, junto con ella está la más alta responsabilidad: hacer de esmeraldas.

Tus alumnos son como finas esmeraldas, unas más pulidas que otras pues ello depende de la educación que sus progenitores les hayan dado.

Tu responsabilidad es que las menos pulidas alcancen su verdadero brillo y, que las más pulidas no lo pierdan (consejo Mexical).

***A todas y a todos los  
que me apoyaron en la  
construcción de este  
camino***

## ÍNDICE

PRESENTACIÓN -----	3
INTRODUCCIÓN -----	5
1.- EL CONSTRUCTIVISMO COMO UN PROYECTO ACADÉMICO A INSTITUIR -----	8
1.1- Aportaciones de la psicología educativa al constructivismo -----	8
1.2. Contribuciones de la historia y filosofía de la ciencia al constructivismo -----	15
1.2.1. Historia de la electricidad como aportación al constructivismo -----	17
1.3. Aportaciones de la investigación educativa al constructivismo -----	24
1.3.1. Los programas de actividades. -----	30
2. EL ESCENARIO DEL PROBLEMA DE ESTUDIO -----	35
2.1 Los enfoques en la enseñanza de la física y el Colegio de Bachilleres -----	35
2.2. El Colegio de Bachilleres en la dinámica de la innovación curricular -----	43
2.2.1. Modelo Educativo del Colegio de Bachilleres -----	43
2.2.2. Caracterización de los alumnos de ingreso al Colegio de Bachilleres -----	46
2.2.3. Perfil del egresado -----	47
2.3. Breve historia del Colegio de Bachilleres -----	49
2.4. Formación docente en el Colegio de Bachilleres -----	53
3.-PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN -----	57
3.1. Planteamiento del problema -----	57
3.2. Supuestos hipotéticos: -----	61
3.3. Objetivos -----	61
3.4. Justificación -----	62
3.5 Instrumentos. -----	64
3.6. Diseño de Redes de Análisis. -----	69

4.-ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA PLANEACIÓN DE LOS DOCENTES-----	75
4.1.-Resultados obtenidos: análisis e interpretación.-----	77
4.2.- Libros de consulta para profesores y alumnos-----	86
4.3.- Evaluaciones que proponen los docentes para los alumnos.-----	92
5.- ELEMENTOS PARA UNA REFLEXIÓN CRÍTICA DE LA PLANEACIÓN DOCENTE-----	100
5.1. Elementos o ejes de reflexión para la "Reconstrucción de la planeación de los docentes en el tema de electricidad a nivel Bachillerato".-----	100
5.2. Ejemplo sugerido-----	104
5.2.1. Electrización-----	104
5.2.2. Las fuerzas entre cargas eléctricas.-----	107
CONCLUSIONES GENERALES-----	111
BIBLIOGRAFÍA.-----	122
ANEXOS-----	129
A. Plan de clases-----	130
B. Bibliografía sugerida-----	157
C. Evaluaciones-----	170

## PRESENTACIÓN

En esta ocasión nos es grato presentar el estudio "Las concepciones de ciencia y aprendizaje de los docentes en la planeación de la enseñanza de la física en el Colegio de Bachilleres", resultado de nuestro tránsito por la Maestría en Enseñanza Superior llevada a cabo en la Escuela Nacional de Estudios Profesionales (ENEP) "Aragón". El estudio recoge las experiencias de maestros y estudiantes del plantel 5 "Satélite" en el desarrollo de la unidad I de física III (Electricidad).

El estudio "Las concepciones de ciencia y aprendizaje de los docentes en la planeación de la enseñanza de la física en el Colegio de Bachilleres" tiene el fin de compartir experiencias didácticas con docentes de física del Colegio de Bachilleres y de otras instituciones de educación media superior, preocupados por el quehacer de la didáctica de la física. Cabe aclarar que este trabajo es el producto del convenio entre el Colegio de Bachilleres (CB) y la Escuela Nacional de Estudios Profesionales (ENEP) Aragón para fortalecer la formación y actualización de docentes.

Nos parece importante resaltar el hecho de que el estudio que ahora presentamos no nos contrasta únicamente con los resultados de una investigación llevada a cabo con alumnos y maestros del Colegio de Bachilleres sino también nos muestra y analiza los cambios por los que han experimentado los profesores de la institución en su formación docente; vale decir, además de ofrecer un conjunto de resultados, nos permite también adentrarnos en el proceso mismo que ellos siguieron en la búsqueda de respuestas a las preguntas que orientaron la investigación.

El trabajo presenta una descripción pormenorizada y crítica de la planificación docente además de ofrecer la posibilidad de revisar transcripciones realizadas en el marco del estudio.

Consideramos que estas transcripciones sobre la planeación de los maestros constituyen una fuente invaluable de información sobre las concepciones de ciencia y aprendizaje en un ambiente institucional-formal, como es la escuela, así como algunos aspectos de los procesos de enseñanza-aprendizaje de la física. Nuestras transcripciones

pueden ser revisadas desde diversos ángulos disciplinarios: el sociolingüístico, para ver los procesos de interacción maestro-alumno y los problemas derivados de una situación de contacto y conflicto entre la física del alumno y la física del profesor; El educativo, para analizar métodos y técnicas de enseñanza y las peculiaridades del proceso educativo del Colegio de Bachilleres y de otras instituciones y desde el antropológico para indagar sobre algunos contenidos y fórmulas de socialización escolar.

Y es que la lectura del estudio habrá de confrontarnos también con la cruda realidad de la didáctica de la física, nos motivará a problematizarla adecuadamente y a imaginar visos de solución. Por lo demás, su lectura nos obligará a analizar la situación de la enseñanza-aprendizaje de esta disciplina, no en abstracto ni aisladamente sino dentro de un contexto más amplio de la educación media superior.

Esperamos que a través de la lectura de este estudio aprendamos todos a mirar mejor la problemática de la didáctica de la física y a repensar las posibilidades reales del nivel medio superior que no sólo se ha mantenido al margen de las investigaciones educativas en el ámbito nacional e internacional, sino que sobre todo ha puesto de lado las concepciones del docente, aspectos que la didáctica tendrá necesariamente que tomar en cuenta. Creemos que " Las concepciones de ciencia y aprendizaje de los docentes en la planeación de la enseñanza de la física en el Colegio de Bachilleres" nos ofrece información valiosa para iniciar este tipo de discusión entre los docentes de esta institución educativa.

## INTRODUCCIÓN

“Las concepciones de ciencia y aprendizaje de los docentes en la planeación de la enseñanza de la física” es, para todos los que estamos involucrados en procesos educativos, un aspecto de suma importancia si queremos superar nuestra propia práctica y reflexionar acerca de ella. Fácilmente caemos en respuestas simples o damos recetas tradicionales sin primero comprobar su validez. En el ámbito de la educación formal se elaboran periódicamente nuevos currículos, se diseñan nuevos programas sin previo análisis de los alcances y limitaciones de los programas anteriores y dada la falta de fundamentación concreta para los cambios, estos se quedan en el aire y serán descartados sin ser realmente criticados. De esta manera se genera una serie de propuestas dejando en su camino a los profesores y estudiantes que al fin y al cabo deben llegar a dudar de las bases científicas de los cambios.

Este estudio trata de sugerir otro camino: analizar los resultados del quehacer pedagógico en el Colegio de Bachilleres para tener una base firme desde la cual se pueda contribuir a un mejoramiento cualitativo y cuantitativo de la enseñanza y aprendizaje de la física, así, este estudio tiene dos objetivos generales.

El primer objetivo es conocer las concepciones de ciencia y aprendizaje de los docentes de física del plantel 5 “Satélite” del Colegio de Bachilleres mediante el estudio, análisis e interpretación de los planes de clases para caracterizar estas concepciones. En este sentido, se trata de la documentación de un proceso investigativo concreto, realizado con docentes y estudiantes del plantel 5 “Satélite” del Colegio de Bachilleres; se muestra el potencial de esta clase de investigaciones y, obviamente, también sus limitaciones; por lo tanto, este trabajo está dirigido a docentes de la institución y profesores de física a nivel medio superior, quienes pueden encontrar, en él sugerencias metodológicas en cuanto a la actividad investigativa propia y a las actividades propuestas para los alumnos.

El segundo objetivo es documentar las concepciones de ciencia y aprendizaje de los docentes del plantel 5 “Satélite” del Colegio de Bachilleres, sin embargo, más allá de las particularidades del plantel, estamos convencidos de lo que se puede observar acerca de los procesos educativos en este Colegio de Bachilleres no difiere en lo fundamental de las



concepciones de los docentes en otros planteles, y seguramente en la mayoría de las escuelas de nivel medio superior del país.

El estudio se estructura en cinco apartados:

En el primero: "El constructivismo como un proyecto académico a instituir" se describen elementos que algunas áreas del conocimiento pueden aportar al constructivismo educativo y consideramos importantes tomar en cuenta: de la psicología educativa, historia y filosofía de la ciencia, visiones de la ciencia, de la construcción de la electricidad y de la investigación educativa con el propósito de fundamentar el trabajo de investigación.

En el segundo: "Escenario del problema de estudio" se describe el contexto en el cual se desarrolla el estudio, el Colegio de Bachilleres: La evolución de los enfoques en la enseñanza de la física, la dinámica de la innovación curricular, el modelo educativo, característica de alumnos de ingreso, perfil del egresado, breve historia de la institución y la formación de los docentes.

En el tercer apartado: "Procedimiento de la investigación" se describe el proceso de la investigación: el planteamiento de problema, los supuestos, los objetivos, la justificación, los instrumentos de apoyo y las redes de análisis con sus respectivos criterios de valoración.

En el cuarto apartado se lleva a cabo el análisis e interpretación de la planeación de los docentes, utilizando como eje básico la planeación elaborada por 6 profesores del plantel 5 "Satélite" del Colegio de Bachilleres durante el ciclo lectivo 2000-A y como ejes complementarios los libros de consulta y la evaluación que se aplica a los alumnos.

Finalmente, en el último apartado: "Elementos para una reflexión crítica de la planeación docente" se proponen actividades para que:

- a) Los docentes de física realicen una crítica fundamentada a su planeación de la enseñanza de la electricidad en un ambiente que promueva la reflexión colectiva.

- b) Los docentes de física diseñen (mediante un ejemplo) actividades para el tema de electricidad promoviendo una evolución conceptual, procedimental y actitudinal.

Asimismo se indican la bibliografía y los anexos correspondientes con el propósito de documentar los instrumentos de apoyo a la investigación.

## 1.- EL CONSTRUCTIVISMO COMO UN PROYECTO ACADÉMICO A INSTITUIR

Como resultado de la crítica a la enseñanza tradicional de la física surge una perspectiva denominada constructivista. El constructivismo constituye un paradigma difícil de definir de forma que dicha definición sea aceptada por la mayoría de integrantes de esta corriente. En lo que sí están de acuerdo es en que esta perspectiva se nutre de diferentes áreas de conocimiento.

En este apartado se describen algunas aportaciones que consideramos necesarias tomar en cuenta para la enseñanza-aprendizaje de la física: la psicología educativa, la historia y filosofía de la ciencia, la historia de la electricidad y la investigación educativa.

### 1.1- Aportaciones de la psicología educativa al constructivismo

Durante la primera parte del siglo XX floreció la investigación sobre el aprendizaje, principalmente dentro de la teoría conductista. Sin embargo, a partir de los setenta, el foco de la psicología comenzó a cambiar de una orientación conductista a una cognitiva.

La psicología cognitiva se dedica a estudiar procesos involucrados en el manejo de la información por parte del sujeto. El interés en estos procesos, aplicados al estudio de cómo aprender el ser humano, dio origen a varias teorías cognitivas del aprendizaje.

## Teoría psico-genética

Jean Piaget es gestor de la teoría psico-genética, la cual a partir e los principios constructivistas plantea que el conocimiento no se adquiere solamente por interiorización del entorno social sino que predomina la construcción realizada por parte del alumno (Arancibia 1991, pp. 76-79).

El problema principal de esta teoría es, por lo tanto, epistémica y se resume en la pregunta: ¿Cómo se pasa de un cierto nivel de conocimiento a otro de mayor validez? de 1920 a 1935 Piaget realizó cientos de investigaciones que dieron origen a su teoría y después, de 1935 a 1955 las realizó con otros colegas entre los que destacan B. Inhelder y A. Szeminska, y más adelante de 1955 a 1980 por un grupo de investigadores (Hernández 1991, pp. 103-110).

Según Pansza (1982, pp. 103-110) algunas nociones de esta teoría son:

La *acción*: por medio de ella los objetos son incorporados por el sujeto, asimilados a los esquemas de acción. La acción produce el conocimiento, es decir, depende de ella.

El *esquema*: conjunto estructurado entre las características generalizables de la acción, es decir, aquellas que permitan reproducir la misma acción o aplicarlas a nuevas situaciones.

La *asimilación*: acción del organismo sobre los objetos cercanos; acción directamente relacionada con las conductas anteriores a los mismos objetos o similares, modificándolos e imponiéndoles una estructura propia.

La *acomodación*: El sujeto y el medio interactúan entre sí, entendiéndose que el ser viviente no experimenta impasiblemente la reacción de los objetos que los rodean, sino que esta reacción influye en el ciclo asimilador acomodándolo a ellos.

*E:structura*: Como un sistema de transformación que contiene leyes y que se conserva o que se enriquece en el mismo juego de sus transformaciones, sin que éstos lleguen a un resultado fuera de sus límites o necesiten unos elementos exteriores.

Con respecto al desarrollo cognitivo de los sujetos, Piaget identifica cuatro etapas: etapa sensorio- motriz, etapa preoperacional (2 a 7 años), etapa operacional concreta (7 a 12 años) y etapa de las operaciones formales (12 años en adelante).

Cada etapa se caracteriza no sólo por una mayor inteligencia, sino, por una inteligencia diferente y creciente más compleja. Aquí nos vamos a centrar en las etapas de operación concreta y en la de operaciones formales, por ser la transición de niño a adolescente.

*Etapas de las operaciones concretas.* Se caracteriza por la habilidad para manejar conceptos y operaciones. El pensamiento del niño se torna reversible, pues puede representar las transformaciones y no solamente los estados finales de las cosas; no obstante, las operaciones que dominan son concretas, no abstractas. Por ello, la habilidad para generar el aprendizaje es limitada, ya que lo que aprende en un contexto no es transferido fácilmente a otro.

*Etapas de las operaciones formales.* se caracteriza por el dominio de conceptos y operaciones abstractas. En esta situación es posible aplicar el razonamiento y las habilidades para la resolución de problemas en contextos diferentes a aquellos en los cuales fueron adquiridos (Arancibia 1999, pp. 76-79).

De lo anterior, se desprende la importancia que la teoría psico-genética atribuye a la acción como constructora de esquemas y estructuras mediante el proceso de asimilación-acomodación considerando el nivel de desarrollo cognitivo de los alumnos.

#### Teoría del Aprendizaje significativo.

Ausubel (1978, pp. 337-38) propone una explicación teórica del proceso de aprendizaje desde el punto de vista cognoscitivo, pero considerando otros factores tales como la motivación. Para él, el aprendizaje representa la organización e integración de información en la estructura cognoscitiva del alumno.

Al igual que otros teóricos, Ausubel considera que existe una estructura cognoscitiva en el sujeto, en la cual se integra y procesa la información.

Está formada por sus creencias y conceptos, los que deben de considerarse al planificar la enseñanza de tal manera que puedan servir de anclaje para conocimientos nuevos. Según Díaz Barriga (1993, pp. 2-9) algunas de las ideas más importantes de esta teoría son:

El elemento más importante que influye en el aprendizaje, es aquello que el alumno ya sabe. Indáguese esto y enséñese de acuerdo a ello.

Aprender significativamente consiste en que el alumno sea capaz de relacionar el nuevo conocimiento de manera no arbitraria; si no substancial, con lo que ya sabe (estructura de conocimiento) para lo cual se necesitan dos requisitos.

- a) Que el alumno quiera relacionar las ideas nuevas con la estructura de conocimientos que ya tiene.
- b) Que las ideas nuevas sean potencialmente significativas para el alumno (significatividad lógica y psicológica).

De manera no arbitraria, es decir no al azar, sino de manera plausible. De esta forma, las ideas nuevas son congruentes con las ideas existentes en la estructura cognitiva del alumno.

De manera substancial, es decir, no literalmente palabra por palabra, sino que sólo la sustancia de un párrafo. El mismo concepto o idea podrían expresarse en otra forma y deberían seguir comunicando el mismo significado.

#### Tipos de aprendizajes significativos

*Aprendizaje de representaciones:* Es el tipo básico de aprendizaje significativo del cual dependen los demás. En él se asignan significados a símbolos (por ejemplo palabras) es decir, es el aprendizaje que designa a los objetos por su nombre.

*Aprendizaje de conceptos:* El aprendizaje de ideas generales que representan un conjunto de elementos para identificar o distinguir un objeto o fenómeno.

*Aprendizaje de proposiciones:* Es captar el significado de nuevas ideas expresadas en forma de proposiciones. Este aprendizaje se puede presentar de tres maneras:

1.-Aprendizaje subordinado: Se presenta cuando una proposición se relaciona significativamente con algunas proposiciones más generales de la estructura cognitiva del alumno.

2.-Aprendizaje supraordinado: Ocurre cuando el alumno aprende una nueva proposición que puede abarcar varias ideas ya establecidas.

3.-Aprendizaje combinatorio: Se presenta cuando una proposición no se puede relacionar con ideas subordinadas o supraordinadas particulares de la estructura cognitiva del alumno pero es relacionable con un fundamento amplio de ideas generales relevantes de tal estructura.

De lo anterior, se desprende que para lograr un aprendizaje significativo es necesario indagar lo que el alumno ya sabe y que la nueva información se relacione con un aspecto relevante de la estructura del estudiante. El aprendizaje significativo, por lo tanto, ocurre cuando la nueva información se enlaza a las ideas o conceptos que existen previamente en la estructura cognitiva del que aprende.

Teoría del enfoque histórico-cultural.

Lev Vygotsky es el fundador de la teoría sociocultural en psicología. Destacó la importancia de la interacción social en el desarrollo cognitivo y propuso una nueva relación entre desarrollo y aprendizaje. El desarrollo es motivado por el aprendizaje.

Algunas nociones importantes de esta teoría según Hernández (1991, pp.121-132) son las siguientes:

- El conocimiento se da en la interacción entre el sujeto y el objeto de conocimiento (influencia recíproca).
- Actividad del sujeto como una práctica social sometida a las condiciones histórico-culturales.
- La interacción entre el sujeto y el objeto de conocimiento está mediada por el uso de instrumentos socioculturales: las herramientas y los signos.

- El sujeto construye-reconstruye las funciones psicológicas superiores y la conciencia por medio de la actividad mediada, en interacción con su contexto socio-cultural.
- El lenguaje es de origen social producto de la evolución socio-cultural.
- El desarrollo es la serie de cambios cualitativos en el sujeto que aprende.
- El alumno es el que construye el conocimiento, el cual se traslada de un nivel interindividual a un nivel intraindividual.
- Para el desarrollo cognoscitivo y socio-cultural, la interacción social con los otros (expertos) es de suma importancia.
- El maestro debe ser un creador de zonas de desarrollo próximo y promover situaciones interactivas según los alumnos.
- Entre el aprendizaje y el desarrollo existe una interacción, donde el aprendizaje antecede al desarrollo.
- La imitación y el discurso lingüístico, son procesos importantes en el aprendizaje.
- La enseñanza es indispensable en el desarrollo de las funciones psicológicas superiores (reorganiza, mediante la zona de desarrollo próximo, el avance de las funciones psicológicas y permite la aparición de los conceptos científicos).
- Los procesos de desarrollo dependen de los procesos educativos, ambos están relacionados desde el nacimiento: el niño es participante de un contexto socio-cultural y existen los otros (expertos), quienes interactúan con él para transmitirle la cultura.
- Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) es la distancia entre el nivel de resolución de una tarea que el alumno puede lograr actuando independientemente y el nivel que puede alcanzar, con el auxilio de una persona más competente o experta en esa tarea.

Como se puede deducir, La Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) caracteriza la relación entre aprendizaje y desarrollo. Entre ambos existe una interacción, donde el aprendizaje potencia el desarrollo de ciertas funciones cognitivas. Así, la planificación de la enseñanza-aprendizaje no debe hacerse sólo para respetar las limitaciones del desarrollo real del alumno, sino también para obtener provecho de su desarrollo potencial.



### Teoría del Procesamiento Humano de la Información (PHI)

Para el logro del aprendizaje se requiere de una gran actividad del estudiante y, dicha actividad, es de naturaleza interna, por lo cual es necesario tener en cuenta procesos tales como la atención, la memoria, el pensamiento, la imaginación y el lenguaje. Dichos procesos son estudiados por la teoría del Procesamiento Humano de la Información (PHI), cuyos aspectos más importantes son de acuerdo con Pérez (1992 pp. 35-61):

- El modelo de procesamiento de Información considera al hombre como un procesador de información, que puede elaborarla y actuar de acuerdo con ella.
- Registro sensitivo: Que recibe información interna y externa.
- Memoria a corto plazo (MCP): que ofrece breves almacenamientos de la información seleccionada.
- Memoria a largo plazo (MLP): que organiza y conserva la información durante períodos más largos.
- Atención: que trabaja con orientaciones selectivas y asimilaciones de estímulos específicos.
- Almacenamiento: retención organizada de la información codificada.
- Codificación: que implica la traducción a símbolos de los estímulos, de acuerdo con varios factores (características físicas, semánticas).
- Almacenamiento: retención organizada de la información codificada.
- Recuperación: que implica la utilización posterior de la información almacenada para guiar los resultados y respuestas.
- La enseñanza debería orientarse a lograr el desarrollo de habilidades de aprendizaje de tal forma que les permita a aprender y/o aprender a pensar.

De lo anterior, podemos inferir que el alumno es un sujeto activo procesador de información, quien posee una serie de esquemas, planes y estrategias para aprender a solucionar problemas, los cuales a su vez deben ser desarrollados. Es la capacidad cognitiva del alumno donde está el origen y finalidad de la situación instruccional y educativa; por lo cual, es necesario darle oportunidad para desempeñarse en forma activa ante el conocimiento y habilidades que queremos enseñarle.

El maestro debe propiciar que el alumno de manera significativa, aprenda a aprender a pensar. Su papel en este sentido se centra sobre todo en diseñar y organizar experiencias didácticas que logren esos fines.

## 1.2. Contribuciones de la historia y filosofía de la ciencia al constructivismo

Las aportaciones de la historia y la filosofía de la ciencia nos indican que cuando se producen cambios o revoluciones científicas no sólo hay una transformación de la teoría "vieja" sino que también se producen cambios en las formas de ver el mundo (componente ontológica), en las formas de razonar - componente epistemológica -, en los métodos (componente metodológica) y en los propios valores y propósitos de la nueva teoría (componente axiológica) (Duschl y Gitomer 1991, pp.839-858; Mortimer 1995, pp. 267-285).

Asimismo es posible establecer una estrecha relación entre las nuevas aportaciones de la historia y filosofía de la ciencia y de la tesis constructivista. En este sentido, los cambios que se producen en una teoría "aceptada" cambios "blandos" frente a los cambios paradigmáticos o revoluciones científicas Kuhn (1975, pp.120-190) son graduales debido a que tiene en su haber muchos éxitos y existen etapas de modificaciones parciales donde se explora una nueva teoría que promete nuevos resultados. Sólo después de resolver muchos nuevos problemas, esta exploración puede conducir a su "aceptación" real.

Mientras tanto se van incorporando nuevos elementos a la teoría anterior sin que se abandone. Por otra parte, este cambio es un proceso colectivo influido no sólo por criterios de validez interna al propio cuerpo teórico basados en una lógica deductiva, sino también por criterios de validez externas como valores personales, contexto sociológico de la comunidad científica, presiones políticas... etc. Por tanto, cuando se produce uno de estos cambios no sólo hay una transformación de los conceptos de la anterior teoría sino también se producen transformaciones epistemológicas y axiológicas.

Si se acepta que el aprendizaje de las ciencias implica ayudar a que los estudiantes puedan discriminar entre su cultura cotidiana y otra muy diferente, más rigurosa, como la cultura científica, con todo lo que ello significa no sólo de coexistencia conceptual entre dos culturas sino, además, del cambio efectuado en todos aquellos componentes epistemológicos, ontológicos y axiológicos interdependientes al pasar de una cultura a otra,

se puede comprender el fracaso parcial de aquellas estrategias centradas solamente en el cambio conceptual.

Las aportaciones anteriores nos sugieren que las estrategias de cambio conceptual deben ir acompañadas de un profundo cambio epistemológico, ontológico y axiológico. Así pues, una de las dificultades principales para una adecuada construcción de los conocimientos científicos no reside en la existencia de preconcepciones o esquemas alternativos, sino en la metodología que está en su origen.

Se constata, en efecto, que los estudiantes pueden utilizar estrategias de aproximación a los problemas, caracterizadas por una tendencia a generalizar acríticamente con base en observaciones cualitativas no controladas, que conducen a evidencias de "sentido común". Esta forma de abordar los problemas, esta "metodología de la superficialidad" se caracteriza por buscar respuestas rápidas y seguras, obtenidas a partir de simples observaciones cualitativas no sometidas a ningún tipo de análisis (Carrascosa y Gil 1985, pp. 113-120).

Este tipo de metodología es la que está presente, por ejemplo, en la física pregalileana, conocida como física del sentido común. Justamente la física clásica nace como manifestación de un modo diferente de conocer al sentido común. Como ruptura con una estructura cognoscitiva basada en el tratamiento cualitativo de casos puntuales, en las evidencias sensoriales y en las afirmaciones definitivas y seguras.

Esta nueva hipótesis supone aceptar que el cambio conceptual será difícil sin el cambio metodológico. Es decir, sólo haciendo que el alumnado practique, apoyados por el profesor, aspectos esenciales de la metodología científica como por ejemplo, plantearse y precisar problemas, emitir hipótesis, realizar diseños de experimentación, analizar resultados, etcétera., podrán superar la metodología del sentido común y, consecuentemente, construir conocimientos científicos (Gil et al. 1991, pp. 19-78; Bandería et al. 1995, pp. 120-124).

Por otra parte, también es necesario tener en cuenta las condiciones contextuales (históricas y sociológicas) en que se han dado las construcciones científicas. Es decir, hay que asumir que los conocimientos se construyen principalmente de forma cooperativa. No sólo se

aprende cuando se construye individualmente el conocimiento sino, también, es necesario dialogar y comunicarse con las demás personas, compartiendo significados e integrándose en la misma cultura científica.

En este sentido es preciso no confundir "construcción personal" con "construcción aislada". La interacción con el profesor y otros compañeros debe construir una estrategia potencialmente eficaz para aspirar a estudios cognitivos más elevados y compatibles con los científicos. Cabría resaltar que esta interacción creativa debe extenderse a los grupos de estudiantes que trabajan juntos, entre sí y con el docente (Gil et al, 1991, pp. 19-78; Wheatley 1991, pp. 9-21).

En resumen, las contribuciones de la historia y de la epistemología de la ciencia nos permiten superar el reduccionismo de los modelos de cambio conceptual centrados exclusivamente en los contenidos conceptuales y recuperar como objetivo la familiarización de los estudiantes con las formas de razonamiento científico: Plantearse y precisar problemas, emitir hipótesis, realizar diseños experimentales, analizar resultados, etcétera. Este cambio, a la vez, conceptual, epistemológico y actitudinal favorecerán estrategias centradas en el tratamiento de situaciones problemáticas abiertas de interés que responden a un modelo constructivista de aprendizaje como investigación, que trataremos más adelante.

### 1.2.1. Historia de la electricidad como aportación al constructivismo

Bachelard en su libro "La filosofía del no" (1968, pp. 140-145) indica que existen múltiples vías para conceptualizar la realidad en términos científicos. Explica que es posible que cada individuo pueda tener varios perfiles epistemológicos para cada concepto científico. Sin embargo, aunque estos perfiles individuales surgen como resultado de un análisis psicoanalítico de cada individuo, las categorías que constituyen las diferentes visiones sobre un concepto pertenecen al intelecto colectivo.

En este sentido, cuando se habla del paralelismo entre la construcción del conocimiento científico en la historia de la humanidad y en la mente del estudiante, se suele apuntar a ciertas similitudes entre las concepciones epistemológicas que se han producido en el desarrollo de una teoría científica y los diferentes perfiles conceptuales de los estudiantes

en la comprensión de esa teoría. Estos vienen caracterizados como ideas jerarquizadas en orden creciente de poder de explicación del fenómeno considerado. Así mismo, como ya hemos apuntado anteriormente, cada idea no sólo puede ser epistemológicamente sino, también, ontológicamente diferente.

Cuando los conceptos alternativos de los estudiantes forman un obstáculo epistemológico y ontológico para desarrollar una explicación de nivel más complejo, es necesario tratar la contradicción. Para superarla será preciso encontrar un camino de explicación de nivel más complejo que el enseñado hasta ahora, pero que no significa necesariamente abandonar la anterior idea que continua formando parte del perfil cognitivo individual del estudiante. De acuerdo con lo anterior, será necesario determinar las diferentes ideas epistemológicas del desarrollo de una teoría. La historia de la ciencia es una importante fuente de información, no sólo para los niveles elementales sino también para niveles avanzados.

A continuación, se concretarán las diferentes ideas para el campo de la electricidad, haciendo un análisis de las principales aportaciones epistemológicas a la construcción de la electricidad como ciencia. Se comenzará describiendo aquellos modelos que definieron las primeras ideas sobre la naturaleza eléctrica de la materia para después continuar introduciendo aquellas pre-teorías semi-cuantitativas que se desarrollaron y que finalmente, tras controvertidos debates y saltos cualitativos, desembocaron en las teorías actuales (Holton y Roller 1963, pp. 42-48; Whittaker 1987, pp. 98-110).

#### El modelo de los efluvios de Gilbert.

Durante la edad media prevaleció la hipótesis de los filósofos griegos que explicaban los fenómenos eléctricos mediante teorías animistas donde se otorga vida y conciencia a todo tipo de materia, animada o inanimada. Por consecuencia la explicación de la atracción repulsión física entre objetos como manifestaciones del amor u odio, respectivamente, que se profesan.

Fue William Gilbert quien en 1600 estableció una diferencia entre el efecto del ámbar y el magnetismo, para ello inventó el "versorio" (indicador de madera pivoteado de modo que pueda girar). Al mismo tiempo experimentó con otros materiales y realizó la primera clasificación entre materiales "eléctricos" y "no eléctricos", indicando la forma procedimental de realizar la clasificación (al frotarlos hacen girar o no el "versorio"). Esta forma de trabajar implicaba un cambio metodológico respecto a la época anterior, ya que fundamentaba esta clasificación en un criterio experimental. La electricidad es considerada como una propiedad universal de los "materiales eléctricos" que es liberada al frotarlos.

El fenómeno de atracción de cuerpos ligeros por un cuerpo frotado se explica por Gilbert al suponer que éste emite unos "éfluvios" que al regresar arrastran los objetos ligeros que hay a su alrededor.

El modelo del "éfluvio" proporcionó en su tiempo una base para posteriores investigaciones, pronto falló a la hora de dar explicación a los fenómenos de repulsión eléctrica. Estos fenómenos fueron descubiertos por Nicolo Cabeo después de la muerte de Gilbert.

Stephen Gray y Francois Du Fay modificaron posteriormente la teoría de Gilbert. Gray descubre la conducción eléctrica y, posteriormente, clasifica los materiales en "conductores" y "no conductores", sin explicitar las posibles causas de estos fenómenos.

Du Fay propuso la hipótesis de la existencia de dos clases de electricidad para explicarlos. Influido por la teoría de los "vórtices" que Descartes había ideado para explicar la atracción gravitatoria, Du Fay justifica la atracción y repulsión eléctricas mediante la existencia de torbellinos de éfluvios alrededor de los cuerpos electrizados, que al interactuar obligan a los cuerpos cercanos a moverse. Esta propuesta enriquecía a la de Gilbert.

#### El modelo el fluido de Franklin

A mediados del siglo XVIII el término "electricidad" empezó a significar una sustancia o fluido que se suponía estaba dentro de los cuerpos cuando se electrizaban. Este significado estaba apoyado, por un lado, por los experimentos (era difícil evitar la idea de que algún tipo de fluido se desplazaba cuando al frotar un tubo de vidrio agregado a una línea de varios metros de largo, quedaba electrizado el extremo de la línea) y por otro lado, por el lenguaje

utilizado por Gray y Du Fay. El paradigma newtoniano dominaba y su influencia se extendía a muchas ramas de la ciencia, como por ejemplo, atribuir carácter sustancial (fluido) al calórico o al flogisto.

Franklin proponía la hipótesis de que todos los cuerpos contienen una cantidad de fluido (electric fire) en su estado neutro. Se definía este fluido o "Sustancia eléctrica" como un conjunto de partículas que se repelían mutuamente y que podían penetrar en la materia ordinaria (Franklin 1989, pp. 10-14). El modelo así enunciado permitía explicar los fenómenos eléctricos descubiertos en la época como la electrización por frotamiento, las atracciones y repulsiones eléctricas y la conducción eléctrica.

La electrización por frotamiento se explica suponiendo que el cuerpo frotado adquiere una cantidad extra de fluido o pierde parte de su cantidad "normal" de fluido, de forma que el cuerpo queda cargado "positiva" o "negativamente" respectivamente. El hecho de que el modelo afirme que todas las electrizaciones se deben a un movimiento de materia eléctrica — lo que gana un cuerpo lo pierde el otro— implica aceptar no sólo la transferencia sino también la noción de conservación de la carga.

De forma coherente, en el proceso de conducción eléctrica, cuando dos conductores se tocaban, o se ponían suficientemente cerca como para que saltase una chispa entre ellos, se consideraba que si el conductor no estaba electrizado, recibía fluido de un conductor electrizado previamente, o cedía parte del suyo si el otro estaba electrizado negativamente. Es decir, el movimiento de la carga es causado de forma "natural" por el desequilibrio inicial existente por la cantidad de fluido de los cuerpos en contacto, de manera analógica a lo que ocurriría al unir dos alturas distintas de un líquido (modelo hidrostático).

Los fenómenos de atracción o repulsión eléctricos se explican mediante el establecimiento de la regla empírica de la electricidad por la que cuerpos electrizados con signo diferente se atraen y cuerpos electrizados del mismo signo se repelen. Aunque en lo que concierne a la explicación de la repulsión entre cuerpos cargados negativamente fue F. Aepinus quien la completó, al proponer la idea de que las moléculas de "materia ordinaria", privadas de la "electricidad" que les es normal, se repelen entre sí exactamente igual que las partículas de materia eléctrica.

Posteriormente W. Watson (1715-1787) introduce como causa del movimiento del fluido eléctrico una cierta compresibilidad (modelo gaseoso). Esta presión del fluido eléctrico puede considerarse como un primer concepto cualitativo que procede a lo que hoy entendemos por diferencia de potencial y que volverá a aparecer más adelante en la explicación dada por el propio Ohm a su famosa ley (Bensheguir 1987, pp.44-52).

Otro elemento a destacar de la teoría de Franklin (1789) es la confusión de los conceptos de electricidad, o materia eléctrica y la atmósfera eléctrica que rodea a los cuerpos cargados, es decir, en el fondo su campo de fuerza. Esta confusión era corriente a mediados del siglo XVII, se encuentra también en las ideas de sus contemporáneos W. Watson (1715-1787) y el abate Nollet (1700-1770) (Rodríguez 1983, pp. 18-22). Los trabajos de Coulomb y la impregnación definitiva de las ideas newtonianas en la electricidad harán abandonar por completo

la idea de atmósfera eléctrica. Volverá a aparecer con Faraday, pero muy modificada, muchísimo más precisa y más directamente relacionada con la experiencia.

La teoría mecanicista de Coulomb.

Hacia el último tercio del siglo XVII se opinaba que para un rápido avance de la electricidad era necesario establecer bases cuantitativas y definir magnitudes de forma operativa. A pesar de que Franklin había introducido el concepto de carga eléctrica o "cantidad de sustancia eléctrica", ni él ni sus sucesores fueron capaces de medirla. En este sentido, de nuevo se pone de manifiesto la importancia de la metodología científica, ya que como es sabido, para diseñar experimentos de medida es necesario una hipótesis que los guíe y, éste era precisamente el problema que tenían los sucesores de Franklin.

En tales circunstancias tuvieron que tomar como referencia alguna otra parte de la ciencia más desarrollada, que además de poseer conceptos fundamentales definidos de forma operativa, tratase de fenómenos de características similares a los de la electricidad.

Coulomb relaciona por primera vez la "masa eléctrica", es decir la carga eléctrica, en valores absolutos con magnitudes mecánicas fundamentales de forma que puede ser sometida a cálculos.



El nuevo modelo que surge es mecanicista que define la carga de forma operativa a partir de sus efectos dinámicos (según la ley de Coulomb) y no se define sobre el modelo de fluido único de Franklin. El modelo coherente con la física de Newton introduce "la acción a distancia" que actúa de forma instantánea entre los cuerpos cargados, siendo las fuerzas de tipo central calculables con base en la ley mencionada. De hecho, los científicos imaginaban ahora el fluido eléctrico constituido por partículas eléctricas que permanecían en el cuerpo durante las atracciones y repulsiones, ejerciéndose fuerzas entre sí a distancia sin intermedio de ningún soporte material.

Durante el siglo XVIII los físicos tenían la costumbre de utilizar en todos los dominios las "acciones a distancia" y comprendieron que las fuerzas de contacto, que nos son más familiares, en el fondo no son más inteligibles que aquellas.

En otras palabras, la teoría de Coulomb extendía la mecánica de Newton a la electricidad. De esta forma, se acepta el modelo que subyace en la mecánica newtoniana, que en cierta medida es comparable a la teoría de Demócrito: el mundo está constituido por "corpúsculos" sólidos y extensos, y por el espacio vacío. Sin embargo, en la teoría de Newton se introduce una tercera entidad, la fuerza. Cada "corpúsculo" posee la propiedad de "actuar a distancia" y ejercer fuerzas directas e instantáneas sobre otros cuerpos del universo.

La poca relevancia dada por la mecánica newtoniana al medio material existente entre las cargas es coherente con su posición cosmológica contraria a la del mecanicismo cartesiano que se venía discutiendo desde finales del siglo XVII.

En lo que se refiere a los avances que representaba la teoría coulombiana respecto a los anteriores modelos, hay que indicar que explica los fenómenos de carga por inducción de manera más detallada y concreta. Establece la separación temporal de cargas de distinto signo en un cuerpo neutro sometido a la influencia de otro cuerpo cargado y, mediante la hegemonía de las interacciones debidas a la menor distancia entre cargas de distinto signo, explica los fenómenos de atracción de cuerpos ligeros por cuerpos electrizados.

En el siglo XVIII los fenómenos mecánicos se estudiaban matemáticamente y se soslayaba hacer hipótesis sobre los átomos y la naturaleza de las fuerzas, paradójicamente, el calor y la electricidad, se explicaban suponiendo la existencia de "fluidos" imponderables.

del calor y de la electricidad, y de fuerzas que actuaban entre las partículas de estos "fluidos" y los átomos de la materia ordinaria.

Sin embargo, la física del siglo XIX se destaca por el papel unificador del nuevo concepto de energía (Harman 1990, pp. 58-65). Este impulso dado a la creación de una física unificada fue impactado por corrientes filosóficas que se oponían al mecanicismo newtoniano con respecto a la visión del mundo como de la forma en que los humanos conocemos dicho mundo. A continuación y en forma breve se comentan las relaciones entre filosofía y ciencia a principios del siglo XIX que ponían a discusión el modelo coulombiano.

En 1800, aparece una filosofía de la naturaleza, que proponía una visión dinámica de la naturaleza basada en dos postulados, el de la "unidad" y el de la "polaridad". Según el primero, la naturaleza forma un todo, un sistema único y dinámico en el que las fuerzas se transforman de muchas maneras; según el segundo, estas fuerzas son negativas unas y otras positivas, y se oponen en una especie de lucha perpetua en la que equilibrios y desequilibrios van alternándose (Mason 1985, pp. 27-35).

En la misma época aparece la filosofía de Immanuel Kant, en la misma línea de unificación de los fenómenos naturales, que tuvo una incidencia especial a nivel de metodología científica al teorizar sobre la forma en que la humanidad puede conocer la realidad. Ampere basándose en parte en esas teorías propuso un método de investigación científica.

En este método, el científico explica los fenómenos mediante hipótesis, posteriormente inicia un proceso de deducción a partir de las corrientes teóricas aceptadas, esta deducción requiere la comprobación experimental y la probabilidad de que una teoría sea válida aumenta conforme pone de manifiesto su capacidad para resistir la evidencia experimental. En otras palabras, Ampere propone que lo característico del trabajo científico es el método de las hipótesis y no el método inductivo propuesto por los empiristas.

Nuevos hechos experimentales planteaban dificultades al modelo coulombiano, en particular podemos mencionar los siguientes.

a).- La teoría ondulatoria de J.A. Fresnel que suponía que la luz se propagaba mediante las vibraciones de un éter mecánico, introdujo la óptica en el marco de una concepción de transmisión de la interacción "paso a paso" a través del medio material. De esta forma, fue capaz de explicar resultados que difícilmente podía explicar la teoría de Newton de la naturaleza corpuscular de la luz.

b).- En 1800 Volta había descubierto que se podía producir corriente eléctrica continua disponiendo materiales de una forma determinada. Poco después, ese mismo año, Nicholson y Carlisle demostraron que la corriente eléctrica podía descomponer sustancias químicas en disolución acuosa y, en particular, el agua.

Esta conversión de una "fuerza" en otra (eléctrica en química) no cabía en los esquemas newtonianos. Estos hechos venían a apoyar las tendencias filosóficas que defendían la unidad de las fuerzas de la naturaleza. Estas concepciones quedarían resaltadas en 1840 cuando se formuló la ley de la conservación de la energía sometiendo los fenómenos de la luz, calor, química, electricidad y magnetismo a un marco de principios generales.

### 1.3. Aportaciones de la investigación educativa al constructivismo

En la sección anterior (1.2) ya se hizo referencia a un modelo de enseñanza-aprendizaje, ligado inicialmente a las investigaciones realizadas sobre los esquemas conceptuales alternativos de los alumnos y las dificultades existentes para sustituirlos.

Dichas investigaciones han dado origen a un modelo de enseñanza-aprendizaje que podemos denominar constructivista que se nutre de la filosofía, la historia, la psicología, etc. Al igual que otros conceptos, el constructivismo constituye "un paradigma psicológico-epistemológico difícil de definir de forma que dicha definición sea aceptada por el conjunto de integrantes de esta corriente" (Martínez Delgado 1995, pp. 59-68). Este mismo autor señala que de los dos principios en los que se basa el constructivismo, en el campo educativo, se suele recurrir sólo al primero de ellos: "el conocimiento no es recibido pasivamente sino que es construido de una forma activa por el sujeto cognoscente".

Las consecuencias de dicho principio para el profesorado que desarrolla estrategias de enseñanza-aprendizaje, las resume Driver (1986, pp. 3-15).

- a).- Lo que hay en el cerebro del que aprende tiene importancia
- b).- Encontrar significado a nuevas informaciones supone establecer relaciones.
- c).- Quien aprende construye activamente significados.

Las concepciones o representaciones del alumno se consideran distanciadas del verdadero pensamiento científico, aunque constituyen un esquema conceptual coherente y resistente al cambio, de forma que suponen un obstáculo para la adquisición de dicho conocimiento. Surgen entonces una serie de propuestas centradas en la idea de cambio conceptual (Posner et al, 1982, pp. 211-277; Driver 1986, pp. 3-15; Pozo 1987, pp. 109-113) para producir el aprendizaje de las ciencias, según éstas, el currículo se concibe como una serie de situaciones por medio de las cuales las representaciones del alumno pueden ser "reconstruidas", acercándose cada vez más a los verdaderos conocimientos científicos, de forma que se produzca un cambio en la estructura conceptual previa del estudiante.

Posner, Strike, Hewson y Gertzong proponen en 1982 (pp. 211-227) un modelo denominado "cambio conceptual" en el que el papel fundamental del profesor consistirá en diseñar y orientar la enseñanza con el objeto de que el cambio conceptual se produzca, proponiendo al alumno actividades que favorezcan esta reconstrucción conceptual.

Para ello se recomendaba:

- a).- Se produzca insatisfacción con los conceptos previos para lo cual es conveniente presentar un número suficiente de situaciones problemáticas que el esquema conceptual del alumno no pueda resolver.
- b).- Las nuevas ideas, que deben sustituir a las anteriores, sean inteligibles, plausibles (explique los fenómenos ya conocidos por el alumno) y fructíferas (deberán explicar las anomalías encontradas y ampliar el campo de conocimientos).

Se han desarrollado diversos modelos, que a pesar de sus diferencias, presentan tres momentos o fases comunes (Pozo 1987, pp. 109-113).

1. Una fase de explicitación de las concepciones: mediante la realización de experiencias o la presentación de un modelo conceptual alternativo. Se pretende en este primer momento hacer evidente al alumno su propia estructura conceptual.

2. Una fase de estructuración, dedicada a la creación, interpretación resolución y posible explicación de los conflictos cognitivos o dificultades (diferentes seguramente, para cada alumno). La resolución de estos conflictos tendrá una importancia diferente en cada caso, no será igual una discrepancia entre una predicción y una observación que entre dos concepciones distintas del propio alumno.

3. Una tercera fase de aplicación, dedicada a consolidar los conocimientos anteriores. En esta fase se debería aplicar la nueva teoría adquirida por el alumno como alternativa a sus concepciones espontáneas tanto a situaciones que antes resolvía el alumno como a nuevos contextos.

Se establece además un paralelismo entre el proceso de aprendizaje y el modo de producción de los conocimientos científicos, o lo que es lo mismo, los cambios del paradigma, según Kuhn (1975, pp. 120-190), que se producen en determinados momentos dentro de la comunidad científica. Lo que se espera, en cierta forma es que el alumno realice una auténtica "revolución conceptual" semejante a las anteriores (Pozo 1987, pp. 109-113). y que el profesor sea promotor de dicha revolución.

Entre los precedentes que fundamentan este proceso se pueden mencionar las ideas de Ausubel, según las cuales el aprendizaje de la ciencia consiste en una interacción entre la estructura conceptual previa de los alumnos, formada por conceptos jerarquizados y relacionados entre sí; desde niveles superiores, los conceptos más abstractos e "inclusivos" (mayor poder explicativo), hasta los de nivel más bajo, más concretos y "subordinados"; y la nueva información suministrada. Lo que podría conducir a dos situaciones diferentes:

a).- Que la información suministrada sea compatible con el esquema conceptual previo del alumno, en cuyo caso es incorporada a este (asimilación).

b).- Que los conceptos previos sean inadecuados para tratar la nueva información, de forma que se tenga que producir una reorganización de los conceptos existentes o se produzca una ruptura de los conceptos previos erróneos y se adopten las ideas nuevas. Se produce una incorporación no arbitraria ni literal de los nuevos conocimientos a la estructura cognitiva del alumno. En este caso estaremos ante un tipo de aprendizaje que Ausubel denomina significativo.

Ausubel propone un recurso que ayude a conseguir este aprendizaje, la búsqueda de un organizador previo, estructurador o incluso, una idea existente en la estructura cognitiva que puede relacionarse y servir de anclaje para el nuevo concepto que se trata de aprender.

La teoría de Ausubel presenta una serie de problemas que han producido decepción en la práctica, por una parte los organizadores previos han permanecido inconcretos, difíciles de identificar y de distinguir de otros objetos similares. Además la persistencia de los conocimientos previos, mencionados anteriormente, hace pensar que la transformación de los esquemas conceptuales es más difícil de lo que la teoría ausubeliana sugiere.

Consecuentemente y aunque las estrategias de cambio conceptual han ratificado su eficacia en diversos campos del aprendizaje de las ciencias. Sin embargo otros trabajos muestran las limitaciones de este tipo de propuesta práctica (Gil y Carrascosa 1985, pp. 70 - 81; Giordan y de Vecchi 1988, pp. 9-74). Se ha puesto de manifiesto, que ciertas ideas alternativas del alumnado: movimiento, fuerza gravedad etcétera son resistentes incluso cuando la instrucción se orienta explícitamente a conseguir dicho cambio (Driver 1988, pp. 109-120 White y Ginstone 1989, pp. 577-586) e incluso es más aparente que real, como lo demuestra la reaparición de concepciones que se creían superadas (calor, temperatura, etcétera) cuando el estudiante se enfrenta a nuevos problemas en contextos diferentes a los usados durante el proceso anterior de instrucción. Por ello en los últimos años la idea de cambio conceptual ha dejado de ser el objetivo básico del proceso de enseñanza y aprendizaje.

Este ha sido reinterpretado (Gil y Carrascosa 1985, pp. 231-236; Gil et al. 1991, pp. 19-78) como la existencia de una cierta similitud entre algunas ideas de los alumnos y ciertas concepciones en determinados periodos de la física y cuya transferencia fue difícil. Ello llevó a que Gil y Furió (1987, pp. 42-47) se cuestionaran si tiene sentido que los estudiantes reconstruyan los conocimientos que tanto tiempo y esfuerzo exigieran a la humanidad. Concluyen que la similitud entre las ideas intuitivas de los estudiantes y las concepciones preclásicas no es occidental, sino más bien el resultado de la metodología utilizada por la interpretación de los problemas.

Esta metodología, llamada de la "superficialidad" o del sentido común (Gil et al, 1991; Gil y Carrascosa 1985, pp. 231-236) se caracteriza por la certeza, la ausencia de dudas, el sentido común prevalece en las conclusiones, etc. Y lo que es más importante por sus consecuencias metodológicas, deducen que al igual que el paradigma preclásico sólo pudo ser desplazado por una nueva metodología que, aportaba la creatividad del pensamiento divergente con la contrastación de hipótesis mediante la experimentación en condiciones controladas y la búsqueda de una coherencia global, tampoco será posible el cambio conceptual sin un cambio metodológico y actitudinal (Gil y Carrascosa 1985, pp. 231-236; Solbes y Viles 1989, pp. 14-20) en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

De la misma forma que dicho cambio no fue nada fácil es lógico que lo mismo ocurriría con nuestros alumnos. Sólo si se le pone reiteradamente en situación de aplicar esta metodología, es decir, comprobar las hipótesis (preferentemente emitidas por ellos mismos) mediante experimentos controlados y la búsqueda de una coherencia global del esquema conceptual (que ellos deben considerar como una necesidad), será posible que superen la metodología del sentido común y tengan lugar los profundos cambios conceptuales que se precisan para la construcción de los conocimientos científicos.

Si el alumno construye sus esquemas conceptuales mediante conclusiones acrílicas y precipitadas a partir de observaciones meramente cualitativas, es evidente que sólo mediante un cambio metodológico podremos conseguir el aprendizaje significativo que buscamos. Para ello debemos:

- 1.- Poner al alumno en situación de aplicar la metodología científica, planteándole situaciones problemáticas, que tenga que resolver. Problemas de su interés, con un grado de dificultad adecuado, de los cuales deba de realizar un análisis cualitativo que permita comprenderlos y acatarlos, emitir hipótesis contrastables (lo que hará con base a su esquema conceptual).

- 2.- Elaborar estrategias de resolución que permitan contrastar de dichas hipótesis mediante experimentos diseñados meticulosamente (por él mismo y bajo la guía del profesor), y analizar los resultados obtenidos, realizando informes escritos, donde se relacionan posibles perspectivas (nuevos problemas, ciencia-técnica).

3.- Defender sus conclusiones frente a otros grupos de trabajo con el suficiente rigor científico fomentando la dimensión social del trabajo científico y una postura crítica, reflexiva y receptiva ante las ideas de sus compañeros.

Por otra parte, tal como señalan diversos autores, debemos considerar el importante papel que juegan las emociones del que aprende, es necesario que se produzca un esfuerzo deliberado por enlazar los nuevos conocimientos con los otros conceptos que posee el individuo, un compromiso por parte del estudiante de relacionar los nuevos conocimientos con lo que ha aprendido anteriormente. No basta con un cambio conceptual y metodológico, sino que es necesario también un cambio de actitud, ya que el aprendizaje es una experiencia afectiva, se requiere una cierta predisposición hacia el proceso de aprender.

Los alumnos son los responsables de su propio aprendizaje. Éste sólo tendrá lugar cuando construyan de forma activa sus propios conocimientos. La implicación del estudiante en su aprendizaje adquiere una especial relevancia, de aquí que entre las actividades que proponamos deban incluirse algunas que atraigan el interés del alumno hacia el problema objeto de estudio.

La construcción de conocimientos no se plantea pues, sólo para cuestionar ideas, para producir cambios conceptuales, sino como resultado de las investigaciones realizadas para resolver problemas de interés que tiene planteados la comunidad científica de una determinada época. Promovemos con ello un aprendizaje coherente con la orientación constructivista y la forma de elaborar la ciencia. La enseñanza de las ciencias, así concebida, responde más bien a las características de una investigación dirigida, en la que se organiza el trabajo del alumno, siempre a partir de sus ideas previas, como una actividad investigadora dirigida por el profesor en la que los resultados obtenidos, matizados, ampliados o puestos en cuestión por las aportaciones de los demás. El aprendizaje de las ciencias adquiere así características similares a la construcción de conocimientos por la comunidad científica.

Aunque el desarrollo del modelo estuvo inicialmente asociado a la línea de investigación centrada en las preconcepciones de los alumnos (Carrascosa y Gil 1984, pp. 113-120) los resultados obtenidos en otros dominios como la resolución de problemas (Gil y Martínez 1983, pp. 447-455) los trabajos prácticos (Gil y Paya 1984, pp. 73-79) la evaluación de conocimientos (Alonso 1992, pp. 127-138) las interacciones Ciencia-Técnica-Sociedad



(Solbes y Vilches 1989, pp. 14-20) etc., han hecho que éste haya llegado a adquirir independencia en sí mismo como propuesta de desarrollo de la actividad docente.

Algunas aportaciones recientes (Giordan y de Vecchi, 1988 pp. 9-74) vienen a reafirmar este paralelismo. El alumno, al tratar de comprender, no parte de la nada, sino que posee sus concepciones que le proporcionan un marco, una forma de razonar, que utilizará para interpretar las situaciones que enfrenta, para dar significado a las informaciones que recibe. El alumno aprende "a partir de" y "contra" sus propios esquemas mentales, que constituyen los instrumentos mismos de su aprendizaje, al igual que un científico que se encuentra inmerso dentro de una cierta teoría o paradigma e intenta interpretar a través de él los nuevos hechos.

### 1.3.1. Los programas de actividades.

Una propuesta en este sentido, fue realizada por Furió y Gil (1978, pp. 15-55): el desarrollo del tema mediante la utilización de programas de actividades a realizar por los alumnos. La idea que subyace en estos programas es favorecer, a través de las actividades propuestas, que los alumnos puedan construir y afianzar conocimientos, al tiempo que se familiarizan con las características básicas del trabajo científico y adquieren un interés crítico por la ciencia y sus repercusiones (Gil et al. 1991, pp. 19-78 ).

Por ello, en los programas de actividades, se plantean los trabajos prácticos como pequeñas investigaciones en las que el estudiante aplica la metodología científica: define el problema, emite la hipótesis, incluso diseña el experimento que le permitirá contrastarlas y, finalmente, analiza los resultados.

De la misma forma, se aplica a la resolución de problemas una metodología de trabajo que no puede ser otra que su abordaje como investigación, lo que permite a los estudiantes analizar cualitativamente el problema, definiendo las magnitudes relevantes, elaborar estrategias de resolución, analizar los resultados, etc. Se trata de organizar la enseñanza de la física de acuerdo con la metodología científica y favorecer así el necesario cambio conceptual y metodológico (Gil y Carrascosa 1985, pp. 231-236).

El propio proceso de evaluación se interpreta como un momento de reflexión y retroalimentación por parte del alumno sobre la labor realizada hasta ese momento, así como

de reorientación, por parte del profesor, del proceso de aprendizaje (Alonso 1992, pp. 127-138).

El objetivo que se pretende en la enseñanza de las ciencias dentro del modelo que estamos defendiendo exigirá que el conjunto de actividades que constituyen cada tema estén cuidadosamente estudiadas y programadas, que tengan una coherencia interna, un hilo conductor que de sentido al trabajo que deben desarrollar los alumnos, que resulte un verdadero programa de investigación que pueda orientar y prever el trabajo de los alumnos.

La idea de un trabajo así programado responde a las características de una investigación dirigida que no pretende desde luego, hacer creer a los alumnos que los conocimientos se construyen con la aparente facilidad con que ellos los adquieren, sino que se trata, con la ayuda del profesor como experto y director del trabajo; favoreciendo además el trabajo colectivo, cotejando constantemente los resultados que obtienen entre ellos y el profesor. Ello permite un seguimiento del proceso de aprendizaje por parte de ambos (auto evaluación y evaluación del docente) mucho más intenso que el que se produce en el sistema tradicional de transmisión-recepción.

Nuestra propuesta de actividades consiste en centrar las tareas en pequeños grupos, en torno a la realización de las actividades, potenciando el trabajo colectivo con los intercambios dentro de los distintos grupos (Driver 1986, pp. 3-15) y el profesor, lo que permitirá a los alumnos asomarse a una de las características fundamentales del trabajo científico, la insuficiencia de las ideas y resultados obtenidos por un único colectivo y la necesidad de cotejarlos con los obtenidos por otros y en nuestro caso, la necesaria participación del profesor como representante o porta voz del resto de la comunidad científica. Para alentar el continuo intercambio entre los grupos proponemos la realización ordenada de las actividades, seguida por una puesta en común y una posterior reformulación del profesor, que ayude así a completar y esclarecer el trabajo de los pequeños grupos (Gil et al. 1991, pp. 19-78).

En el diseño de las actividades se deberán tener en cuenta las aportaciones que se vayan realizando desde la investigación educativa y la necesidad de estar sometido a una cierta comprobación experimental constante, de tal forma que se pueda comprobar la vialidad o idoneidad de cada actividad y por lo tanto, el programa de actividades adquiere un carácter flexible. Aparecen entonces los programas de actividades, como un constante

trabajo de investigación aplicada, en continua elaboración de cambios y remodelaciones, producto de la experiencia obtenida de su aplicación y de las nuevas aportaciones de la investigación didáctica, lo que concede al trabajo del profesor la actividad de una tarea creativa necesaria para una acción docente eficaz y satisfactoria (Gil et al. 1991, pp.19-78).

Sin entrar en los detalles del diseño de programas de actividades, retomado de diferentes trabajos, así como sus posibles críticas señalaremos únicamente aquellos aspectos que nos parecen más relevantes del modelo constructivista.

La primera cuestión, será la elaboración de actividades que proporcionen a los alumnos una concepción e interés preliminar por el trabajo a realizar, teniendo en cuenta sus ideas, su visión del problema, sus intereses,... planteándolo como un tratamiento de situaciones problemáticas relacionadas con los objetivos y el hilo conductor de la materia que den sentido al trabajo que tienen que realizar, a la problemática a la que se enfrentan.

A partir de aquí el desarrollo del tema puede verse como el tratamiento del problema planteado; recordando, como hemos señalado con anterioridad, que se trata de recrear todo el trabajo de construcción de conocimientos, formulación de hipótesis, elaboración de estrategias, etc. para resolver los problemas incluidos los diseños experimentales la realización de los experimentos, el análisis de los resultados obtenidos, la introducción de nuevas magnitudes, etcétera.

La comprensión de las nuevas teorías podrá llevarse a cabo con el manejo de los nuevos conceptos en diferentes situaciones, que hagan posible, en su caso, la superación de preconcepciones, mediante actividades que permitan el establecimiento de semejanzas, diferencias, límites de validez de las expresiones y leyes, comparación de cantidades, etc., y muestren la coherencia del nuevo cuerpo de conocimientos.

Por último conviene plantear actividades de recapitulación, construyendo esquemas y construyendo síntesis que permitan a los alumnos consolidar una visión global de las interrelaciones entre los diversos campos de la ciencia.

Conviene además tener en cuenta el importante papel que juega la historia de la ciencia al mostrar la evolución del conocimiento científico y de las complejas interacciones

ciencia-técnica-sociedad, que además de su aspecto motivador ayudan a profundizar en la naturaleza de la ciencia y del propio conocimiento científico.

Las ideas enunciadas anteriormente, sobre aportes al constructivismo de algunas áreas del conocimiento, deben tenerse en cuenta en cualquier tema de física y, concretamente en los relativos al concepto de electricidad. Así, la introducción de estos conceptos según el modelo expuesto, con su énfasis en la conceptualización y en la familiarización con la metodología científica, evita los planteamientos empiristas y puramente operativos característicos de ciertos proyectos educativos en décadas pasadas.

En este apartado podemos concluir que es posible y necesario reconstruir la perspectiva sobre la enseñanza-aprendizaje de la física considerando los aportes de diferentes áreas del conocimiento para promover no sólo una evolución conceptual, sino, también procedimental y actitudinal en los alumnos.

#### Psicología educativa

La acción cognitiva del alumno, adolescente en la transición de la etapa de operaciones concretas a la de operaciones formales, como elemento básico en la construcción de su propio conocimiento. Las ideas previas de los alumnos y el establecimiento de relaciones con la nueva información para lograr un aprendizaje significativo. El docente debe actuar en la zona de desarrollo próximo (ZDP) del alumno como guía, orientador, supervisor y modelador. El alumno como procesador de información posee esquemas, planes y estrategias para aprender a solucionar problemas, y que el docente debe promover.

#### Historia y filosofía de la ciencia

Para la evaluación conceptual es necesario un cambio metodológico en la enseñanza-aprendizaje de la física, promoviendo que el alumno opere la metodología científica: plantearse y delimitar problemas, emitir y contrastar hipótesis, analizar resultados, etcétera.

#### Epistemología e historia de la electricidad

Es una importante fuente de información con respecto a la evaluación de las ideas en el campo de la electricidad; el modelo de efluvios de Gilbert. El modelo del fluido de Franklin y la teoría mecanicista de Coulomb.

### Investigación educativa

Ha aportado diferentes elementos para incorporar la planeación docente: ideas alternativas de los alumnos en diferentes temáticas de física, un cambio metodológico en la enseñanza-aprendizaje de la física (utilización de la metodología de la física con el apoyo del docente) y los programas de actividades.

## 2. EL ESCENARIO DEL PROBLEMA DE ESTUDIO

Este apartado está integrado por cuatro partes, en la primera se presenta la evolución de los conceptos en la enseñanza de la física en el Colegio de Bachilleres, en la segunda la dinámica de la innovación curricular que ha puesto en práctica el Colegio de Bachilleres: su modelo educativo, características de los alumnos de ingreso y perfil que se pretende en sus egresados en la tercera se mencionan los antecedentes más significativos de la institución y en la cuarta se mencionan los eventos más importantes de la formación docente. Para que el lector conozca el contexto del problema de estudio: el Colegio de Bachilleres institución de educación media superior que ha incorporado a su práctica educativa una perspectiva constructivista de la enseñanza-aprendizaje de la física a partir de 1992. Después de 10 años subsisten problemas que dificultan la operación de esta perspectiva, uno de ellos se aborda en este estudio: ¿Cuáles son las concepciones de ciencia y aprendizaje de los docentes de física en el Colegio de Bachilleres?

### 2.1 Los enfoques en la enseñanza de la física y el Colegio de Bachilleres

Hasta principios de la década de los setenta el enfoque desde el cual se estructuraban los contenidos y se establecía la metodología para la enseñanza-aprendizaje de la física permanecía anclada en la transmisión verbal de los conocimientos ya organizados, y en la que se observan características de la teoría asociacionista. Esta concepción del aprendizaje supone que cualquier actividad humana se puede descomponer hasta llegar a una serie de unidades a pequeña escala. Por lo tanto, como un conocimiento complejo estaría formado por la suma de unidades constituyentes más simples, el asociacionismo propone comenzar el aprendizaje por estas unidades pequeñas para lograr conocer aquél. La

forma de favorecer este proceso de aprendizaje se basa fundamentalmente en dos leyes. Según la primera, dos ideas muy próximas en el espacio o en el tiempo tienden a asociarse en la memoria (contigüidad); de acuerdo con la segunda, cuantas más veces se produzca una asociación (repetición), mayor será la retención de los conocimientos aprendidos.

La naturaleza rígida de la psicología asociacionista era consistente con y apoyada por las concepciones positivistas o empiristas de la naturaleza del conocimiento y la investigación hechas populares por Francis Bacon en 1620 y más tarde por Karl Pearson y un grupo de filósofos de la "Escuela de Viena" (García 1989, pp. 24-29).

Estas ideas hegemónicas en el campo de la psicología hasta mediados de los setenta, y llevadas a la educación dieron lugar a una forma de conocimiento de tipo analítico, que requiere jerarquizar los conocimientos para que el aprendizaje se inicie por los conceptos más simples antes de enfrentarse a los más complejos (Pozo 1989, pp. 22-25). Supone también un tipo de aprendizaje repetitivo y considera al estudiante como receptor pasivo de información y al profesor como trasmisor de conocimientos (Novak 1988, pp. 213-223). En la enseñanza-aprendizaje de la física una de las consecuencias más palpables del modelo de transmisión-recepción fue la tendencia a limitar los contenidos de aprendizaje a aspectos estrictamente conceptuales, y en particular, hechos y leyes, según una visión positivista de la física.

Sin embargo, la idea de que la ciencia no es simplemente un cuerpo teórico de conocimientos sino que también incluye un método de trabajo, según Reid y Hodson (1993, pp. 37-48) el método científico. Esta idea nace contra una enseñanza excesivamente memorística de los contenidos conceptuales de la ciencia y trataba de resaltar la importancia que tenía la experimentación en las construcciones científicas así como el valor formativo de sus métodos.

Después de algunas décadas y de manera pendular vuelven a emerger estas ideas. Empiezan a reaparecer intentos serios de aproximar el aprendizaje de las Ciencias al trabajo científico (Dewey 1945, pp. 119-123). Pero más propiamente es en 1957 cuando finaliza un largo período de estabilidad en el currículo escolar de ciencias. La conmoción producida por el adelanto de los soviéticos en la carrera espacial y la extensión de la enseñanza a capas

cada vez más amplias de la sociedad, debido a una mayor demanda de ciudadanos mejor formados científicamente (por necesidades de la revolución tecnológica que entonces se iniciaba), pusieron de manifiesto hasta qué punto los objetivos de la enseñanza de las ciencias estaban centrados casi exclusivamente en los contenidos conceptuales (Bybee 1977, pp. 85-87). A esta situación se sumó, entre otros factores, el fracaso de las ideas asociacionistas para comprender cómo elaboran los conocimientos los estudiantes.

Todo esto dio origen a un nuevo enfoque de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias que tenía como objetivo principal convertir al alumno en un "pequeño científico", y para ello tenía que hacer lo mismo que él: ir al laboratorio para practicar el método científico y con ello descubriría la teoría y le gustarían más las ciencias. Es así como a partir de los años 60, se produjo una eclosión de proyectos innovadores basados en el "aprendizaje por descubrimiento" (Hodson 1985, pp. 25-57).

El "método científico" y la "enseñanza-aprendizaje por descubrimiento" se convirtieron, como señala Ausubel (1978, pp. 140-145) en referencia obligada de cualquier intento de renovación de la enseñanza de las ciencias durante más de 20 años. Bajo esta corriente innovadora se inició en el Colegio de Bachilleres un desarrollo curricular de ciencias.

Los resultados de este enfoque vienen indicados por Ausubel (1978, p.145) cuando dice:

"Como los términos "laboratorio" y "método científico" se volvieron sacrosantos en las preparatorias y universidades americanas, los estudiantes fueron obligados a remedar los aspectos exteriormente más conspicuos, pero inherentemente triviales del método científico... Siguiendo los manuales de laboratorio como si fueran libros de receta, sin conocimientos adecuados de los principios metodológicos sustanciales necesarios, se aprende tanto del genuino método científico como poniéndose una bata de laboratorio y presentando en la televisión el anuncio de un producto farmacéutico... En realidad, con este procedimiento aprendieron poco de la materia y menos aún del método científico"

No obstante, una detenida evaluación de la enseñanza de las ciencias en Estados Unidos de Norteamérica, desde 1955 hasta 1980, realizada por Yager y Penick (1983, pp. 463-459) ha permitido concluir que, paradójicamente, "La mayoría de los cursos no incluye



un solo experimento en que los estudiantes puedan identificar y definir un problema, proponer procedimientos, interpretar resultados o tomar alguna decisión”

Se puede afirmar, pues, que las propuestas de “enseñanza por descubrimiento” y aplicación del método científico sirvieron para centrar la atención en la renovación de la enseñanza de las ciencias en el sentido de dar más importancia a los procesos de construcción de actitudes más positivas hacia el aprendizaje. No obstante, se incurrió en visiones simplistas de la ciencia muy alejadas de la forma en que se elaboran los conocimientos científicos (Rachelson 1977, pp. 109-117; Gil 1983, pp. 26-33; Hodson 1985, pp. 25-57) persistiendo en la enseñanza una visión marcada por un empirismo extremo y olvidando el papel central que las hipótesis ocupan en el trabajo científico, así como en el carácter social de dicho trabajo. Sin embargo, este fracaso a nuestro entender, tuvo efectos muy positivos sobre la enseñanza de las ciencias dado que obligó a los detractores del aprendizaje por descubrimiento a reflexionar sobre la naturaleza de la ciencia y de la actividad científica (Gil 1993, pp. 197-212).

Esta situación de crisis favoreció un retorno, perfeccionándolo, del modelo de enseñanza-aprendizaje por transmisión/asimilación de conocimientos elaborados (Ausubel 1979) que supuso un gran aporte a la investigación educativa. Una de estas aportaciones es el concepto de aprendizaje significativo que, según palabras del propio Ausubel (1978, p. 37) se define como:

“ La esencia del proceso del aprendizaje significativo reside en que ideas expresadas simbólicamente son relacionadas de modo no arbitrario, sino sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe, señaladamente con un aspecto esencial de su estructura de conocimiento (por ejemplo, una imagen, un símbolo con significado, un contexto, una proposición)”.

De esta forma, se resaltaba la importancia de los esquemas conceptuales de los alumnos en los que han de integrarse los nuevos conocimientos. Asimismo, se centra la enseñanza en el proceso de construcción de significados ( Novak 1988, pp. 213-223) resultado de la orientación del profesor.

Pero tampoco este cambio de orientación en la enseñanza de las ciencias permitió alcanzar los objetivos de conseguir una mejor aptitud científica y de interesar más a los alumnos a las ciencias. En efecto la persistencia de graves errores conceptuales en los

alumnos (incluso de niveles universitarios), así como el fracaso generalizado de los mismos ante un problema que se separa ligeramente de los realizados en clase, y el descenso constatado del interés hacia la ciencia a medida que se les escolariza son problemas de práctica docente sin resolver que ponen en cuestión el paradigma de enseñanza basado en la transmisión-recepción de los conocimientos organizados y cuyos intentos de solución dieron lugar al paradigma constructivista de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

Es a partir de 1992, que con base en el paradigma constructivista, se establece explícitamente el enfoque en dos ámbitos (Colegio de Bachilleres 1991, pp. 1-13).

El disciplinario, como un proceso de construcción del conocimiento con apoyo en la metodología de la física y el didáctico que propone cinco líneas para orientar la práctica educativa:

- *Planteamiento de problemas*

La mejor manera de ejercitar las habilidades del razonamiento es su aplicación en la propuesta y solución de problemas; asimismo, el manejo de la metodología científica generalmente parte del planteamiento de una situación que requiere solución de cierto nivel, y la construcción de conocimientos es consecuencia de la interacción con este tipo de situaciones, cuyo nivel de complejidad, exige trascender los saberes y las estructuras de pensamientos previos, e integrarlos en otros más complejos (transformación del sujeto) al construir la solución (transformación del objeto).

Las situaciones alrededor de las cuales puede darse el planteamiento de problemas abarca dos dimensiones: por un lado la realidad misma del estudiante, lo que implica tomar su esquema referencial como objetivo y medio de trabajo: como punto de partida para llegar a conocimientos científicos o humanísticos, o como punto de llegada y lugar en el que se aplican los conocimientos surgidos de las ciencias o las humanidades. Por otro lado, la necesidad de poner al estudiante en contacto con las problemáticas más cercanas a la realidad, de las que se ocupan las ciencias y las humanidades.

Así, siempre se deberán plantear problemas o situaciones problemáticas como introducción al tratamiento de un tema. Estos deberán ser planteados tomando en cuenta la capacidad de los estudiantes para enfrentarlos, dada por sus conocimientos previos, de

manera que respondan al aprendizaje que se espera lograr, y que sean lógicos y susceptibles de solución en el contexto de la disciplina.

- *Determinación de estrategias*

Se entiende como estrategias los medios para la producción del conocimiento; en ese sentido, su uso adecuado no reduce al seguimiento puntual de una sucesión de pasos para obtener un producto sino que involucra la observación, la aplicación de conceptos y reglas (conocimientos previos), de formas de organización del pensamiento (habilidades de razonamiento) y de actitudes de crítica de cuestionamiento, de disposición para el trabajo en equipo y de disciplina.

Esto confiere al establecimiento de estrategias un papel trascendental en la formación del bachiller: la combinación de las capacidades de análisis, síntesis, contrastación, abstracción y aplicación, con las habilidades propias del manejo de los métodos y con los conocimientos, permite que el estudiante integre y aplique, además de generar su propia metodología de estudio y acercarse constructivamente a aquellos conocimientos que requiera para su desempeño en la vida universitaria, laboral, o en la relación con su comunidad.

- *Apropiación constructiva y producción de conocimientos*

El estudiante debe apropiarse de conocimientos ya dados correspondientes a disciplinas claramente delimitadas y cuyo estado es producto de una larga historia de construcción de conocimientos. Para que esta apropiación y producción de conocimientos se de, es necesario que al enfrentarse a un conocimiento ya dado produzca una fractura en el saber que ya posee, para que en ésta se incorpore con lo que se quiere que aprenda y se cree una estructura de conocimiento nueva como un producto propio, misma que le permite ser consciente de que está aprendiendo y puede asumirse como un sujeto cognoscente.

Esta línea se concreta en la integración de las dos anteriores, ya que en la medida en que el estudiante pueda plantearse problemas, ensayar tentativas de solución, experimentar, investigar y formular conceptos a partir de sus conclusiones, asumirá al conocimiento así

construido como un producto que habrá de convertirse en parte de su repertorio conceptual y parte de sus estrategias de pensamiento.

Para ello es necesario que el estudiante aprenda a reconocer el objeto de estudio de las diversas disciplinas, y que comprenda las conexiones lógicas en los que éstas se fundamentan para la construcción de sus principios, acción y leyes; asimismo, es necesario que el estudiante conozca los principios básicos, las categorías de análisis o los conceptos que organizan los contenidos, de acuerdo con la estructura lógica de las disciplinas.

- *Relaciones, utilidad aplicaciones actuales*

Esta línea se vincula directamente con la necesidad de que el estudiante integre el conocimiento construido y conozca en qué forma se ha aplicado, cual ha sido su utilidad, sus relaciones, sus efectos. Una de las causas que más frecuentemente argumentan y recurren los estudiantes para explicar su falta de aprendizaje o su olvido de temas escolares, es que desconocen para qué habrán de servir los aprendizajes. Estos contenidos temáticos tienen utilidades en por lo menos tres dimensiones:

a).- Como propedéuticos, es decir, como bases de aprendizajes más complejos que habrán de ser incluidos en el mismo programa, entre otros de asignaturas consecuentes, o en la formación universitaria.

b).- Como contenidos para el ejercicio de habilidades lógicas y metodológicas, es decir que en aquellos en los que verdaderamente son relevantes para el desarrollo de alguna habilidad.

c).- En aplicaciones directas para la explicación de situaciones u objetos del medio inmediato o para la solución de problemas.

El hecho de que el estudiante pueda relacionar los diversos temas revisados con otros aprendidos previamente o que aprenderá posteriormente e inclusive el que pueda reconocer sus implicaciones vocacionales y sus relaciones con contenidos de otras áreas, es un camino para la integración del conocimiento. Por otra parte, si el alumno conoce las utilidades prácticas que le reportarán dichos aprendizajes, sea en el plano del desarrollo de habilidades o el de aplicaciones a la solución de problemas, sentirá los temas escolares más cercanos a

su realidad inmediata, se sentirá motivado para acercarse a aquellos de manera constructiva y difícilmente los olvidará, ya que podrá utilizarlos en la relación cotidiana con su medio. Asimismo, esto podría motivar el interés del estudiante por los avances de la actualidad en los diversos campos del saber.

Para lograr lo anterior, es necesario que el profesor conozca dichas relaciones, utilidades y aplicaciones, que haga referencia a ellas permanentemente al abordar los temas. Asimismo que, promueva la lectura de bibliografía actualizada y textos de divulgación científica, la asistencia a exposiciones o eventos relacionados con las disciplinas de estudio y, en general, todas aquellas actividades que pongan al alumno en contacto con las aplicaciones del conocimiento.

- *Consolidación Integración y retroalimentación*

La consolidación es la función de ejercitar y aplicar conocimientos construidos, para que el estudiante logre afirmar los aprendizajes logrados; al ejercitar y aplicar conocimientos el estudiante no sólo logrará una integración de los mismos sino que podrá relacionarlos con los de otras disciplinas, es decir, aplicar lo aprendido a nuevas situaciones o contenidos. La consolidación y la integración de lo aprendido encuentran su complemento en la retroalimentación, entendida ésta como la superación de vacíos y la reafirmación de los conocimientos.

Si bien la comunicación tiene una relación directa con la evaluación del aprendizaje particularmente sus modalidades diagnóstica formativa- excede sus límites y se convierte en campo privilegiado para la generación de actitudes. Al destacar los aciertos y subsanar las deficiencias evitando poner en evidencia al estudiante, devaluarlo y castigarlo, se incidirá de manera decisiva en su motivación lo que deberá complementarse con la generación de un clima de libertad y respeto mutuo, para que los alumnos puedan desplegar sus opiniones, saberes y habilidades de manera franca y espontánea y puedan aprender de sus equivocaciones. Esto implica una concepción del proceso de enseñanza-aprendizaje en la que el profesor y estudiantes son corresponsables del mismo.

Un ejemplo claro de la concreción de lo anterior es el proceso de la investigación en el que el estudiante tenga la posibilidad de ejercitar sus conocimientos previos e integrarlos en el estudio de nuevas situaciones y el profesor proporcione retroinformación por medio del modelado (Colegio de Bachilleres 1991, pp. 1-13).

A continuación ofreceremos una panorámica de la dinámica curricular

## 2.2. El Colegio de Bachilleres en la dinámica de la innovación curricular

El Colegio de Bachilleres es una institución de nivel medio superior que imparte educación propedéutica en dos modalidades: escolarizada y abierta. Los estudios que certifica permiten a sus egresados continuar una profesión en cualquier institución del ciclo superior y al mismo tiempo les proporciona una capacitación para el trabajo con la que tienen la opción de incorporarse al campo laboral (Colegio de Bachilleres, 2000, pp. 9-14).

La importancia del Colegio de Bachilleres hacia principios de siglo XXI se percibe en los siguientes hechos (Colegio de Bachilleres 2001, pp. 2-3):

En el contexto nacional es el subsistema más grande de educación media superior con presencia en 26 estados de la república mexicana con cerca de 800 planteles y una población de 455 mil alumnos. En el área metropolitana de la ciudad de México existen 20 planteles en diferentes delegaciones políticas y en 3 municipios del estado de México: Ecatepec, Tlanepantla y Netzahualcóyolt, con una población aproximada de 90 mil alumnos en la modalidad escolarizada y 31 mil en la modalidad abierta. Veinte escuelas particulares se han incorporado como centros de estudios reconocidos.

En la república han asistido a planteles de bachilleres alrededor de un millón 810 mil 278 alumnos. En varios estados de la república el Colegio de Bachilleres es la primera opción para cursar el nivel medio superior. En el área metropolitana es la tercera opción (después de la UNAM y del IPN) para aspirantes a cursar estudios de bachillerato y hasta el año de 2001 habían egresado 250,580 alumnos en sus dos modalidades.

### 2.2.1. Modelo Educativo del Colegio de Bachilleres

La educación media superior se caracteriza por ser un ciclo educativo principalmente formativo e integral, con personalidad y objetivos propios, además de ser un eslabón entre la

enseñanza media básica y la enseñanza superior. Su principal intención es generar en el estudiante el desarrollo de una primera síntesis personal y social, que le permita su acceso tanto a la educación superior como a la comprensión de su contexto social, así como su posible incorporación al trabajo productivo (Secretaría de Educación Pública, 1982, pp. 1-3).

El modelo educativo del Colegio de Bachilleres es el de un bachillerato general, ya que sus alumnos reciben una formación básica que les permite continuar estudios, previo examen de admisión, en cualquier carrera profesional de las ofrecidas por las distintas instituciones nacionales de enseñanza superior. El certificado de estudios es único y tiene validez a nivel nacional (Colegio de Bachilleres 1994, pp. 18-20).

#### Objetivos generales del Colegio de Bachilleres

Según el modelo para la actualización de programas (1991, pp. 1-3) la institución se plantea los siguientes objetivos:

#### *Desarrollar la capacidad intelectual del alumno mediante la obtención y aplicación de conocimientos*

Los estudiantes podrán desarrollar su capacidad intelectual en el ejercicio de habilidades lógicas y metodológicas necesarias, tanto para la búsqueda activa y crítica de información, como para la construcción de contenidos básicos de diversas ciencias que les darán posibilidades de acceder a niveles superiores en los diversos campos del conocimiento, asimismo, los podrán integrar en el análisis y comprensión de problemas que los afectan como sujetos sociales y como miembros de una sociedad determinada, en la búsqueda de posibles soluciones que permitan el desarrollo y la transformación de su medio natural y social.

#### *Conceder la misma importancia a la enseñanza que al aprendizaje*

De aquí se deriva un enfoque para el desarrollo de los procesos de enseñanza-aprendizaje, en donde docentes y estudiantes son corresponsables de dichos procesos, lo que implica compartir la interacción educativa y establecer una relación basada en la

comunicación y la cooperación en donde el docente orienta, guía y promueve la construcción del conocimiento, considerando la acción de los estudiantes.

*Crear en el alumno una conciencia crítica que le permitirá adoptar una actitud responsable ante la sociedad*

Los procesos de enseñanza-aprendizaje deben efectuarse en un contexto de libertad y respeto mutuo y así abrir espacio para que la formación se dé cómo ejercicio de reflexión en los diversos campos del conocimiento en un ambiente de comprensión de la realidad como un todo complejo y multi determinado lo que propicia en los estudiantes la necesidad de participar y conocer la posible solución de alguno de los problemas de su medio.

*Proporcionar al alumno capacitación y adiestramiento en una técnica o especialidad determinada*

La intención es que los estudiantes cuenten con una formación que les permita valorar la importancia del trabajo, así como la responsabilidad que esto implica y conocer las condiciones en que se desarrolla. Asimismo, esta formación debe proporcionar a los estudiantes los elementos suficientes para que, si así lo requieren, puedan acceder a trabajos específicos.

Para el logro de estos objetivos, el Colegio de Bachilleres ha adoptado una estructura académica, integrada por las Áreas de Formación Propedéutica, de capacitación para el trabajo y para escolar, así como por el Área de Servicios Académicos, en la que las tres primeras áreas tienen un sentido eminentemente académico y se relacionan directamente con la mencionada intencionalidad educativa, mientras que la cuarta área fortalece y apoya la operación de aquellas.

**Área de formación propedéutica**

La integran las materias y asignaturas teóricas o instrumentales, correspondientes al conocimiento universal generado por las ciencias y las humanidades, y cuya intención es brindar al estudiante una formación básica por medio de la cual puede desarrollar habilidades y adquirir conocimientos básicos que les permitan interpretar, comprender, explicar, criticar



y resolver problemas de su vida y de su entorno físico - social, además de tener posibilidades de acceder a aprendizajes más complejos.

#### Área de capacitación para el trabajo

La integran varias capacitaciones, cuya finalidad es proporcionar al estudiante los conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes que posibiliten su formación para procesos de trabajo útiles, individual y socialmente. Las capacitaciones se orientan hacia la inserción del estudiante en procesos de trabajo, atendiendo a los sectores industriales y de servicios , en los ámbitos público y privado.

#### Área de formación Para escolar

Integrada por actividades agrupadas en tres sub-áreas: educación artística (artes plásticas, danza, música y teatro) educación física (deportes y actividades recreativas) y acción social (actividades de servicio a la comunidad). Su propósito es completar la formación integral de los estudiantes con actividades que tienden a favorecer el desarrollo motriz y afectivo del alumno, permitiéndole su expresión en los campos del arte y los deportes, así como relacionarse con su comunidad por medio de la acción social.

#### Área de servicios académicos

Está conformada por servicios tales como; orientación escolar, laboratorios , bibliotecas y recursos audiovisuales, que apoyan la operación de las tres áreas anteriores y contribuyen a la formación integral de los estudiantes.

### 2.2.2. Caracterización de los alumnos de ingreso al Colegio de Bachilleres

El Colegio de Bachilleres ofrece dos modalidades educativas; escolar y extraescolar, por lo que existen algunas diferencias entre la población que se atiende en cada una de estas modalidades (Colegio de Bachilleres 2002, pp. 6-7).

Los alumnos que se atienden en la modalidad escolar ingresan entre los 15 y 17 años (75%), un alto porcentaje de ellos egresa entre los 19 y 21 años. De esto se puede inferir que, debido a su edad, están más expuestos a factores de riesgo (pandillerismo

drogadicción, etcétera) y es una población potencialmente productiva que, dada sus condiciones socioeconómicas, es probable que requiera ingresar al campo laboral.

Los alumnos que se atienden en la modalidad extraescolar ingresan entre los 18 y 29 años y un porcentaje medio de ellos egresa entre los 20 y 30 años. De esto se observa que, debido a que es una población adulta, están expuestos en menor medida a factores de riesgo (alcoholismo, drogadicción) aunque dada su condición socioeconómica, es probable que requieran mejorar su posición dentro del campo laboral.

Para los estudiantes de ambas modalidades el nivel de ingreso económico familiar fluctúa entre uno y cuatro salarios mínimos y las familias de los estudiantes tienden a ser numerosas (6 miembros en promedio) La escolaridad de los padres es, básicamente, de nivel secundaria y en la mayoría de los casos el ingreso familiar lo aporta el padre 52%, 26% madre y padre, y el resto lo aportan otros familiares. En el caso de la modalidad extraescolar, el 35% de los estudiantes aporta alguna cantidad al ingreso familiar, esta situación tiene una influencia decisiva en la permanencia y desempeño y de la población. (Colegio de Bachilleres 2002, pp. 7-10).

Por un lado cursar el bachillerato les genera la expectativa de ascender en la escala social y por otro, tiene impacto en cuanto a que puede generar la necesidad de trabajar para aportar al gasto familiar, o de incrementar la carga de trabajo para hacer una aportación mayor. En cuanto al aspecto académico, dadas las características familiares, los estudiantes parecen no tener un apoyo real para alcanzar el éxito en sus estudios, debido a la diferencia de preparación entre ellos y sus padres.

### 2.2.3. Perfil del egresado del Colegio de Bachilleres : área de ciencias naturales

El perfil ha sido dividido en tres ejes de formación que comprenden; a) aprender a aprender; es decir el conjunto de conocimientos que el estudiante, a partir de su contacto con un objeto de estudio deberá adquirir, b) aprender a hacer; esto es, las habilidades que desarrollará a través del método experimental aplicado a esta actividad y las colaterales que lo apoyen y c) aprender a ser; como la serie de actitudes que generará a partir de su experiencia de aprendizaje.

A continuación explicaremos cada uno de los incisos anteriores:

#### Conocimientos (aprender a aprender)

- Comprenderá los principios que rigen el comportamiento de la materia-energía esto es, sus manifestaciones, su estructuración su interacción y su evolución.
- Reconocerá los fenómenos propios de cada una de las disciplinas que conforman el área.
- Manejará el lenguaje científico y técnico propio de las Ciencias Naturales.
- Reconocerá el método experimental como una herramienta idónea para abordar fenómenos naturales, a partir de su aplicación en la construcción del conocimiento.

#### Habilidades (aprender a hacer)

- Seleccionar las sensopercepciones hacia eventos de interés.
- Organizar la información e identificar y relacionar las variables de un problema para plantear interrogantes.
- Identificar las relaciones entre los fenómenos individuales, principios y teorías con el apoyo de diversas fuentes de información.
- Formular soluciones tentativas a los problemas (hipótesis) a través de la correlación lógica de variables.
- Diseñar y manejar eficiente y cuidadosamente los elementos inherentes a la actividad experimental.
- Sistematizar e interpretar datos que den carácter cualitativo así como cuantitativo.
- Efectuar análisis de los resultados para contrastar hipótesis.
- Integrar la información para elaborar informes.
- Aplicar los principios de las disciplinas a la explicación de fenómenos que ocurren en su medio físico.
- Practicar la objetividad y la precisión como criterios científicos.

Actitudes (aprender a ser)

- Disposición para trabajar en equipo
- Curiosidad científica hacia la naturaleza.
- Disposición a reconsiderar opiniones personales ante nuevas evidencias.
- Intereses por los avances de la ciencia y la tecnología
- Aprecio por el valor de las Ciencias Naturales y su relación con la sociedad.
- Respeto y responsabilidad hacia la protección, conservación y aprovechamiento del ambiente.
- Aprecio por los criterios científicos tales como la objetividad y precisión.
- Reconocimiento al desarrollo de las ciencias como un proceso inacabado.

### 2.3. Breve historia del Colegio de Bachilleres

En la década de los setenta se inicia la reorientación del bachillerato: Se hace énfasis en las características de un modelo propedéutico e integral, se establece un período de tres años con un plan de estudios estructurado, con tendencia a la búsqueda de una cultura humana general, que desarrolla integralmente las facultades del alumno.

Los sucesos del año 68 en Tlatelolco, obligan al gobierno a estructurar planes de acción, que colocan en primer plano el ámbito educativo como un campo estratégico para subsanar el daño social. En las instituciones educativas se observa un cambio que, según Guevara Niebla (1988, pp. 20-25) se manifiesta en las transformaciones de las relaciones maestro-alumno, desmitificando la cátedra; se despertó una conciencia participativa sin precedentes en las masas estudiantiles, así como un renovado interés por los problemas nacionales; provocó espontáneamente cuestionamientos sobre la función social de la Universidad y lanzó a miles de estudiantes y maestros hacia la militancia política.

El estado planteaba una reforma educativa donde la educación cumpliría las siguientes funciones: la de equilibrar la distribución del ingreso propiciando la justicia social, contribuir al desarrollo económico y posibilitar la cohesión social, resentida por los problemas políticos del 68. Anunció que el sistema educativo se ampliaría y así se reducirían las desigualdades y se distribuirían con mayor equidad los beneficios sociales, el ingreso al

sistema educativo estaría abierto a todos y se pugnaría por el acceso de las clases trabajadoras.

La educación se relacionaría con la economía para lograr la independencia tecnológica del país, la política educativa requería formar personal calificado, mejorar la capacidad de la comunidad para producir y absorber los avances tecnológicos y desde luego elevar la productividad. Es decir, la educación constituiría una inversión productiva.

Los propósitos de la reforma eran reorientar la educación nacional, fortalecer los vínculos entre el sistema educativo y el Estado y penetrar en la sociedad a través de la apertura democrática.

El bachillerato (uno de los elementos del sistema educativo) fue atendido por la Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Enseñanza Superior (ANUIES), formulándose en 1971 los lineamientos del nivel medio superior.

El nivel de enseñanza media superior, con duración de tres años, deberá ser formativo en el sentido genérico de la palabra; más que informativo o enciclopédico, se concebirá en su doble función de ciclo terminal y antecedente propedéutico para estudios de licenciatura; incorporará los conocimientos fundamentales tanto en las ciencias como de las humanidades y en forma paralela, capacitará específicamente para la incorporación al trabajo productivo (Fuentes 1973, pp. 20-23).

Es así como en 1971 se crea el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) y en 1973 se funda el Colegio de Bachilleres (CB) como organismos descentralizados del estado. El currículo del CCH significó una guía para el establecimiento del plan curricular del Colegio de Bachilleres.

La ANUIES propone la elaboración de los primeros programas, con un enfoque cognoscitiva, donde subyace el pensamiento de autores como Gagné, Briggs y Ausubel (Márquez 1983, pp. 71-78).

Entre 1976 y 1979 no se observaron cambios notables en el currículo, simplemente se llevan a cabo algunas adecuaciones por parte de los docentes sin ningún aval oficial.

En 1980 se incorporaron aproximadamente 200 escuelas del nivel bachillerato al plan de estudio del Colegio de Bachilleres, lográndose así la unificación de planes y programas. En 1981 el Congreso Nacional de Bachillerato consideró la necesidad de implantar para todo el bachillerato el tronco común. El currículo estaba conceptualizado por las ideas de Tyler, Taba, Eisner y Saylor, los cuales hacen énfasis en la materia, la sociedad y el alumno, originando un marco metodológico que va a normar el proceso enseñanza-aprendizaje. (Ibídem)

A finales de los ochenta el Estado enfrentaba incapacidad para atender la demanda educativa por falta de recursos económicos, por lo que las instituciones educativas son sometidas a procesos de evaluación, de reflexión y de optimización de los recursos que les permitirán obtener cuando menos el mínimo de los objetivos propuestos.

El 9 de octubre de 1989 el gobierno federal presentó el programa para la Modernización Educativa 1989-1994 donde ratifica el carácter de la educación como un detonador imprescindible en la transformación de la sociedad (Secretaría de Educación Pública, 1989, pp. 111-122). Mencionó que en la educación Media Superior se ampliarían y especializarían los aprendizajes, abriendo múltiples opciones terminales y dejando abierta la posibilidad de acceder a la educación superior. El modelo definiría el nuevo perfil en este ciclo de educación hacia una nueva articulación interna, orientando vocaciones y una más intensa vinculación con la vida productiva del país (Ibídem).

Las tendencias modernizadoras que privan en la política educativa se expresan a través de conceptos como calidad, productividad y competitividad, encontrados recurrentemente en los discursos sobre la política educativa y que son la expresión de las necesidades de una sociedad basada en el libre mercado. La competitividad basada en las exigencias de calidad se ha convertido en la característica primordial de la educación. Esto a su vez, se sitúa en el juego del mercado, de las relaciones de oferta – demanda, como un producto que para ser rentable debe competir con las fuerzas del mercado. El contexto socioeconómico en el que se da el proceso educativo se ha dejado en segundo término.

De esta manera la calidad de la educación va relacionada con la capacidad del egresado para incorporarse en las tareas productivas. Bajo estas condiciones se han planteado las modificaciones a los Planes y Programas de Estudio.

La tesis de la reconstrucción educativa establece la necesidad de identificar y consolidar diversas estrategias curriculares, pedagógicas y organizacionales que sirven de alternativas al sistema de educación formal actual, en particular, a las más relacionadas con la contribución económica de la educación y la articulación entre el proceso educativo y el mercado de trabajo. Busca un rediseño radicalmente distinto del sistema escolar en función de lograr una mayor igualdad social ante las oportunidades educativas.

Este contexto es el que enmarca la Modernización Educativa, la exigencia plasmada en el discurso político exige un rediseño de los planes y programas. Por ello es que en 1991 el Colegio de Bachilleres implementa el Taller de Actualización y Análisis de los programas de todas las asignaturas.

En el caso de física, los programas fueron sometidos a un diagnóstico con base en los siguientes documentos:

- Capítulo 6º del Programa de Modernización Educativa 1989 - 1994.
- Estudio socioeconómico de los alumnos del Colegio de Bachilleres.
- Análisis formal de la materia de física.
- Talleres de la práctica docente en la enseñanza de física

A partir de los resultados obtenidos en el diagnóstico se planteó la necesidad de concretar un enfoque que guiara los cambios teórico-metodológicos de los programas en el campo de las Ciencias Naturales, específicamente en la materia de Física.

Se consideró al enfoque experimental como guía metodológica para seleccionar, dosificar y aprender los contenidos de la materia de Física, por otro lado y a partir de una concepción particular de los conceptos hombre-cultura-enseñanza y aprendizaje se concretó una práctica educativa que generara en el estudiante el interés y la necesidad de construir su conocimiento y en el docente la corresponsabilidad de esa construcción, basándose en cinco componentes (líneas de la práctica educativa) que son: problematización, determinación de estrategias, incorporación de Información, aplicación y consolidación.

## 2.4. Formación docente en el Colegio de Bachilleres

En el Colegio de Bachilleres el responsable a contribuir a la superación del personal docente es el Centro de Actualización y Formación de Profesores (CAFP). Su función principal es planear, dirigir, organizar y coordinar las actividades de formación y actualización (Colegio de Bachilleres 1980, pp. 2-3).

En general la formación y actualización de los profesores del Colegio de Bachilleres se ha desarrollado en tres etapas. La primera, de 1974 a 1982, fue la de la tecnología clásica que propone una tecnificación del trabajo docente a partir de la sistematización de la enseñanza. La segunda abarca de 1982 a 1992 derivada de la incorporación del tronco común. La tercera se inicia en 1992 que es permeada por la perspectiva constructivista.

### Las principales actividades de formación de la primera etapa 1974 - 1982 fueron:

- Cursos propedéuticos para profesores
- Cursos cortos (contenido y psicopedagógicos)
- Seminarios de investigación y elaboración de tesis
- Programas de actualización y formación de profesores (PAFP)

### De la segunda etapa 1982 -1992

- Talleres de manejo de programas
- Talleres de evaluación de actualización de contenidos
- Programa de actualización de contenidos
- Programa de formación pedagógica

### De la tercera etapa 1992 -2000

El Centro de Actualización y Formación de Profesores (CAFP) con base en el modelo educativo y los objetivos del Colegio elaboró el Plan para la Formación del Personal Académico en Septiembre de 1991, dicho programa estuvo dirigido a todo el personal docente y se concibió como un espacio de búsqueda y encuentro de soluciones, de aprendizaje y producción de conocimientos; de recuperación y análisis de la práctica



educativa, donde prevaleciera la filosofía y cultura de la institución, con esta perspectiva el plan se conformó con los siguientes eventos:

- 1.- Programa de Talleres para la formación y actualización.
- 2.- Programa de apoyo para cursar estudios de postgrado.
- 3.- Especialidad en docencia para el bachillerato
- 4.- Diplomado en educación abierta y a distancia
- 5.- Programa de inducción para el personal académico de nuevo ingreso.
- 6.- Programa para la formación de instructores
- 7.- Formación de jefes de materia
- 8.- Programa de Apoyo a la Actualización y Superación del personal docente del Bachillerato de la UNAM (PAAS).

La mayor parte de las actividades del CAFP se realizan en el programa de Talleres para la formación y actualización. En el área de física el mayor número de cursos se impartieron a finales del año 91 y principios del 92, cuando se realiza el cambio de programas y la institución requiere que los profesores los conozcan, sobre todo, el cambio de enfoque tradicional a constructivista (Cfr. Segarra, 2000, pp. 103-144).

Entre los proyectos institucionales dirigidos al personal académico, que tienen como propósito fundamental su formación y actualización a través de la producción de materiales de apoyo para los procesos de enseñanza y de aprendizaje, destaca el proyecto laboratorio de Estrategias de Intervención Pedagógica (EIP) cuyo propósito es la planeación de los docentes fundamentado en el Modelo Educativo institucional:

- a).- Explicita los métodos, técnicas, actividades del docente y del estudiante, materiales de apoyo y formas de evaluación que se emplean para propiciar el proceso de construcción de conocimientos en el estudiante, y
- b).- Regula su aplicación en función de las características y condiciones particulares en que se da la práctica educativa para lograr los aprendizajes curriculares establecidos en el programa de asignatura.

Es en este contexto que existen dificultades en la enseñanza-aprendizaje de la física a nivel bachillerato: los alumnos no aprenden la física que se les enseña (sus concepciones alternativas no evolucionan), no utilizan los procedimientos de la física para resolver problemas y manifiestan actitudes negativas hacia la física. Los docentes no logran "aterrizar" en el aula la perspectiva constructivista (Jiménez 1996, pp. 117-119; Monroy 1998, pp. 194-196). Una posible explicación de que esta situación prevalezca son las concepciones previas de ciencia y aprendizaje de los docentes de física.

El problema que nos hemos propuesto abordar a lo largo de esta investigación es:

¿Cuáles son las concepciones de ciencia y aprendizaje de los docentes de física en el Colegio de Bachilleres?

La lectura del segundo apartado de este estudio nos permite establecer que:

El Colegio de Bachilleres es una Institución educativa importante a nivel medio superior que, en el área metropolitana, creció de cinco planteles en 1973, a veinte en la década de los ochentas. Con una población aproximada de 90 mil alumnos en la modalidad escolarizada y 31 mil en la modalidad abierta. A nivel medio superior es la tercera opción, después de la Universidad Nacional Autónoma de México y del Instituto Politécnico Nacional. Hasta el año de 2001 habían egresado 250,580 alumnos en sus dos modalidades.

Sus objetivos generales son:

- I.- Desarrollar la capacidad intelectual del alumno mediante la obtención y aplicación de conocimientos.
- II.- Conceder la misma importancia a la enseñanza que al aprendizaje.
- III.- Crear en el alumno una conciencia crítica que le permitirá adoptar una actitud responsable ante la sociedad.
- IV.- Proporcionar al alumno capacitación y adiestramiento en una técnica o especialidad determinada.

El Colegio de Bachilleres, por medio del Centro de Actualización y Formación de Profesores (CAFP) ha llevado a cabo cursos, proyectos, convenios, etc, tendientes a mejorar la práctica educativa de los docentes y alumnos: Programa de actualización y formación

profesores, talleres de manejo de programa de estudio, talleres de evaluación y actualización de contenidos, Especialidades en docencia para el Bachillerato, programa de apoyo para cursar estudios de postgrado (maestrías), programa de apoyo a la actualización y superación del personal docente del bachillerato de la UNAM (PAAS), etcétera.

Los enfoques de la enseñanza-aprendizaje que se han operado en el Colegio de Bachilleres los podemos sintetizar en dos perspectivas: la tradicional y la constructivista.

En la última perspectiva se establecen dos aspectos:

- a).- El disciplinario como un proceso de construcción del conocimiento con apoyo en la metodología de la física.
- b).- El didáctico que propone cinco líneas para orientar la práctica educativa: planteamiento de problemas, determinación de estrategias, apropiación constructiva y producción de conocimientos, relaciones significativas y consolidación.

Subsisten problemas en la enseñanza-aprendizaje de la física a nivel bachillerato: no se aterriza en el aula la perspectiva constructivista de la enseñanza-aprendizaje y no se logra el cambio conceptual.

Una posible razón de que estos problemas persistan son las concepciones de ciencia y aprendizaje de los docentes, por lo que la pregunta problematizadora será:

¿Cuáles son las concepciones de ciencia y aprendizaje de los docentes de física en el Colegio de Bachilleres? misma que se aborda en este estudio

### 3.-PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

Este apartado describe el proceso de investigación: planteamiento del problema, supuestos, objetivos, justificación, los instrumentos que sirvieran de apoyo al estudio, las redes de análisis y sus respectivos criterios de valoración.

#### 3.1. Planteamiento del problema

Desde 1979 año de nuestra incorporación a la enseñanza-aprendizaje de la física en el Colegio de Bachilleres se han percibido dificultades conceptuales, procedimentales y actitudinales que obstaculizan el logro de los objetivos curriculares. Mencionemos algunos ejemplos:

##### a) *Conceptuales.*

Si su cuerpo está en reposo es porque no actúan fuerzas sobre él. Es decir, si un libro está en reposo en una mesa el alumno dirá que sobre el libro no actúan fuerzas. La física postula que cuando menos existen dos fuerzas, la fuerza de la mesa hacia el libro y la fuerza del libro sobre la mesa (ver fig. 1).

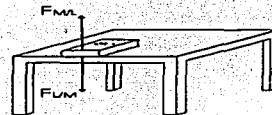
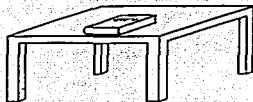


Figura 1

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

b) *Procedimentales* .

La no aplicación de la metodología de la física para resolver problemas. Es decir, los alumnos tienen problemas para resolver un problema sencillo como el siguiente ¿ Cual es la relación de la masa en función del volumen de un cuerpo? (fig. 2). La física propone que para resolver un problema se deben identificar las variables, proponer una hipótesis contrastable, contrastar la hipótesis, etcétera (fig. 3).

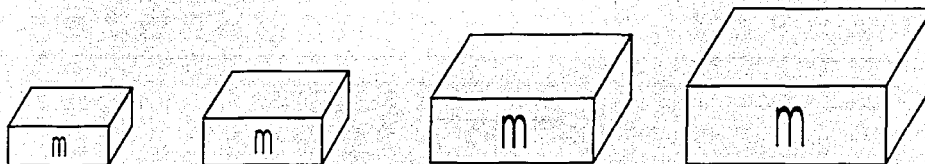


figura 2

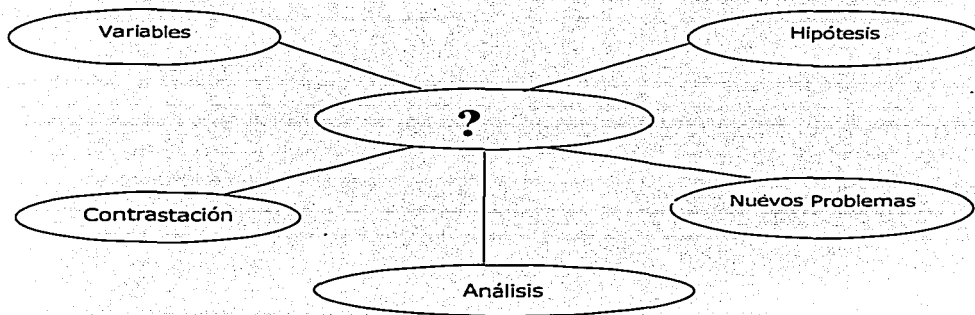


Figura 3

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

*c) Actitudinales*

La física es para sabios ( los buenos en matemáticas). Es decir, los alumnos como consecuencia de sus experiencias manifiestan actitudes negativas de y para la física (figuras 4 y 5).

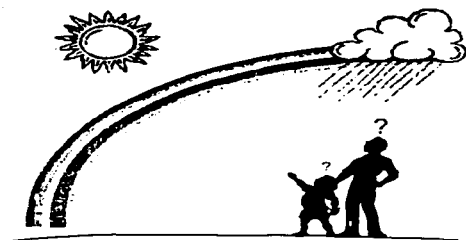


figura 4

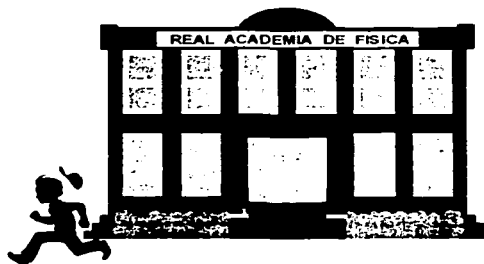


figura 5

En 1992 el Colegio de Bachilleres incorpora a su práctica educativa una visión constructivista de proceso enseñanza-aprendizaje. A pesar de los años transcurridos y de que la institución ha llevado a cabo diferentes programas, cursos y proyectos tendientes a incidir en estas dificultades y a la comprensión y a la operación por parte de los docentes de este modelo educativo, en el área de física no se ha logrado dicho propósito, por lo menos con el impacto que sería deseable, como lo muestran las siguientes evidencias:

Entre otros estudios relacionados con este tema podemos citar a la Maestra Emma M. Jiménez Cisneros (1996 pp. 117-119) quien en su tesis de maestría concluye:

"La enseñanza de la física en el Colegio de Bachilleres no ha adoptado la postura constructivista que se pretende introducir a través del modelo educativo o la intención y sobre todo el enfoque de los nuevos programas de estudio aún no son comprendidos por los profesores(...). Se considera en la actualidad que la tendencia constructivista en la enseñanza es la que brinda más elementos para que el alumno logre un aprendizaje significativo acerca

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

de la física. En el Colegio, a pesar de que el empleo de su lenguaje se ha generalizado, muy pocos son los profesores que llevan a la práctica sus orientaciones vía enfoque disciplinario y didáctico(...). Las cinco líneas de la práctica educativa (problematización, organización, incorporación, consolidación y aplicación) propuestas en el modelo pretenden ser aplicadas en la enseñanza de todos los contenidos en el Colegio. Es menester reconocer que cada disciplina tiene particularidades que requieren ser consideradas, como en el caso de las concepciones alternativas en la física(...). En esta materia (física) se requiere una resignificación de estas cinco líneas acorde a la realidad en el aula y a la experiencia del docente."

De igual manera, el profesor Miguel Monroy Farías (1998 pp. 194-196) en su tesis de maestría, manifiesta:

"Es desalentador constatar que los datos que obtienen (de la evaluación diagnóstica), permanecen al margen de los contenidos ya planeados y comienzan la instrucción sin enriquecerla con los datos que se derivaron del diagnóstico(...). Algunos profesores no toman en cuenta el conocimiento previo."

Por otra parte, a través de la práctica docente se observa que en la planeación de los docentes incorporada a las Estrategias de Intervención Pedagógica (EIP), elaboradas por algunos docentes de Física en los planteles 1, 2, 5 y 12 del CB, no se percibe una idea de ciencia y aprendizaje que promuevan en los alumnos, una evolución conceptual, procedimental y actitudinal relacionados con la física.

La mayoría de las investigaciones en el área de la física han tratado de hallar respuestas en el alumno, al describir y analizar las concepciones previas que tienen acerca de los fenómenos físicos. ¿Y los docentes? ¿Cuál es el pensamiento de los docentes? ¿Cuáles son sus ideas previas?

Ante esta situación establecimos el siguiente problema

¿Cuál son las concepciones de ciencia y aprendizaje de los docentes de física?

De aquí surgió la siguiente pregunta ¿Cómo abordar este problema? ¿Desde qué enfoque metodológico?

Para abordar el problema es posible hacerlo desde diferentes enfoques metodológicos. elegimos una perspectiva interpretativa en el procedimiento de investigación. Es así que seleccionemos como documento principal de información la planeación de los docentes y complementarios los libros de consulta y las evaluaciones a los alumnos. Estos documentos están incluidos en las estrategias de intervención pedagógica (EIP), que contienen tres fases: apertura, desarrollo y cierre.

### 3.2. Supuestos hipotéticos

- Las ideas de ciencia y de aprendizaje que los docentes de física han construido a lo largo de su vida subyacen en su planeación.
- Estas ideas (ciencia y aprendizaje) promueven dificultades conceptuales, procedimentales y actitudinales mediante la enseñanza-aprendizaje de la física.
- Cuando los docentes tienen ocasión para tomar conciencia de estas ideas, sus concepciones de ciencia y de aprendizaje pueden evolucionar hacia la tesis de la epistemología actual.

### 3.3. Objetivos

El primer objetivo es conocer las concepciones de ciencia y aprendizaje de los docentes de física en el Colegio de Bachilleres mediante el estudio, análisis e interpretación de la planeación de las clases para caracterizar estas concepciones.

El segundo objetivo es documentar las concepciones de ciencia y aprendizaje de los docentes de física en el plantel 5 "Satélite" del Colegio de Bachilleres.

El tercer y último objetivo es proponer elementos para una reflexión crítica de la planeación docente.



### 3.4. Justificación

Las investigaciones en la didáctica de la física muestran que la mayoría de los alumnos no aprenden la física que se les enseña. Algunos ejemplos se indican a continuación:

- ❖ El movimiento lleva fuerza.
- ❖ La energía se consume.
- ❖ La fuerza es proporcional a la velocidad.
- ❖ Si un cuerpo está en reposo es por que no actúan fuerzas sobre él.
- ❖ Los términos corriente eléctrica, electricidad y voltaje se utilizan como sinónimos.

Se trata con frecuencia de concepciones muy persistentes que apenas se modifican tras largos años de enseñanza científica. De hecho, estas dificultades de comprensión pueden llegar a darse incluso entre los propios profesores de física y con no poca frecuencia en los libros de textos que estudian los alumnos.

Pero los alumnos no solo encuentran dificultades conceptuales, también las tienen en el uso de procedimientos para la solución de problemas propios de la física. La siguiente lista resume algunas de estas dificultades:

- ✓ Escasa generalización de los procedimientos adquiridos a nuevos contextos.
- ✓ El escaso significado que tiene el resultado obtenido para los alumnos.
- ✓ Escaso control metacognitivo alcanzado por los alumnos sobre sus propios procesos,
- ✓ El escaso interés que los problemas despiertan en los alumnos.

Estas dificultades se ponen de manifiesto sobre todo en la resolución de problemas y en las actividades experimentales, que los alumnos tienden a afrontar de un modo repetitivo, como simples ejercicios o recetas en lugar de tareas abiertas que requieran reflexión y toma de decisiones de su parte. Una buena parte de estas dificultades se deben a las propias prácticas escolares, que tienden a centrarse más en tareas rutinarias o cerradas, con escaso significado científico, que en verdaderos problemas con carácter científico.

Como consecuencia de la enseñanza recibida, los alumnos manifiestan actitudes inadecuadas e incluso incompatibles con los propios fines de la ciencia, que se traducen sobre todo en una falta de motivación o interés por su aprendizaje. El siguiente listado resume algunas actitudes y creencias de los alumnos con respecto a la naturaleza de la ciencia y a su aprendizaje:

- o Aprender física consiste en repetir de la mejor forma posible lo que dice el profesor o el libro de texto.
- o El conocimiento científico es muy útil para trabajar en el laboratorio, para investigar y para inventar cosas nuevas, pero no para la vida cotidiana.
- o La ciencia nos proporciona un conocimiento verdadero y aceptado por todos.
- o El conocimiento científico es siempre neutro y objetivo.
- o Los científicos son personas muy inteligentes, que viven encerrados en un laboratorio.

Otro problema, relacionado directamente con lo antes mencionado y que no abordaremos en este trabajo, es el nivel de abstracción que requiere el pensamiento científico. La comprensión de la mayor parte de los conceptos y procedimientos de la física se ve limitada si no se aplica la habilidad cognitiva de la abstracción (Pozo 1998, pp. 18-78).

Esta imagen de ciencia, que no corresponde con lo que verdaderamente hacen los científicos, aunque está también muy presente en los medios de comunicación, se mantienen y refuerzan mediante la enseñanza de la física, si bien no siempre se hace de forma explícita.

Este trabajo es importante porque pretende que:

Los docentes de física tomen conciencia de estas dificultades y perciban la necesidad de modificar su pensamiento con respecto a los conceptos de ciencia y aprendizaje.

### 3.5 Instrumentos.

Se seleccionó la planeación de los docentes como instrumento básico adecuado a los propósitos de este trabajo, por las siguientes características:

- Fueron elaborados por profesores de física con un mínimo de 15 años de experiencia docente y algunos de ellos son instructores en cursos de formación y actualización docente.
- Muestra una abundante y rica información para la investigación en diferentes áreas del conocimiento: sociológico, pedagógico, antropológico, etc.
- Todos los docentes, que participaron en la planeación, han asistido a la mayoría de los cursos de actualización y formación docente en los aspectos disciplinarios y didácticos.
- Reflejan la interpretación que los docentes tienen del modelo educativo del Colegio de Bachilleres.
- Muestran en forma implícita las ideas que los docentes tienen acerca de ciencia y aprendizaje.
- Muestran todos los elementos de los procesos de enseñanza-aprendizaje: evaluación diagnóstica, actividades de enseñanza y aprendizaje, resolución de problemas, desarrollo de actividades experimentales, evaluación sumativa, etc.

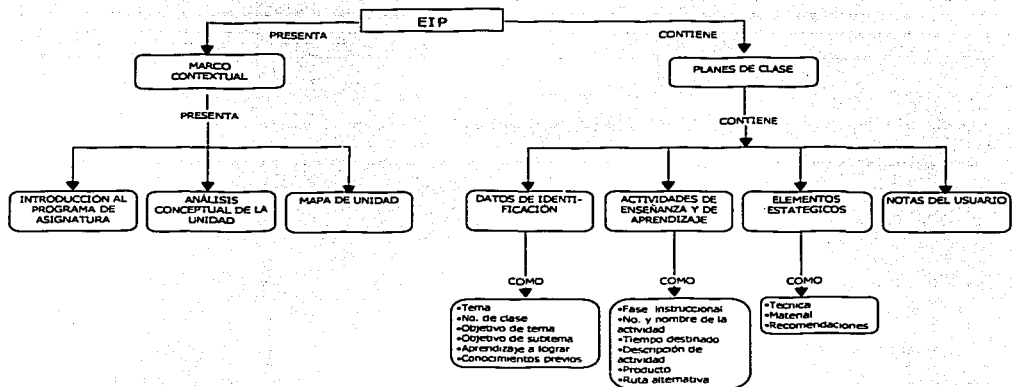
Y como instrumentos complementarios: los libros de consulta que utilizan los alumnos y docentes y la evaluación que se aplica a los alumnos.

Los planes de clase se insertan en las Estrategias de Intervención Pedagógica (EIP), de la cual mostraremos su estructura en el cuadro 1.

La estrategia de la intervención pedagógica (EIP), tiene dos propósitos: rescatar la experiencia del docente, sistematizarla, revalorarla, reorganizándola de manera explícita y considerar los factores teórico-metodológicos, culturales, sociales, institucionales e individuales que intervienen en la práctica educativa, para la planeación de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Se estructura en dos apartados marco contextual y planes de clase.

### CUADRO NO. 1

Estructura general de la Estrategia de Intervención Pedagógica (Colegio de Bachilleres, 1997).



A continuación se describe un formato de plan de clase por ser fundamental en la planeación docente. (Colegio de Bachilleres 1997, pp. 2-7).

a) Descripción del formato de los planes de clase (cuadro 2).

Los planes de clase se elaboran en tres fases: apertura, desarrollo y cierre, las que forman una sesión organizada y sistematizada.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**CUADRO NO. 2**  
 Formato de un plan de clase  
**PLAN DE CLASES DE LA UNIDAD**

<b>TEMA:</b>	<b>CLASE:</b>
<b>OBJETIVO DEL TEMA:</b>	
<b>OBJETIVO DEL SUBTEMA:</b>	
<b>APRENDIZAJES A LOGRAR:</b>	<b>CONOCIMIENTOS PREVIOS:</b>

**ACTIVIDADES**

**FASE DE APERTURA**

<b>SOCIALIZACIÓN DE OBJETIVOS.</b>	<b>TIEMPO:</b>	<i>TÉCNICA:</i>
Orden del día:		<i>MATERIAL:</i>
		<i>RECOMENDACIONES:</i>

**FASE DE DESARROLLO**

<b>PROBLEMATIZACIÓN</b>	<b>TIEMPO:</b>	<i>TÉCNICA:</i>
Propósito de la actividad:		<i>MATERIAL:</i>
		<i>RECOMENDACIONES:</i>

**FASE DE CIERRE**

1. Recapitulación	<b>TIEMPO:</b>	<i>TÉCNICA:</i>
Propósito de la actividad:		<i>MATERIAL:</i>
Actividad Extraclase		<i>RECOMENDACIONES:</i>

**NOTAS DEL PROFESOR:**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## Elementos del formato

El primer apartado del formato presenta la información que identifica el contenido a abordar en clase :

*Tema* : Se anota el numero del tema y el nombre que se asigne.

*Clase* : Establece el orden numérico progresivo de cada una de las clases acorde a la dosificación del programa.

*Objetivo del tema* : Presenta el objetivo de operación del tema.

*Objetivo del subtema* : Presenta el objetivo de operación del subtema.

*Objetivo de clase* : Este apartado se presenta solamente cuando no se introducen y/o desarrollan los contenidos temáticos del programa, sino que se aplica una evaluación, se presenta el encuadre del curso, etc. En estos casos, viene a sustituir a los objetivos de tema y objetivos de subtema.

*Aprendizaje a lograr* : Presenta una lista de conceptos, los principios, los métodos, las habilidades y /o las actitudes que se pretendan que logre el alumno al finalizar la clase y que se desprenden de los objetivos de operación.

*Conocimientos previos* : Presenta una lista de los conocimientos y/o habilidades necesarias que debe poseer el alumno con el propósito de abordar cada clase.

El segundo apartado del formato presenta básicamente las actividades de la enseñanza y aprendizaje propuestas para el logro de los aprendizajes indicados.

*Fase (apertura, desarrollo y cierre)* : Indica los momentos instruccionales del plan de la clase donde se describen las actividades.

En la fase de apertura se revisan y se actualizan los conocimientos que poseen o debieran poseer los alumnos, se desarrolla un puente entre los conocimientos previos y los que adquirirán, se revisa o se pide la actividad extra clase y se presentan los aprendizajes a lograr, los objetivos de clase y contenidos. Dicha fase tiene la finalidad de propiciar en los alumnos interés y motivación para adquirir conocimientos nuevos, y al mismo tiempo mostrar que los conocimientos previos son los peldaños para lograrlo.

En esta fase se presenta lo que vera en clase mediante socialización de objetivos.

Presenta los objetivos, los aprendizajes a lograr y el orden del día a los estudiantes:

*Orden del día:* enuncia en orden progresivo las actividades y/o contenidos que se desarrollan en cada fase.

En la fase desarrollo se describen las actividades que promueven los aprendizajes propuestos en la clase.

En la fase de cierre se concluyen con una recapitulación de los contenidos enseñados, una valoración del logro de los objetivos y la asignación de la actividad extra clase.

*Tiempo (parcial/acumulado.):* indica el tiempo parcial que se destina para cada actividad propuesta, así como el tiempo acumulado que es la suma de los tiempos parciales.

*Ruta alternativa :* En su caso, se propone una actividad opcional, la cual pretende el logro del mismo objetivo, y queda a elección del profesor el realizarla o no.

### Elementos estratégicos

En los marginales derechos se proponen los elementos estratégicos que propician y facilitan tanto el proceso de enseñanza como el aprendizaje:

*Técnica :* Menciona la(s) técnica(s) utilizada(s) en las actividades que propiciara(n) la dinámica del trabajo y el aprendizaje grupal; se estipula(n) tanto para el profesor como para los alumnos, según sea el caso.

*Material :* menciona el material didáctico y/o los recursos necesarios para la operación de la(s) actividad(es), por ejemplo título del artículo o texto, ejercicios, problemas, mapas, esquemas, instrumentos de evaluación, etc. Se anota el nombre y/o número que los identifique. Los materiales enunciados se incorporan en el apartado denominado anexos "materiales" numerados en orden progresivo y con su respectiva referencia bibliográfica.

*Recomendaciones :* Presenta algunas orientaciones que ayudan a una mayor aplicación de las actividades del plan de clase y de la intervención pedagógica del profesor.

*Notas del profesor:* Al término de cada plan de clase se abre un espacio en el que el profesor puede hacer los comentarios acerca de la aplicación del desarrollo de cada plan, lo cual permitirá refinar la planeación para una futura aplicación.

*Anexos* son los materiales y documentos que son requeridos o apoyan a los alumnos y profesores para lograr la aplicación propuesta de la E-I-P. Estos son los siguientes: actividades experimentales y bibliografía.

### 3.6. Diseño de Redes de Análisis.

Para el análisis de los instrumentos se proponen las siguientes redes así como los criterios de valoración tanto en el aspecto de ciencia como el de aprendizaje.

#### RED 1 DE ANÁLISIS PARA PLANES DE CLASE, LIBROS CONSULTADOS Y EVALUACIÓN (ASPECTOS DE CIENCIA).

1.- ¿ Hay en el tema de electricidad ( electrostática ) algún contenido explícito en forma declarativa o interrogativa relativo a la problemática que se va a abordar (que puede dar una concepción preliminar de lo que se va a estudiar)?

..... SI / NO

2.-¿ Se presentan situaciones problemáticas con objeto de hacer ver la necesidad de introducir los nuevos conceptos que se van a definir?

..... SI / NO

3.-¿ Se hace algún comentario histórico sobre el desarrollo de los conceptos básicos de la electricidad (carga, campo y potencial eléctricos ) considerando en particular, algunas de las diferentes explicaciones que se dieron a lo largo de la historia de la electricidad hasta llegar al modelo teórico actual?

.....SI / NO

4.-¿ Hay alguna conexión explícita de cualquier tipo entre la introducción del tema de electrostática y algún capítulo anterior?

..... SI / NO



### CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LA RED 1: ANÁLISIS DE LOS PLANES DE CLASE, LIBROS CONSULTADOS Y EVALUACIÓN (ASPECTOS DE CIENCIA).

En la pregunta 1 se valorará positivamente la presentación de problemas en forma interrogativa o declarativa, bien para resolverlos al estudiar el tema o para hacer ver la necesidad de introducir nuevos conceptos. En caso de una valoración negativa se diagnosticará una visión problemática de la ciencia.

En la pregunta 2 se valorará el número de situaciones problemáticas que se representan, así como su diversidad (como por ejemplo comentarios declarativos respecto a la necesidad de estudiar la interacción eléctrica o las diferencias de esta interacción respecto al campo de la mecánica y por tanto la necesidad de introducir nuevos conceptos ). Esta pregunta es convergente con la anterior y en caso negativo nos mostraría una interacción arbitraria de los conceptos.

En la pregunta 3 se tendrá en cuenta que la referencia histórica no sea sólo nominal (nombres de científicos, biografías) sino que haga referencia al contenido impartido. En este sentido se valorarán positivamente las explicaciones sobre al menos dos etapas diferentes ( Gilbert, Franklin, Coulomb, Volta, Faraday, Maxwell ) en el desarrollo histórico de la electricidad. En caso contrario, se encontraría una visión acumulativa de la ciencia.

En la pregunta 4 se valorará positivamente que en la presentación a lo largo del tema de electrostática se de una visión contextualizada del estudio a realizar considerando los comentarios explicaciones y proposiciones intuitivas que muestran la relación entre lo anterior y posterior. La valoración negativa de esta pregunta significará una visión compartimentada e inconexa que esta sesgada en exceso hacia una visión analítica del trabajo científico sin mostrar la profunda interrelación entre los conceptos.

**RED 2: ANÁLISIS PARA PLANES DE CLASE, LIBROS DE CONSULTA Y EVALUACIÓN  
(ASPECTOS DE APRENDIZAJE).**

1.- ¿Hay alguna proposición o comentario declarativo que tenga en cuenta los conocimientos previos y / o concepciones alternativas de los alumnos sobre los conceptos básicos de electricidad ( carga, campo y potencial eléctricos)?

..... SI/NO

2.-¿ Se favorece el análisis cualitativo de las situaciones planteadas en los problemas antes de abordar la estrategia de resolución de las mismas?

..... SI/NO

3.,¿ Hay alguna actividad dirigida a los alumnos, o al menos se comenta , que plantee la emisión de hipótesis susceptibles de orientar el tratamiento de las situaciones?

..... SI/NO

4. ¿Se proponen prácticas de laboratorio?.

..... SI/NO

4.1. ¿ Se favorece el diseño y la realización de experimentos frente a la realización de prácticas de laboratorio tipo "receta"?

..... SI/NO

5. ¿ En la práctica propuesta y desarrollada se plantea el análisis detenido de los resultados a la luz del campo de conocimientos disponibles y de la hipótesis emitida?

..... SI/NO

5.1-En caso de no hacer prácticas ¿ Se propone el análisis detenido de resultados obtenidos por otros autores o por experiencias realizadas a lo largo de la historia de electricidad, de acuerdo con el cuerpo teórico disponible y las hipótesis emitidas?

..... SI/NO

6.¿Una vez concluido el estudio se exponen las limitaciones del mismo, dando origen a nuevos interrogantes que se analizarán en posteriores temas?

..... SI/NO

7. ¿Hay algún comentario o reflexión sobre el interés de los problemas a lo largo de los temas de electrostática, explicitando, en particular, las posibles implicaciones C/T/S?

..... SI/NO

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LA RED 2: ANÁLISIS DE LOS PLANES DE CLASE, LIBROS DE CONSULTA Y EVALUACIÓN (ASPECTO DE APRENDIZAJE).

En la pregunta 1 se valorará positivamente aquellas cuestiones y/o comentarios que pretendan hacer explícitas las concepciones alternativas de los estudiantes, o al menos, las mencionen para tenerlas en cuenta. La valoración negativa de esta pregunta nos indicaría que no se tienen en cuenta las preconcepciones y/o ideas alternativas de los estudiantes.

En la pregunta 2 se valorará negativamente las resoluciones puramente operativas que no expliciten el tratamiento cualitativo de los problemas que aparecen en el desarrollo del tema o en los problemas resueltos que se indican como ejemplos.

En la pregunta 3 se valorarán todos los comentarios, reflexiones o cuestiones que hagan referencia a la emisión de hipótesis para empezar a resolver un problema.

En la pregunta 4 se contará el número de prácticas propuestas y su variedad.

En la pregunta 4.1. se valorarán positivamente cuestiones que favorezcan el diseño de experimentos de acuerdo con las hipótesis realizadas o bien, comentarios que expliciten la finalidad de los montajes experimentales de acuerdo con la problemática inicial.

En la pregunta 5 se valorará el número de veces que aparece el análisis de resultados.

En la pregunta 5.1. se trata de constatar si se valora el análisis detenido de los resultados de acuerdo con las hipótesis emitidas y el cuerpo teórico, como uno de los aspectos fundamentales de la metodología científica.

En la pregunta 6 se valorará positivamente el número de nuevos problemas que se presenten, así como que se expliciten las perspectivas del estudio realizado de forma que se favorezca una conexión con los temas que faltan y así contextualizarlo dentro de un cuerpo coherente de conocimientos.

En la pregunta 7 se valorarán positivamente todos los comentarios que motiven el estudio de la electrostática y fomenten actitudes positivas hacia el estudio de la electricidad, teniendo en cuenta el número de referencias a implicaciones técnicas, sociales o científicas

que se realizan. También se tendrá en cuenta la diversidad de los problemas o comentarios presentados.

De este apartado podemos concluir que desde 1979 hasta la fecha se han identificado dificultades conceptuales, procedimentales y actitudinales que obstaculizan el logro de un aprendizaje significativo.

Con el fin de afrontar estas dificultades, en 1992 el Colegio de Bachilleres incorporó a su práctica educativa una visión constructivista del proceso enseñanza-aprendizaje. A pesar de los años transcurridos y que la institución ha llevado a cabo diferentes eventos: programas, cursos y proyectos, tendientes a la comprensión y a la operación por parte de los docentes de este modelo educativo en el área de física no se ha logrado dicho propósito, por lo menos con el impacto que sería deseable.

Como resultado de la problematización se estableció el problema.

¿Cuáles son las concepciones de ciencia y aprendizaje de los docentes en la planeación de física el Colegio de Bachilleres?

Con los supuestos hipotéticos:

- Así como los alumnos tienen concepciones alternativas de los conceptos de física, también los docentes tenemos concepciones alternativas de lo que es ciencia y su aprendizaje.
- Las concepciones de ciencia y aprendizaje de los docentes de física (construidos en su formación) subyacen en su planeación didáctica.
- Estas concepciones de ciencia y aprendizaje promueven dificultades conceptuales, procedimentales y actitudinales mediante el proceso enseñanza-aprendizaje de la física.

El objetivo principal es, precisamente, conocer las concepciones de ciencia y aprendizaje de los docentes de física mediante el estudio, análisis e interpretación de la planeación de las clases para caracterizar estas concepciones.

Para abordar el problema, es posible hacerlo desde diferentes enfoques metodológicos. Elegimos una perspectiva interpretativa en el procedimiento de investigación. Es así que seleccionamos como documento principal de información la planeación de los docentes y como complementarios los libros de consulta y las evaluaciones a los alumnos por las siguientes características:

Fueron elaborados por profesores de física con un mínimo de 15 años de experiencia didáctica y algunos de ellos son instructores en cursos de formación y actualización docente. Todos los académicos, que participaron en la planeación, han asistido a la mayoría de los cursos de actualización y formación docente en los aspectos disciplinarios y didácticos y reflejan la interpretación que tienen del modelo educativo del Colegio de Bachilleres. Muestran en forma implícita las ideas que los docentes tienen acerca de ciencia y aprendizaje.

Muestran todos los elementos de los procesos de enseñanza-aprendizaje: evaluación diagnóstica, actividades de enseñanza y aprendizaje, resolución de problemas, desarrollo de actividades experimentales, evaluación sumativa. Así como una abundante y rica información para la investigación en diferentes áreas del conocimiento: sociológico, pedagógico, antropológico, etcétera.

Estos documentos están incluidos en las estrategias de intervención pedagógica (EIP), que contienen tres fases: apertura, desarrollo y cierre.

Para el logro del objetivo y análisis de los documentos se proponen redes de análisis con sus respectivos criterios de valoración para aspectos relacionados con la ciencia y el aprendizaje. Los resultados de la aplicación de estas redes se muestran en el siguiente apartado.

#### 4.-ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA PLANEACIÓN DE LOS DOCENTES

En el análisis de la planeación de los docentes se utilizaron como documento básico los planes de clase y como complementarios los libros de consulta y las evaluaciones registradas en los mismos planes de clase. ¿Por qué los planes de clase como documento básico?

Porque consideramos que las transcripciones de los planes de clase constituyen una fuente invaluable de información sobre las concepciones de ciencia y aprendizaje en un ambiente institucional-formal, como es la escuela, así como algunos aspectos de los procesos de enseñanza-aprendizaje de la física. Las transcripciones pueden ser revisadas desde diversos ángulos disciplinarios: el sociolingüístico, para ver también los procesos de interacción maestro-alumno y los problemas derivados de una situación de contacto y conflicto entre la física del alumno y la física del profesor; el educativo, para analizar métodos y técnicas de enseñanza y las peculiaridades del proceso educativo del Colegio de Bachilleres y de otras instituciones; desde el antropológico para indagar sobre algunos contenidos y fórmulas de socialización escolar, etcétera.

Además, la fiabilidad de los datos de partida es uno de los problemas que tiene la investigación sobre los docentes, cuando respondemos una entrevista o contestamos un cuestionario, algunas veces activamos respuestas "adecuadas" que dificultan a un investigador conocer las creencias o conceptos que subyacen en nuestra práctica educativa. Esta situación puede reducirse si los datos en lugar de basarse en opiniones, derivan de documentos (De Pro Bueno, 1999). Por ello optamos por analizar como eje básico la planeación elaborada por 6 docentes del plantel 5 "Satélite" del Colegio de Bachilleres.

En este apartado se analizan e interpretan los resultados del estudio realizado a la planeación de los docentes: Planes de clase, libros de consulta ( 1.- Física general Beatriz Alvarenga y Antonio Máximo, 2.- Física conceptual Paul Hewitt, 3.- Física General Héctor Pérez) y evaluaciones a partir de los diseños elaborados para tal fin. Como se recordará los criterios seguidos en la elaboración de los diseños (redes de análisis) han sido descritos en el apartado 3.

Los resultados se obtuvieron contrastando las redes de análisis con planes de clase (7), libros de consulta (3) y evaluaciones (3) que estructuran la planeación de los docentes. Estos resultados se presentan en seis tablas que incluyen el contenido de las preguntas y el porcentaje de las respuestas. En el análisis se presentan ejemplos que apoyaron las interpretaciones de las concepciones de ciencia y aprendizaje de los docentes de física.

#### 4.1.-Resultados obtenidos: análisis e interpretación.

RESULTADOS DEL ANÁLISIS A LOS PLANES DE CLASE (7 EN TOTAL). ORGANIZACIÓN Y SECUENCIA DE CONTENIDOS (ASPECTOS RELACIONADOS CON LA CIENCIA).

TABLA 1.

PREGUNTA	CONTENIDO	%
1	Se proponen preguntas, ejemplos o reflexiones que den una idea de la temática a abordar	100
2	Se proponen situaciones problemáticas cuyo tratamiento permita justificar la introducción de los nuevos conceptos	100
3	Se hacen comentarios históricos sobre la electricidad	0
3.1	Se mencionan datos biográficos de algunos científicos	0
3.2	Se mencionan diferentes etapas en el desarrollo de la teoría eléctrica	0
4	Existe relación implícita con temas anteriores o posteriores	100
4.1	Relacionan el tema con otros campos de la física, resaltando los esfuerzos por conseguir una visión unitaria	0

Análisis e interpretación de los planes de clase: Aspectos relacionados con la ciencia y de acuerdo con la tabla 1

En la pregunta 1 hemos registrado la existencia de alguna proposición interrogativa o alguna reflexión en la introducción, que sirvieron de posible formulación del problema a resolver al abordar el tema. El 100% de los planes de clase lo realizan. Algunos ejemplos los tenemos a continuación:

¿Qué efectos produce una corriente eléctrica? (clase 02).

¿Cómo calcular la potencia de un calentador eléctrico? (clase 03).

¿Qué elementos existen en un circuito eléctrico? (clase 06).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



En la pregunta 2 consideramos aquellos planes de clase en que se introducen los nuevos conceptos a partir de una situación problemática. El 100% de los planes de clase inicia la introducción de conceptos a partir de un problema. Mencionaremos algunos ejemplos:

¿Cómo podremos detectar que fluye una corriente eléctrica en un conductor que atraviesa de un lugar a otro sin saber de dónde viene el conductor? (clase 02).

¿Cómo se podría calcular la potencia de un calentador eléctrico sin emplear las expresiones:  $\Delta E_i = 4.2 m \Delta T$  y  $p = \Delta E_i / t$ ? (clase 03).

Si en una habitación donde está unida la sala y el comedor en una sola pieza, la conexión (eléctrica) está en serie y queremos que se ilumine más un lugar que otro, ¿cómo podremos realizarlo sin cambiar la conexión eléctrica? (clase 04).

En la pregunta 3 tenemos que en ningún plan de clase (0%) se hace mención alguna al contexto histórico ni siquiera en forma de biografías de científicos. De la misma forma 0% de planes de clase no presentan las diversas etapas en el desarrollo de la teoría eléctrica. Ejemplos:

Se realiza una breve explicación acerca del efecto producido por la corriente eléctrica en los tres casos anteriores. Indique que en el esquema c) el campo magnético es débil, este aumenta en el caso del esquema a) pero es mayor que el caso del esquema b) apreciándose con el movimiento de la aguja de la brújula. Bajo este principio, se pueden construir instrumentos para medir la intensidad de la corriente tal como sucede con el llamado amperímetro, el cual debidamente calibrado da la lectura de la corriente eléctrica que circula en un conductor en función de la desviación de la aguja reciben el nombre de analógicos y los que registran la lectura mediante una pantalla se llaman digitales. (clase 02)

Solicite a los integrantes de un equipo realizar una breve descripción de la actividad experimental.

Se realiza una breve explicación acerca de la relación que tiene la potencia eléctrica con la intensidad de la corriente, que estas dos tienen una relación directamente proporcional y que la constante de proporcionalidad es el voltaje de las pilas, donde el modelo matemático es:  $P(w) = V(v)I(a)$  y que hay otros tipos de relaciones, por ejemplo  $P = RI^2$  y  $P = V^2$  (clase 03)

El foco de menor potencia brilla más porque tiene una mayor caída de voltaje y su resistencia es mayor en un circuito en serie. El un circuito en paralelo el foco de mayor potencia brilla más que el de menor potencia al recibir el mismo voltaje porque la potencia en el foco de mayor potencia es mayor cuando por el circula una mayor intensidad de corriente

En los circuito eléctrico en serie la suma de voltaje de cada elemento del circuitos(focos) fue igual al voltaje total aplicado al mismo, con lo cual se cumple la ley de la conservación de la energía y se transforma en calor y energía luminosa. (clase 04)

Al analizar los resultados con respecto a la pregunta 4, encontramos que en el 42% de los planes de clase, el tema tratado tiene conexión con temas anteriores.

**Ejemplos:**

El AEI es la suma de la energía potencial y cinética que contienen las moléculas de una sustancia y está dada por la expresión  $AEI = CTE \times M \times AT$ , donde CTE es la capacidad térmica específica en  $Kj/Kg^{\circ}C$ ,  $m$  es la masa de la sustancia en Kg,  $AT$  es la variación de la temperatura en  $^{\circ}C$  y  $AEI$  es el incremento de la energía interna en Kj (idea abordada en Física II, clase 01).

El incremento de la energía interna para el agua se calcula por la expresión:  
 $AEI = 4.2 \times m \times AT$  (idea abordada en clase 1, clase 02).

Intensidad (de corriente eléctrica) es la capacidad de carga eléctrica que pasa por la sección de un conductor en un segundo (idea de la clase 06, clase 07).

Sin embargo, en la pregunta 4.1 en ninguna clase (0%) se relaciona el tema con otros campos de la física. Ejemplos:

Se realiza una breve explicación acerca del efecto producido por la corriente eléctrica en los tres casos anteriores. Indique que en el esquema c) el campo magnético es débil, este aumenta en el caso del esquema a) pero es mayor que el caso del esquema b) apreciándose con el movimiento de la aguja de la brújula. Bajo este principio, se pueden construir instrumentos para medir la intensidad de la corriente tal como sucede con el llamado amperímetro, el cual debidamente calibrado da la lectura de la corriente eléctrica que circula en un conductor en función de la desviación de la aguja reciben el nombre de analógicos y los que registran la lectura mediante una pantalla se llaman digitales (clase 02).

Se realiza una breve explicación acerca de la relación que tiene la potencia eléctrica con la intensidad de la corriente, que estas dos tienen una relación directamente proporcional y que la constante de proporcionalidad es el voltaje de las pilas, donde el modelo matemático es:  $P(w) = V(v) I(a)$  y que hay otros tipos de relaciones, por ejemplo  $P = RI^2$  y  $P = V^2$  (clase 03).

El foco de menor potencia brilla más porque tiene una mayor caída de voltaje y su resistencia es mayor en un circuito en serie.

El un circuito en paralelo el foco de mayor potencia brilla más que el de menor potencia al recibir el mismo voltaje porque la potencia en el foco de mayor potencia es mayor cuando por él circula una mayor intensidad de corriente.

En los circuitos eléctricos en serie la suma de voltaje de cada elemento del circuito (focos) fue igual al voltaje total aplicado al mismo, con lo cual se cumple la ley de la conservación de la energía y se transforma en calor y energía luminosa. (clase 04).

En conclusión, los planes de clase al desarrollar el tema se proponen: ejemplos o reflexiones que dan una idea de la temática a tratar, situaciones problemáticas que permiten justificar la introducción de nuevos conceptos, relaciones con temas anteriores a posteriores. Sin embargo, no se manifiestan aspectos históricos ni se presentan las diversas etapas en el desarrollo de la teoría eléctrica. De forma similar no se relaciona el contenido con otros campos de la física. En otras palabras se deduce una concepción de ciencia ahistórica, analítica, acumulativa y lineal al no considerar los esfuerzos por lograr una visión unitaria de la física.

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

**RESULTADOS OBTENIDOS DEL ANÁLISIS DE LOS PLANES DE CLASE (7 EN TOTAL) :  
ASPECTOS DE APRENDIZAJE EN LA PRESENTACIÓN DE CONTENIDOS**

TABLA 2.

PREGUNTA	CONTENIDO	%
1	Hay alguna proposición inquisitiva o comentario que tenga en cuenta las ideas alternativas de los estudiantes	0
2	Se favorece un análisis cualitativo de los problemas	86
3	Se favorece la emisión de hipótesis en el tratamiento de los problemas	57
4	Se proponen actividades experimentales	71
4.1	Se favorece el diseño de actividades experimentales	0
5	Se presentan análisis de resultados obtenidos por otros compañeros	42
5.1	Se favorece comparar los resultados de las prácticas con las hipótesis emitidas	14
6	Se exponen las limitaciones del estudio realizado y los nuevos problemas a considerar	0
7	Se hace referencia a las posibles implicaciones sociales y tecnológicas	28

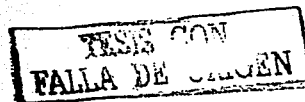
Análisis e interpretación de los planes de clase: aspectos didácticos y de acuerdo a la tabla 2.

Como podemos observar en la pregunta 1 la totalidad de los planes de clase analizados no registran las concepciones alternativas de los estudiantes ni se intenta conectar con estas ideas, para tenerlas en cuenta en el desarrollo del tema. Ejemplos:

Como evaluación diagnóstica realizar un interrogatorio sobre:  
¿ Qué efectos magnéticos puede producir una corriente eléctrica?  
¿ Cuáles son los pasos de la metodología experimental?

Posteriormente realizar un repaso sobre:

Los efectos principales de la corriente eléctrica son:



Efecto calorífico se produce cuando circula corriente eléctrica por un conductor, parte de la energía cinética de los electrones se transforma en calor y eleva la temperatura de éste.

Efecto luminoso se produce cuando se hace circular una corriente eléctrica por un mal conductor de electricidad, como el carbón o el tungsteno, se calienta al llamado rojo vivo o incluso a blanco y debido a su incandescencia emite luz.

Efectos magnéticos que consiste en la formación de un campo magnético alrededor de cualquier conductor por lo cual circula corriente eléctrica.

Indicar los pasos de la metodología experimental vistas en Física I (clase 02).

Preguntar al grupo como:

¿Cómo calculan el AEI de una sustancia?

¿Cómo calculaban la potencia de un calentador eléctrico?

¿Cuáles son las relaciones más comunes entre dos variables?

Realizar un repaso sobre:

El incremento de la energía interna para el agua se calcula por la expresión:

$\Delta E_i = 4.2 \times m \times \Delta T$  explicando sus variables respectivas.

La potencia de un calentador eléctrico se calcula en base a la expresión:

$P = \Delta E_i$  explicando sus variables.

Las variables significativas se clasifican en variables independientes y dependientes las cuales tienen una relación directamente proporcional o una relación inversamente proporcional. (clase 03).

Al analizar la pregunta 2 observamos que el 86% de los planes de clase, incluyen los aspectos cualitativos. Favoreciendo, así, una aproximación más adecuada a los conceptos tratados. Ejemplos:

Entre mayor intensidad de corriente mayor potencia tendrá el calentador eléctrico. (clase 03).

El de mayor potencia iluminará más porque tiene mayor capacidad nominal (clase 04).

Con respecto a la pregunta 3, el 57% de los planes de clase promueven la emisión de hipótesis sobre la situación a resolver que evita, en cierta forma, la excesiva simplificación de los problemas que lleva a un reduccionismo conceptual y a una fijación funcional de las leyes presentadas. Ejemplos:

Se mueve la brújula cuando hay un electroimán cerca (clase 02).

A mayor voltaje, menor potencia (clase 03).

Esta forma de abordar la introducción de los conceptos hace que se realicen actividades experimentales dirigidas esencialmente por el docente (71%), preguntas 4 y 4.1. Donde no se promueve, en los alumnos, la propuesta de diseños de actividades experimentales (0%).

Ejemplos:

**Actividad experimental**

Una vez comentadas algunas respuestas a los planteamientos anteriores, se procede a realizar la experimentación con ayuda de la metodología de la física.

Como guía ilustraremos algunos puntos.

Sistema físico: La pila, la brújula, el alambre magneto, el foco.

Variable Dependiente: Efecto magnético.

Variable independiente: La corriente eléctrica.

Hipótesis

- Se mueve la brújula cuando hay corto circuito.
- Se mueve la brújula cuando hay un electroimán cerca.
- Se mueve la brújula al conectar un foco y brilla.

Experimentación: Se pide a los alumnos armen los siguientes dispositivos y así comprueben sus hipótesis.

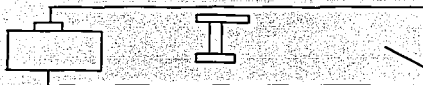
a) Corto circuito:



b) Electroimán:



c) Circuito Simple:



En todos los casos la dirección de la brújula debe de estar paralela al cable por donde pasa la corriente.

- Conectar un caimán a un polo de la pila y otro cable-caimán al otro polo de la pila. Ahora coloca la brújula como se muestra en la brújula e inicia el contacto de un caimán con el otro observando lo que sucede. Anota si la aguja se movió o no.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- b) Construye un pequeño electroimán, enrollando el alambre magneto alrededor del clavo, conecta los extremos del alambre a una pila de 9 volts con ayuda de los cables caimanes y coloca la brújula como se muestra en la figura.
- c) Monta un circuito eléctrico simple con una pila de 9 volts y un foco de 6 volts y coloca la brújula en posición como se indica en la figura. Cierra el circuito, observa y anota lo que sucede con la aguja de la brújula.  
Análisis de resultados.

A partir del resultado de la experimentación se obtienen las conclusiones y estas serán las respuestas al problema inicialmente planteado. (Clase 02).

-Actividades experimentales

A continuación proponga a los alumnos el siguiente problema:

¿Cómo podemos determinar la potencia de un calentador eléctrico?

Con el uso de las expresiones  $AEi=4.2mA \cdot T$  y  $P=AEi/t$

-¿Y sin emplear la expresión anterior?

-No sabemos.

-¿Entonces, que variables intervienen en un circuito eléctrico?

-Voltaje, Intensidad.

-¿Cómo podemos medir estos parámetros experimentalmente?

-Con un multímetro.

-¿Con el uso de las expresiones  $AEi=4.2mA \cdot T$  y  $P = AEi/t$  y la medición de los parámetros con el perímetro tendría el mismo valor la potencia?

A partir de la respuesta y utilizando el material de que disponen los alumnos aplicar la metodología experimental para resolver el planteamiento del problema.

Como guía se ilustran algunos puntos:

Sistema físico:

-El vaso de unicel del calentador.

-El termómetro del calentador.

-Agua del calentador.

-El reloj.

-El voltaje alimentado al calentador.

-El foco del calentador.

VARIABLES:

Independiente: Intensidad de corriente.

Dependiente: Potencia

HIPÓTESIS:

a) Entre mayor intensidad de corriente mayor potencia tendrá el calentador eléctrico.

b) A mayor voltaje, menor potencia.

EXPERIMENTACIÓN:

Se realiza una experimentación con un adecuado

control de variables para contestar la hipótesis a) y b).

RESULTADOS:

A partir de la experimentación realizar tablas y gráficas correspondientes con los datos  $P(w)$  e  $I(a)$

ANÁLISIS DE RESULTADOS:

La potencia es directamente proporcional a la intensidad de corriente donde la constante representa el voltaje alimentado al calentador eléctrico cuya unidad es el volt. El modelo matemático es  $P(w) = V(v)$  donde  $P(w)$  es la potencia del calentador

en watts,  $I(a)$  la intensidad en ampere y  $V(v)$  el voltaje que se alimenta a las pilas en volts.

Conclusiones:

Entre la potencia y la intensidad existe una relación directamente proporcional donde la constante es el voltaje que está dado en volts y su modelo matemático es

$$P(w) = \frac{V(v)}{I(a)}$$

(clase 03):

Asimismo, se favorece (42%) el análisis de resultados con otros equipos de trabajo y solamente 14% compara los resultados de las actividades experimentales con las hipótesis emitidas, preguntas 5 y 5.1, lo que influye en un reduccionismo conceptual. Ejemplos:

-Guía de discusión

Discute con tus compañeros de equipo sobre las siguientes preguntas de acuerdo a la actividad experimental, y contesta por escrito lo siguiente:

- 1.-¿ Por qué el foco de menor potencia brilla más que el de mayor potencia?
- 2.-¿ Cómo es el voltaje calculado por los focos en el circuito eléctrico en serie comparado con el voltaje de alimentación?
- 3.-¿ Se cumple la ley de la conservación de la energía en el circuito eléctrico en serie y en paralelo? (clase 04).

-Guía de discusión

Se realiza una discusión por equipo de las siguientes preguntas que es'án de acuerdo con la actividad experimental :

-Define qué es un conductor no ohmico y uno ohmico

-Explique con un dibujo que representa físicamente la recta obtenida al graficar en el eje "y" el valor de voltaje y el eje "x" el valor de intensidad de corriente y cómo se obtiene el valor de la recta al emplear la función tangente

-¿en circuito electrónico, que sucederá con la intensidad  $n$  de corrientes si se mantiene constante el voltaje pero se duplica el valor de resistencia? (clase 06).

De la misma manera, esta forma de tratar los problemas olvida establecer las limitaciones, pregunta 6, de las leyes expuestas y su campo de validez (0%). Ejemplos:

El profesor explica brevemente la relación ente el voltaje, corriente y resistencia entre materiales:

ohmicos: Realiza un problema por ejemplo:

si concentramos dos pilas de 1.5 volts por ejemplo a un alambre de nicromel y medimos una corriente de 100mA ¿cuál será la resistencia del nicromel?

Datos  
 $V = (1.5v)^2 = 3$   
 $I = 100mA = 0.1^a$

formula  
 $R = V/I = m 3v / 0.1A = 30$

R=?

(clase 06).

.-Guía de discusiones

- Si suministra a la bobina primaria un voltaje de 100 V, ¿ cuál será el voltaje que produce la bobina secundaria?
- La bobina secundaria se conecta a un reflector cuya resistencia es de 50 ohm. Suponiendo que la respuesta a la pregunta anterior sea 200V, ¿ cuál será el valor de la corriente del circuito secundario?
- ¿Cuál es la potencia en la bobina secundaria?
- ¿Cuál es la potencia de la bobina primaria?

-¿Cuál es el valor de la corriente que consume la bobina primaria? (clase 07).

En la pregunta 7 se puede observar que el 28% de los planes de clase presentan algunas aplicaciones tecnológicas. Sin embargo, aunque consideramos positivo que se presenten estas aplicaciones, cuando se pone de manifiesto este aspecto no se profundiza en las complejas relaciones ciencia-técnica-sociedad. Ejemplos:

Como guía ilustraremos algunos puntos.

Sistema físico: La pila, la brújula, el alambre magneto, el foco.

Variable Dependiente: Efecto magnético.

Variable independiente: La corriente eléctrica. (clase 02).

Medir la intensidad de dos aparatos domésticos disponibles obteniendo los datos de la placa. (clase 03).

.-Guía de discusión

- Explica por qué se puede despreciar la resistencia eléctrica de un alambre conductor de poca longitud, pero sí debe considerarse su valor si es muy largo.
- ¿ Cómo es la relación entre la resistividad y el área transversal de un conductor?

-¿ Qué es la resistencia eléctrica? (clase 05).

En resumen, podemos concluir que al desarrollar el tema, la planeación de los docentes favorece: una aproximación adecuada a los conceptos tratados al considerar los aspectos cualitativos, la emisión de hipótesis sobre la situación a resolver, las actividades experimentales dirigidas esencialmente por los docentes (donde los alumnos no tienen oportunidad de proponer procedimientos de contratación). Sin embargo, se limita: el análisis de los resultados obtenidos lo que influye en un reduccionismo conceptual y las implicaciones: sociales y tecnológicas. Finalmente no se consideran las concepciones alternativas de los alumnos ni se exponen las limitaciones del estudio realizado y el surgimiento de nuevos problemas.



Es decir, una concepción de aprendizaje que a partir de situaciones problemáticas favorece: su análisis cualitativo, la emisión de hipótesis y su contrastación. Con un limitado análisis de resultados y mínimas referencias a implicaciones sociales y tecnológicas. Sin considerar: las concepciones alternativas de los alumnos, las limitaciones del estudio realizado, la posibilidad de que los alumnos diseñen procedimientos de contrastación.

#### 4.2.- Libros de consulta para profesores y alumnos

#### RESULTADOS DEL ANÁLISIS A LOS LIBROS DE CONSULTA (3 EN TOTAL ) ORGANIZACIÓN Y SECUENCIA DE CONTENIDOS: ASPECTOS RELACIONADOS CON LA CIENCIA.

TABLA 3.

PREGUNTA	CONTENIDO	%
1	Se proponen preguntas, ejemplos o reflexiones que den una idea de la temática a abordar	100
2	Se proponen situaciones problemáticas cuyo tratamiento permita justificar la introducción de los nuevos conceptos	33
3	Se hacen comentarios históricos sobre la electricidad	67
3.1	Se mencionan datos biográficos de algunos científicos	0
3.2	Se mencionan diferentes etapas en el desarrollo de la teoría eléctrica	0
4	Existe relación implícita con temas anteriores o posteriores	100
4.1	Relacionan el tema con otros campos de la física , resaltando los esfuerzos por conseguir una visión unitaria	0

Análisis e interpretación de los libros (3) de consulta para docentes y alumnos: aspectos relacionados con la ciencia y de acuerdo con la tabla 3.

En la pregunta 1 los tres libros de consulta (100%) presentan la existencia de proposiciones interrogativas y/o reflexiones en la introducción de los temas. Algunos ejemplos los tenemos a continuación.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Nuestra vida se encuentra íntimamente relacionada con fenómenos de naturaleza eléctrica (libro 1).

La electricidad, en una u otra forma, subyace a casi todo lo que te rodea. Se encuentra en los relámpagos;... y la electricidad es lo que mantiene unidos a los átomos para formar moléculas (libro 2).

¿Ha pensado alguna vez en los cambios que habría en nuestra manera de vivir si por un largo periodo no tuviéramos energía eléctrica? (libro 3).

En la pregunta 2, sólo el 33% de los libros (1) propone situaciones problemáticas que justifican la introducción de los nuevos conceptos.

### Ejemplo.

Tras la complejidad de los fenómenos eléctricos hay una regla fundamental de la cual se derivan casi todos los demás efectos. ¿Cuál es la regla fundamental? (libro 2).

En la pregunta 3, tenemos que en el 67% de los libros se hace mención del contexto histórico donde surgieron estos conceptos. Asimismo, hacen referencia a la historia de la electricidad en forma de biografías de científicos relacionados con el tema. Sin embargo, las descripciones que realizan presentan las diversas etapas en forma acumulativa y lineal sin hacer referencia explícita a los diversos problemas que dieron origen a la reestructuración. Ejemplos de esta situación:

Durante la edad media predominó la vieja hipótesis de que la atracción se debía a una "simpatía" entre los cuerpos (libro 1).

Los primeros fenómenos eléctricos fueron descritos por el matemático griego Tales de Mileto, quien vivió aproximadamente en el año 600 a.. (libro 3).

Con respecto a la pregunta 4, encontramos que el 100% de libros hacen referencia a otros capítulos o a conexiones con problemas tratados anteriormente. Con los libros que expresan conexiones con otros temas se refieren más a antecedentes a tener en cuenta que a los esfuerzos de unificación de la teoría mecánica, eléctrica, magnética y óptica. He aquí unos ejemplos:

Este capítulo trata de la electrostática, o sea, de la electricidad en reposo... el capítulo siguiente trata del aura que rodea a las cargas eléctricas: el campo eléctrico (libro 2).

En esta unidad estudiaremos la electrostática y comprenderemos por qué un cuerpo tiene carga eléctrica cuando pierde o gana electrones... En la parte correspondiente a electrodinámica se explicará que la corriente eléctrica es un movimiento o flujo de electrones a través de un conductor (libro 3).

En la Unidad VIII analizaremos situaciones en las cuales hemos de tratar con cargas eléctricas generalmente en reposo... En la Unidad IX estudiaremos las cargas eléctricas en movimiento, es decir, las corrientes eléctricas... (libro 1).

En conclusión, los resultados que nos muestra la tabla 3, permiten interpretar que en los libros de consulta se establecen: ejemplos o reflexiones que dan una idea de la temática a tratar, relaciones con temas anteriores a posteriores. Limitaciones en la presentación de situaciones problemáticas y en los aspectos relacionados con la historia. No se mencionan las diferentes etapas en el desarrollo de la teoría eléctrica ni se relaciona el tema con otros campos de la física en la búsqueda de una visión unitaria.

Es decir, una concepción aproblemática, ahistórica, lineal, analítica y acumulativa de la ciencia.

**RESULTADOS DEL ANÁLISIS A LOS LIBROS DE CONSULTA (3 EN TOTAL) : ORGANIZACIÓN Y SECUENCIA DE CONTENIDOS (ASPECTOS DE APRENDIZAJE).**

TABLA 4.

PREGUNTA	CONTENIDO	%
1	Hay alguna proposición inquisitiva o comentario que tenga en cuenta las ideas alternativas de los estudiantes	0
2	Se favorece un análisis cualitativo de los problemas	67
3	Se favorece la emisión de hipótesis en el tratamiento de los problemas	67
4	Se proponen actividades experimentales	67
4.1	Se favorece el diseño de actividades experimentales	0
5	Se presentan análisis de resultados obtenidos por otros compañeros	0
5.1	Se favorece comparar los resultados de las prácticas con las hipótesis emitidas	0
6	Se exponen las limitaciones del estudio realizado y los nuevos problemas a considerar	0
7	Se hace referencia a las posibles implicaciones sociales y tecnológicas	100

TESIS CON  
FALLA DE CALIDAD

**Análisis e interpretación de los libros de consulta: aspectos didácticos y de acuerdo a la tabla 4.**

En la pregunta 1 podemos constatar que en ningún libro se toma en cuenta las concepciones alternativas de los estudiantes para desarrollar el tema. Ejemplos:

La palabra electricidad proviene del vocablo griego electrón, que significa ámbar. El ámbar es una resina fósil transparente de color amarillo, producido en tiempos muy remotos por árboles que actualmente son carbón fósil (libro 3).

Medición de la carga eléctrica. Ya sabemos que cuando un cuerpo está electrizado posee un exceso de protones (carga positiva), o bien, un exceso de electrones (carga negativa). Por este motivo, el *valor de la carga* de un cuerpo, que vamos a representar  $Q$  o  $q$  se puede medir por el número de electrones que el cuerpo pierde o gana. Pero esta forma de expresar el valor de la carga nos resulta práctica, pues se sabe que en un proceso común de electrización (por frotamiento, por ejemplo), el cuerpo pierde o gana un número muy elevado de electrones. De este modo, los valores de  $Q$  o  $q$  estarían expresados por números sumamente grandes (libro 1).

La electricidad, en una u otra forma, subyace a casi todo lo que te rodea. Se encuentra en los relámpagos: se encuentra en la chispa que salta bajo tus pies cuando caminas arrastrándolos sobre una alfombra, y la electricidad es lo que mantiene unidos a los átomos para formar moléculas. Nuestro dominio de la electricidad se hace patente en varias clases de dispositivos tecnológicos, desde las bombillas hasta los computadores. En esta era tecnológica es importante saber como podemos manipular los fundamentos de la electricidad a fin de proporcionar a las personas un bienestar inimaginable hasta fechas recientes (libro 2).

Al analizar la pregunta 2 vemos que 67% de los libros, consideran aspectos cualitativos de los problemas y/o conceptos. Promoviendo una aproximación adecuada a los conceptos. Ejemplos:

Dos hojas de un mismo tipo de papel son frotadas entre sí. ¿Quedarán electrizadas? y ¿Si frotamos dos barras hechas de un mismo tipo de plástico? Explique (libro 1).

Explica cómo puede un objeto cargado atraer a otro que es eléctricamente neutro (libro 2).

De la misma forma, el 67% (Pregunta 3), de los libros de consulta incluyen en sus comentarios proposiciones que favorecen la emisión de hipótesis o reflexiones que incluyen hipótesis sobre la situación a tratar. Evitando así una excesiva simplificación de los problemas y/o conceptos. Ejemplos:

Tome un peine de plástico, y pasándolo algunas veces por sus cabellos (que deben estar limpios y secos), se electrizará, como usted ya sabe.

- 1) Acerque el peine a objetos ligeros, como pequeños trozos de papel o de unícel.
- 2) Deje escurrir un chorro fino de agua en una llave y aproxíme a ella el peine electrizado.

Observe qué sucede en ambos casos. ¿Los pedazos de papel y el filamento de agua se encontraban inicialmente electrizados? Explique, entonces, por qué fueron atraídos por el peine (libro 1).

En qué se difiere la carga de un electrón a la de un protón? (libro 2).

Con respecto a la pregunta 4, en el 67% de los libros de consulta se proponen actividades experimentales para explicar a partir de la observación y en la pregunta 4.1 ningún libro (0%) promueve, entre los alumnos, la elaboración de diseños de actividades experimentales. Ejemplos:

El frotamiento es una manera sencilla de cargar eléctricamente un cuerpo. Por ejemplo: cuando el cabello se peina con vigor pierde algunos electrones, adquiriendo entonces carga positiva; mientras tanto el peine gana dichos electrones y su carga final es negativa. Es decir, cuando un objeto se electriza por fricción la carga no se crea, pues siempre ha estado ahí, ni se producen nuevos electrones, sólo pasan de un cuerpo a otro. Esta observación permite comprender la Ley de la Conservación de la Carga que dice: Es imposible producir o destruir una carga positiva sin producir al mismo tiempo una carga negativa de idéntica magnitud; por tanto, la carga eléctrica del Universo no se crea ni se destruye (libro 3).

Llegamos así a la conclusión siguiente:

Existen dos tipos de carga eléctrica: positivas y negativas. Las cargas eléctricas de mismo nombre ( mismo signo) se repelen, y las cargas de nombre de contrario (signo contrario) se atraen .

Los cuerpos electrizados cuya carga o electricidad es de nombre contrario se atraen, los que tiene electricidad del mismo nombre, se repelen (libro 1).

Este reduccionismo de las actividades experimentales influye para que el alumno no active su facultad de toma de decisiones, la construcción de hipótesis, así como su respectiva contrastación, etc; asimismo se evita comparar resultados con otros equipos y con la hipótesis propuesta (pregunta 5), y exponer las limitaciones del estudio realizado. Ejemplos:

Frote dos tiras de plástico con un trozo de tela de lana o con sus propias manos. Sostenga las tiras con sus dedos y observe que se repelen. Explique por qué? (libro 1).

Carga un peine frótandolo en el cabello, de preferencia en tiempo seco, y aproxímalo a unos trocitos de papel. Explica lo que observas (libro 2).

En la pregunta 6 observamos que en ningún libro (0%) se mencionan las limitaciones del estudio realizado y el posible surgimiento de nuevos problemas. Ejemplos.

Debemos observar en el proceso de electrización, que el número total de protones y electrones no se altera, y sólo hay una separación de las cargas eléctricas. Por tanto, no hay creación ni destrucción de carga eléctrica, es decir, la carga total se conserva, tal como pensó Franklin (libro 1).

El frotamiento es una manera sencilla de cargar eléctricamente un cuerpo. Por ejemplo: cuando el cabello se peina con vigor pierde algunos electrones, adquiriendo entonces carga positiva; mientras tanto el peine gana dichos electrones y su carga

final es negativa. Es decir, cuando un objeto se electriza por fricción la carga no se crea, pues siempre ha estado ahí, ni se producen nuevos electrones, sólo pasan de un cuerpo a otro. Esta observación permite comprender la Ley de la Conservación de la Carga que dice: Es imposible producir o destruir una carga positiva sin producir al mismo tiempo una carga negativa de idéntica magnitud; por tanto, la carga eléctrica total del universo es una magnitud constante, no se crea ni se destruye (libro 3).

Las fuerzas eléctricas provienen de las partículas del interior de los átomos.

En el sencillo modelo atómico propuesto a principios de este siglo por Ernest Rutherford y Niels Bohr, el átomo consiste en un núcleo rodeado de carga positiva por electrones (libro 2).

En la pregunta 7 se puede observar que todos los libros (100%), presentan aplicaciones técnicas o que tengan interés para los alumnos con relación a la temática estudiada. De la misma forma que en los planes de clase, consideramos positivo que los libros presenten al menos alguna aplicación técnica, cuando se pone de manifiesto este aspecto no se profundiza en las complejas relaciones ciencia-técnica-sociedad.

Cuando conectamos entre sí los polos o terminales de un acumulador (o batería), por medio de un alambre o hilo metálico, los electrones del metal se ponen en movimiento (libro 1).

Si pierdes electrones al arrastrar los pies sobre una alfombra, ¿adquieres una carga negativa o positiva? (libro 2).

Jaula de Faraday. Una persona encerrada en una jaula metálica no correrá peligro alguno si toca sus caras interiores, aunque esté fuertemente cargada. Pero si toca la superficie exterior puede recibir una fuerte descarga. (libro 3).

En resumen, podemos concluir que al desarrollar el tema, los libros de consulta hacen referencia a las implicaciones sociales tecnológicas del tema y con ciertos límites favorecen: el análisis cualitativo y la emisión de hipótesis en los problemas y las actividades experimentales. Sin embargo, no consideran: las concepciones alternativas de los alumnos, el diseño de procedimientos para contrastar hipótesis, el análisis de resultados obtenidos, las limitaciones del estudio realizado y el surgimiento de nuevos problemas. Es decir, no promueven un aprendizaje significativo.

TESIS CON  
FALLA DE CONTENIDO

## 4.3.- Evaluaciones que proponen los docentes para los alumnos.

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LAS EVALUACIONES (3 EN TOTAL) : ORGANIZACIÓN Y SECUENCIA DE CONTENIDOS (ASPECTOS DE CIENCIA).

TABLA 5.

PREGUNTA	CONTENIDO	%
1	Se proponen preguntas, ejemplos o reflexiones que den una idea de la temática a abordar	0
2	Se proponen situaciones problemáticas cuyo tratamiento permita justificar la introducción de los nuevos conceptos	67
3	Se hacen comentarios históricos sobre la electricidad	0
3.1	Se mencionan datos biográficos de algunos científicos	0
3.2	Se mencionan diferentes etapas en el desarrollo de la teoría eléctrica	0
4	Existe relación implícita con temas anteriores o posteriores	100
4.1	Relacionan el tema con otros campos de la física, resaltando los esfuerzos por conseguir una visión unitaria	0

Análisis e interpretación de las evaluaciones: aspectos de ciencia y de acuerdo con la tabla 5.

En la cuestión 1, podemos observar que en ninguna evaluación (0%) se indagan las concepciones alternativas de los alumnos. Ejemplos:

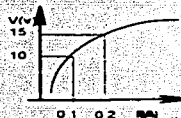
( ) Al conectar un foco con una pila, el efecto que produce es :  
 a ) Solar    b ) Eléctrico    c) Fotosíntesis    d) Magnetismo  
 (evaluación diagnóstica)

( ) A la oposición que presentaba un conductor al paso de corriente o flujo eléctrico se llama :  
 a) Resistencia    b) Voltaje    c) Resistividad    d) Intensidad  
 (evaluación sumativa "A")

- ( ) un voltímetro debe conectarse con la resistencia en:  
 a) paralelo      b) serie      c) círculo complejo      d) mixto  
 (evaluación sumativa "B").

En la pregunta 2, el 67% de las evaluaciones presentan situaciones problemáticas como lo muestran los siguientes ejemplos:

Observa la gráfica voltaje vs intensidad que se obtuvo de un conductor y contesta lo que se te pide:



- a) ¿Es óhmico este conductor? ¿Por qué?  
 b) ¿Cuál es el valor de su resistencia cuando está sometido a un voltaje de 15 V? (evaluación sumativa "A").

En un laboratorio un conductor fue sometido a diversos voltajes. Al medir los valores de los voltajes y de la corriente de cada uno de ellos, se estableció la Tabla siguiente:

V (v)	5	10	15	20
I (A)	0.2	0.4	0.6	0.8

- a) Construya el diagrama V vs I  
 b) ¿Este conductor obedece la Ley de Ohm?  
 c) ¿Cuál es el valor de la resistencia de este conductor?  
 (evaluación sumativa "B").

En relación a la pregunta 3 ninguna evaluación (0%) indaga los aspectos históricos y/o las diferentes etapas en el desarrollo de la teoría eléctrica.

- ( ) Se define Watt como la relación de :  
 a) Joules /minutos    b) Newton/metros    c) Joules/segundo    f) Segundos/Joules  
 (evaluación diagnóstica)

- ( ) Dispositivo que transforma la energía eléctrica a energía mecánica se llama:  
 a) Generador      b) Motor      c) Transformador      d) Máquina simple  
 (evaluación sumativa "A")

- ( ) La constante de proporcionalidad entre el voltaje y la intensidad:  
 a) Resistencia      b) Resistividad      c) Área      d) Longitud  
 (evaluación sumativa "B")

Finalmente en la pregunta 4 y 4.1 podemos observar que en todas las evaluaciones (100%) existe relación entre los conceptos a evaluar y temas anteriores (en forma

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN



implícita). Sin embargo, sucede todo lo contrario (0%) con respecto a relacionar los conceptos con otros campos de física y los esfuerzos por conseguir una visión unitaria.

Ejemplos:

Entre la potencia y el tiempo existe una relación:

- a) Directamente proporcional    b) Directa    c) Inversa    d) Inversamente proporcional  
(evaluación diagnóstica).

Entre la potencia e intensidad de corriente existe una relación:

- a) Inversamente proporcional    b) Inversa    c) Directamente proporcional    d) Directa proporcional

(evaluación sumativa "A").

Entre la resistencia y el área transversal existe una relación:

- a) Inversamente proporcional    b) Inversa    c) Directamente proporcional    d) Directa proporcional

(evaluación sumativa "B").

En resumen, podemos afirmar que los resultados del análisis de las evaluaciones muestran las concepciones de ciencia. En primer lugar es frecuente la presentación de situaciones problemáticas que permiten justificar la introducción de nuevos conceptos. No se consideran aspectos históricos para destacar las diferentes etapas en el desarrollo de las teorías. Esta situación refleja una concepción de ciencia acumulativa lineal y ahistórica que omite, los problemas en las diferentes etapas que dieron origen al desarrollo de la teoría eléctrica.

Asimismo, se presenta una concepción de ciencia excesivamente analítica que no tiene en cuenta la relación del tema con otros campos de la física y con los esfuerzos de unificación teórica que también son congruentes con una imagen actual de la ciencia.

RESULTADO DEL ANÁLISIS A LAS EVALUACIONES (3 EN TOTAL) : ORGANIZACIÓN Y SECUENCIA DE CONTENIDOS (ASPECTOS DIDÁCTICOS)

TABLA 6

PREGUNTA	CONTENIDO	%
1	Hay alguna proposición inquisitiva o comentario que tenga en cuenta las ideas alternativas de los estudiantes	0
2	Se favorece un análisis cualitativo de los problemas	67
3	Se favorece la emisión de hipótesis en el tratamiento de los problemas	67
4	Se proponen actividades experimentales	0
4.1	Se favorece el diseño de actividades experimentales	0
5	Se presentan análisis de resultados obtenidos por otros investigadores	0
5.1	Se favorece comparar los resultados de las prácticas con las hipótesis emitidas	0
6	Se exponen las limitaciones del estudio realizado y los nuevos problemas a considerar	0
7	Se hace referencia a las posibles implicaciones sociales y tecnológicas	0

FALTA LA COMISIÓN

**Análisis e interpretación de los resultados del análisis de las evaluaciones , según tabla 6: aspectos didácticos**

En la pregunta 1 en ninguna evaluación (0%) se indagan las concepciones alternativas de los alumnos. Ejemplos:

( ) Al conectar un foco con una pila , el efecto que produce es :  
 a ) Solar            b ) Eléctrico            c ) Fotosíntesis            d ) Magnetismo  
 (evaluación diagnóstica)

( ) Un amperímetro se debe conectar en circuito para medir la corriente que pasa por él:  
 a ) Paralelo            b ) Serie            c ) Circuito completo            d ) Mixto  
 (evaluación sumativa "A")

En la pregunta 2 en el 67% de las evaluaciones favorece el análisis cualitativo de los conceptos y / o problemas. Ejemplos:

A medida de que la resistividad de un alambre aumenta , su capacidad de conducir corriente eléctrica :  
 a) Disminuye            b) Aumenta            c) Mantiene constante            d) Variable  
 (evaluación sumativa "A")

Entre la potencia e intensidad de corriente existe una relación  
 a) Inversamente b) Inversa c) Directamente proporcional d) Directa  
 proporcional            (evaluación sumativa "A")

Con respecto a la pregunta 3 observamos que 67% de las evaluaciones favorece la emisión de hipótesis, pero en ninguna (0%) se permite o promueve que los alumnos diseñen actividades experimentales. Ejemplos:

Entre el voltaje e intensidad de corriente existe una relación :  
 a) Inversa            b) Directa            c) Inversamente proporcional            d) Directamente proporcional  
 (evaluación sumativa "A").

Medida que la resistividad de una alambre aumenta su capacidad de conducir la corriente eléctrica:  
 a) Disminuye            b) Aumenta            c) Mantiene constante            d) Variable  
 (evaluación sumativa "B").

En relación con las preguntas 5, 6, y 7 observamos que en ninguna (0%) evaluación se considera un análisis de resultados y su comparación con las hipótesis emitidas, no se indagan las limitaciones del estudio realizado ni el seguimiento de posibles problemas y, finalmente no se evalúan las posibles implicaciones sociales y tecnológicas del tema. Ejemplos:

( ) Un amperímetro se debe conectar en circuito para medir la corriente que pasa por él:  
a) paralelo      b) serie      c) circuito completo      d) mixto

( ) Entre la potencia e intensidad de corriente existe una relación :  
a) inversamente proporcional      b) inversa      c) directamente proporcional      d) directa

( ) La oposición que presentaba un conductor al paso de corriente o flujo eléctrico se llama :  
a) resistencia      b) voltaje      c) resistividad      d) intensidad

( ) Si se duplica la longitud de un alambre, la resistencia :  
a) se reduce a la mitad      b) se duplica      c) se mantiene constante      d) se triplica

( ) La constante de proporcionalidad entre la resistencia, longitud y área transversal de un conductor es :  
a) resistencia      b) resistividad      c) voltaje      d) intensidad  
(evaluación sumativa "A")

1.- En un laboratorio, un conductor fue sometido a diversos voltajes, al medir los valores de los voltajes y de la corriente de cada uno de ellos se estableció la tabla siguiente

V (v)	5	10	15	20
I (A)	0.2	0.4	0.6	0.8

- a) Construya el diagrama de V vs. I  
b) ¿ Este conductor obedece la Ley de Ohm?  
c) ¿Cuál es el valor de la resistencia de este conductor?

2.- Calcular la resistencia eléctrica a 0° C de un alambre de platino de 0.5 m de longitud y 0.7 mm<sup>2</sup> de área en su sección transversal. La resistividad del platino es de 11.5x10<sup>-2</sup> -m.

(evaluación sumativa "B")

En resumen, las evaluaciones no consideran las concepciones alternativas de los alumnos, las actividades experimentales; mucho menos su diseño por parte de los alumnos,

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

la emisión de hipótesis, su contrastación, la capacidad de análisis de resultados y no se indaga las posibles aplicaciones sociales y tecnológicas de los contenidos. Es decir, reflejan un aprendizaje memorístico, tradicional y por lo tanto no significativo.

De este apartado: análisis e interpretación de la planeación de los docente de física podemos concluir que:

Como documento básico de la investigación se utilizaron los planes de clase y como complementarios los libros de consulta y las evaluaciones a los alumnos. Lo anterior, dado que consideramos que los planes de clase constituyen una fuente importante de información sobre las concepciones de ciencia y aprendizaje de los docentes en el ámbito escolar, así como algunos aspectos del proceso enseñanza-aprendizaje.

Además, la confiabilidad de los datos de partida es uno de los problemas que tiene la investigación sobre los docentes, cuando respondemos una entrevista o contestamos un cuestionario, algunas veces activamos respuestas "adecuadas" que obstaculizan a un investigador conocer las creencias o conceptos que subyacen en nuestro quehacer educativo.

Para el análisis y la interpretación se utilizaron siete planes de clase, tres libros de consulta y tres evaluaciones. Asimismo, se diseñaron redes de análisis con sus respectivos criterios de validación (ver apartado 3).

Los autores consultados y la correspondiente recuperación teórica (apartado 1) así como nuestra experiencia docente favorecieron, en gran medida la interpretación de los resultados:

a) Con respecto a ciencia.

Los planes de clase consideran que la ciencia inicia la construcción de los conocimientos a partir de situaciones problemáticas. Existe una continuidad lógica de la disciplina al relacionar el contenido con temas anteriores o posteriores. Sin embargo no se mencionan aspectos históricos o las diferentes etapas del desarrollo de la teoría

eléctrica, ni los esfuerzos por lograr una visión unitaria de la física. Es decir, se deduce una concepción de ciencia problemática, ahistórica, analítica, acumulativa y lineal.

Los libros de consulta presentan limitaciones en la presentación de situaciones problemáticas y en los aspectos relacionados con la historia. No se mencionan las diferentes etapas en el desarrollo de la teoría eléctrica, ni se relaciona el tema con otros campos de la física en la búsqueda de una visión unitaria. Es decir, fortalecen las concepciones de ciencia de los docentes mencionados en líneas anteriores.

Las evaluaciones aplicadas a los alumnos reflejan las concepciones de ciencia de los docentes: Problemática ahistórica, analítica, acumulativa y lineal.

b) Con respecto al aprendizaje.

De los planes de clase se deduce una concepción de aprendizaje que se inicia a partir de situaciones problemáticas favoreciendo un análisis cualitativo, la emisión de hipótesis y su contrastación respectiva (dirigida por el docente). Con un limitado análisis de los resultados y escasas referencias a implicaciones sociales y tecnológicas.

Sin ninguna referencia: a las concepciones alternativas de los alumnos, las limitaciones del estudio realizado y a la posibilidad de que los alumnos diseñen procedimientos de contrastación.

Los libros de consulta fortalecen la concepción de aprendizaje que se dedujo de los planes de clase. Es decir, no promueven un aprendizaje significativo.

Las evaluaciones aplicadas a los alumnos, en concordancia con lo anterior, reflejan una concepción de aprendizaje tradicional, memorístico y no significativo.

## 5.- ELEMENTOS PARA UNA REFLEXIÓN CRÍTICA DE LA PLANEACIÓN DOCENTE

Ante las concepciones de ciencia y aprendizaje de los docentes establecidas en el apartado anterior ¿Qué hacer?, ¿Cómo proceder?, ¿Es posible transformar estas ideas? una posibilidad es que los propios docentes reconstruyan estas concepciones a partir de una autoreflexión crítica de su planeación de enseñanza en reuniones de academia.

En este último apartado se describen, primero, los elementos o ejes que se proponen como guías de la reflexión docente, después se mencionan las actividades de aprendizaje mediante un ejemplo sugerido que abarca dos temas 1.- Electrización y 2.- Las fuerzas entre cargas eléctricas. Este ejemplo tiene la intención de funcionar como un primer intento de modelo de actividades de aprendizaje para los docentes.

### 5.1. Elementos o ejes de reflexión para la "Reconstrucción de la planeación de los docentes en el tema de electricidad a nivel Bachillerato".

Los profesores de física de Bachillerato coincidimos en que el contenido escolar relacionado con electrostática presenta serias dificultades en la enseñanza y el aprendizaje y suele ser uno de los temas de mayor fracaso escolar. Sin embargo, pocas veces hemos tenido la ocasión de reflexionar sobre la secuencia de los contenidos que se imparten, su estructura y las estrategias didácticas que se emplean. Es decir, sobre el conjunto de factores que pueden influir en los resultados que se obtienen. Así pues, proponemos realizar en las reuniones de academia un análisis autocrítico de la planeación de la enseñanza de electrostática.

- ¿Qué objetivos debe perseguir una planeación de la enseñanza de física a nivel bachillerato?. Una forma de recabar las opiniones del profesorado es pedirles que intenten resumirlas, señalando algunos objetivos que consideren deseables. Para ello el moderador propone a los profesores que se distribuyan en grupos de tres y que pongan sus conclusiones en el pizarrón, con el fin de compararlas y reconstruirlas.
- ¿Qué criterios deben presidir la elaboración de una planeación de enseñanza de electrostática?. Se trata de que los docentes propongan a través de una serie explícita de criterios la forma en que se puede planear el tema de electrostática, para el logro de los objetivos mencionados.
- ¿Cómo debe ser de amplio el tema? ¿Se deben impartir todos los contenidos del programa oficial, anteponiendo la profundidad y coherencia a un planteamiento extenso?, o bien ¿Se debe dar una visión suficiente sin lagunas importantes?
- ¿Desde donde se debe comenzar el tema?, ¿Es conveniente repetir lo de cursos anteriores?, o bien ¿Es conveniente evitar repeticiones que impiden cubrir mejor el temario?
- ¿Qué contenidos enseñar?. Posibles alternativas:
  - a) Para facilitar el aprendizaje es conveniente que los contenidos estén ordenados de acuerdo a la lógica interna de la disciplina y al grado de dificultad.
  - b) Es conveniente considerar al aprendizaje como construcción de conocimientos de forma que se integre una aplicación de la metodología científica con la adquisición de conocimientos.
  - c) Será importante que además de los conocimientos y procedimientos se propicie un enfoque que favorezca una actitud positiva hacia el tema y la física en general.
  - d) No es necesario insistir en aspectos procedimentales y actitudinales ya que los estudiantes ya los tienen trabajados de cursos anteriores, y lo que les falta es una buena base de teoría.



- ¿Cuál es el papel del profesor en el desarrollo del tema?. Posibles alternativas:
  - a) El profesor debe transmitir los conocimientos de forma ordenada y la actividad de los alumnos se debe centrar en la asimilación del discurso del profesor.
  - b) El profesor debe dar una amplia autonomía a los alumnos, poniendo a su disposición abundante bibliografía, y estando a su disposición en caso de necesidad.
  - c) El papel del profesor debe ser de organizador y diseñador de las actividades del aprendizaje y dirigir, guiar y promover el trabajo de los alumnos.
- ¿Es conveniente tener en cuenta los conocimientos previos y las concepciones alternativas de los alumnos para apoyarse en ellos a la hora de diseñar la planeación?
- ¿Tiene algo que aportar la historia de la electricidad a la hora de planear la enseñanza?. Posibles alternativas:
  - a) La historia de la electricidad es un proceso largo y acumulativo. Así pues, es mejor centrar la secuenciación en la lógica propia de la materia.
  - b) La historia de la electricidad es útil para conocer los principales personajes que impulsaron su desarrollo y tiene un indudable valor cultural.
  - c) La historia de la electricidad nos permite conocer aquellos problemas que provocaron saltos cualitativos en su desarrollo, y que pueden servir para diseñar situaciones problemáticas para el aprendizaje que permitan a los alumnos reconstruir los conocimientos.
- ¿Qué aporta la psicología educativa a la enseñanza-aprendizaje de la física?
- ¿En qué contribuye la epistemología de la ciencia en la enseñanza-aprendizaje de la física?
- ¿Qué aporta la investigación educativa a nuestra práctica educativa?

- ¿Se deben tener en cuenta las posibles implicaciones técnicas y sociales de los conocimientos reconstruidos?. Posibles alternativas:
  - a) Dependiendo del tiempo disponible se pueden indicar algunas aplicaciones técnicas, pero evitando las derivaciones políticas e ideológicas que se salgan del marco objetivo de la ciencias.
  - b) Depende del tiempo que se disponga.
  - c) Las relaciones entre los conocimientos científicos y sus aplicaciones técnicas, así como las implicaciones sociales son fuentes importantes para motivar positivamente al alumno y para aplicar los conocimientos reconstruidos a otros contextos diferentes.

Estos elementos de reflexión nos permitirán, por un lado, detectar el pensamiento docente y sus preconcepciones en el tema de electrostática. Por otro, realizar un cuestionamiento de los criterios utilizados en la enseñanza habitual del tema artes señalado, capaz de conducirlos a asumir los criterios de un aprendizaje por investigación dentro del marco constructivista. Asimismo, se muestran los resultados de la investigación didáctica sobre las cuestiones discutidas y se hace ver que son similares a las conclusiones obtenidas después de la reflexión conjunta.

Después de haber dedicado varias sesiones a la formulación de criterios básicos para realizar una planeación de la enseñanza dentro de un modelo constructivista de enseñanza-aprendizaje por investigación, vamos a completar esta parte presentando especial atención a los aportes de algunas áreas del conocimiento a la perspectiva constructivista de la enseñanza-aprendizaje de la física.

- Se presenta el apartado 1 de este estudio. Los grupos de profesores revisan cada una de las aportaciones del apartado, y luego se realiza una puesta en común donde el coordinador explica las mencionadas aportaciones y las conclusiones correspondientes.

- Proponer posibles redes de análisis para la planeación de la enseñanza de la electricidad.
- Analizar su planeación de enseñanza con base en la red diseñada.
- Se presenta el apartado 4 de este estudio. Estas actividades permitirán a los docentes analizar su propia planeación de enseñanza y constatarán que los resultados serán similares a los de la investigación.
- Se presenta una lectura de motivación ( Fresan, M. (1996). EL perdedor iluminado. México: Pan Gea. Esta lectura tiene el propósito de motivar a los alumnos a identificar algunas de las características de la metodología de la ciencia: planteamiento del problema, identificación de variables, propuestas de hipótesis, etc.. Los docentes podrán incorporarla a su planeación, si lo consideran pertinente.
- Reconstrucción de la planeación de enseñanza de los docentes Los docentes con base en los criterios reconstruirán su planeación de enseñanza.
- Se presenta a continuación un ejemplo de desarrollo temático a realizar por los alumnos.

## 5.2. Ejemplo sugerido

Concretar en la planeación docente actividades de aprendizaje que consideren las aportaciones de las áreas del conocimiento, mencionadas en el apartado 1, promoviendo una evolución conceptual, procedimental y actitudinal es una tarea difícil. El siguiente ejemplo sugerido pretende ser un esbozo de un modelo a reconstruir por los docentes.

### 5.2.1. Electrificación

#### Primeras experiencias de electrificación

Aunque desde la antigüedad se conoce que ciertas sustancias como el ámbar adquieren, por frotamiento, la propiedad de atraer objetos ligeros, sólo tras el establecimiento de la

mecánica, y siguiendo inicialmente una metodología similar, se inicia una investigación realmente científica de las propiedades eléctricas.

Partimos pues del conocimiento de que ciertas sustancias adquieren por frotamiento la propiedad de atraer cuerpos ligeros (plumas, trocitos de papel,). Iniciaremos ahora un estudio sistemático con objeto de averiguar qué tipo de sustancias presentan dicha propiedad.

- Mencionar los fenómenos eléctricos que han observado en la vida cotidiana. Cuál es la importancia de la electricidad en la sociedad.
- Electrizar, por frotamiento, todo tipo de sustancias disponibles, utilizando para ello, reglas, bolígrafos, tubos de vidrio, barras metálicas para así, familiarizarse con esta nueva propiedad y dilucidar la siguiente cuestión básica: ¿En qué sustancias se presentan las propiedades eléctricas?
- Diseñar algunos instrumentos sencillos y suficientemente sensibles para la detección de pequeñas fuerzas eléctricas.
- Proceder a la construcción de alguno de los instrumentos diseñados.
- Manejar dichos instrumentos con vistas a un estudio cualitativo y sistemático de las propiedades eléctricas (fenómenos que acompañan a la electrización por frotamiento, acciones entre cuerpos cargados, etc..). Exponer los resultados alcanzados.
- ¿Qué interpretación del comportamiento eléctrico sugieren los resultados alcanzados hasta aquí?
- Tratar de explicar, a la luz de las hipótesis introducidas, la fenomenología hasta aquí establecida: En particular:
  - a) El hecho de que los cuerpos habitualmente no posean propiedades eléctricas (estado neutro) y las adquieran al frotarlos con otros.

- b) El hecho de que al aproximar un cuerpo cargado a otro neutro (un pequeño papel, el versorio, etc.) éste sea atraído.
- c) El hecho de que al tocar un cuerpo neutro con otro cargado, aparezca a menudo una repulsión.

#### La transmisión de la propiedad eléctrica

Señalemos, por último, algunos de los problemas que quedan pendientes, en particular: ¿por qué los metales son las únicas sustancias aparentemente no eléctricas, es decir, que no se electrizan por frotamiento? ¿Qué puede decirse de la propagación de las propiedades eléctricas a través de los cuerpos? Comencemos por investigar este último problema.

- Diseñar un experimento que permita comprobar la propagación de la electricidad a través de distintas sustancias.
- Proceder a la realización de dicho experimento y exponer los resultados obtenidos.
- Comparar los resultados de la actividad anterior, con los obtenidos en la segunda actividad. Ver la semejanza entre ambas clasificaciones. Dar una hipótesis explicativa de dicha semejanza y diseñar algún experimento sencillo para su contrastación.
- Realizar los experimentos y analizar los resultados. Sacar consecuencias acerca de la naturaleza eléctrica de la materia.

#### Nuevos instrumentos basados en el carácter conductor de los metales.

Basándose en el carácter conductor de los metales, fue posible construir nuevos instrumentos de detección de cargas que permitieron observaciones cuantitativas.

- Diseñar, basándose en el carácter conductor de los metales y la naturaleza de las interacciones eléctricas hasta aquí establecida, algún nuevo instrumento que nos permita obtener valores cualitativos de la carga que posee un cuerpo.

El electroscopio y, sobre todo, el electrómetro, pueden proporcionar mucha información sobre el comportamiento eléctrico de los cuerpos, como evidencian las actividades siguientes.

- Interpretar las indicaciones del electrómetro en diferentes situaciones o arreglos.
- La electrización de un cuerpo al frotarlo con otro hace suponer que también éste se electriza. Profundizar en dicha hipótesis, señalando las posibles relaciones entre las cargas de los cuerpos. Concebir un montaje experimental para su contrastación.
- Interpretar las indicaciones del electrómetro en la siguiente serie de operaciones:
  - Acercamos dos esferas iguales a un electrómetro descargado
  - Tocamos las dos esferas y tras separarlas volvemos a acercarlas a un electrómetro descargado.

Conviene ahora recapitular los resultados alcanzados (que, corresponden históricamente a varias décadas de investigación sobre las propiedades eléctricas) dada la importancia de los mismos para la comprensión de la estructura de la materia.

- Recapitular ordenadamente la imagen sobre el comportamiento eléctrico de la materia alcanzado hasta aquí.

El estudio hasta aquí realizado de la electricidad, nos ha proporcionado casi exclusivamente resultados cualitativos. Es necesario pues, un estudio cuantitativo, aspecto imprescindible en todo trabajo científico. Lo trataremos a continuación.

### 5.2.2. Las fuerzas entre cargas eléctricas.

Vamos a proceder al estudio de la atracción y repulsión entre cargas, para obtener información cuantitativa acerca del valor de estas fuerzas. Este es el problema que se plantearon los científicos a mediados del siglo XVIII, dado que, pese a un desarrollo espectacular que consiguió despertar gran interés social, la electricidad, como ciencia cuantitativa, apenas había progresado.

- Emitir una hipótesis acerca de los factores de que puede depender el valor de la fuerza entre dos cuerpos puntuales cargados. Profundizar dicha hipótesis proponiendo una forma de dependencia concreta para los distintos factores.
- Diseñar un experimento que nos permita contrastar las hipótesis emitidas. Concebir, concretamente, alguna forma simple de:
  - a) medir con facilidad fuerzas entre cargas
  - b) obtener distintas cargas de valores relativos conocidos
- Proceder a realizar los experimentos diseñados y analizar los resultados obtenidos.
- Proceder a analizar e interpretar los siguientes resultados obtenidos mediante una balanza de torsión, con el fin de contrastar las hipótesis emitidas en A. 17
- Se electrizan dos pequeñas esferas cargadas de igual signo y se procede a medir la fuerza repulsiva entre ambas para distancias diferentes, con los siguientes resultados:

r (cm)	10	20	30	40	50	60
F ( N )	90,0	22,0	10,0	5,6	3,6	2,5

- b) Se mantiene ahora fija la distancia entre las dos esferas y se varía la carga de una o ambas. El medio es el aire y los valores de las cargas están dadas en unidades arbitrarias

Q.q (u.a.)	1,0	0,5	0,25	0,12	0,06
F ( N )	90,0	45,0	22,5	11,2	5,6

- Exposición por el profesor de los criterios internacionales para el manejo de la ley de Coulomb de la fuerza electrostática (unidades, significado físico de la constante K, etc.)

Procederemos a continuación al manejo de la Ley de Coulomb y cálculo de fuerzas entre cargas.

- Dos cargas eléctricas se encuentran en el vacío.
  - a) Dibujar un esquema gráfico en donde se representa a escala la fuerza que actúa sobre cada una.
  - b) Hallar el valor de la fuerza que actúa sobre cada una.

Éste apartado nos permite vislumbrar la posibilidad, mediante la reflexión autocrítica de los docentes de la planeación de sus clases, de aterrizar en el aula una reconstrucción de la perspectiva constructivista de los procesos de enseñanza-aprendizaje incorporando las aportaciones de algunas áreas del conocimiento: Psicología educativa, historia y filosofía de la ciencia e investigación educativa.

Esta posibilidad debe surgir de los propios docentes trabajando en forma colegiada en reuniones de academia de tal forma que se promueva una reflexión autocrítica de su práctica educativa para que los docentes:

- Tomen conciencia de sus concepciones de ciencia y aprendizaje (alejadas de las que postulan la epistemología de la ciencia y la perspectiva constructivista del aprendizaje respectivamente) para iniciar su posible transformación.
- Conozcan aportaciones de otra áreas del conocimiento, además de la psicología educativa, historia y filosofía de la ciencia e investigación educativa y las incorporen a su práctica educativa.
- Planear actividades de enseñanza-aprendizaje para promover una evolución conceptual, procedimental y actitudinal en los estudiantes de física. Ejemplo:



- a) **Conceptual:** la fuerza causa el movimiento o la fuerza causa un cambio de movimiento.
- b) **Procedimental:** de solución a problemas cerrados o solución de problemas abiertos.
- c) **Actitudinal:** la física es un para los genios o todos tenemos la posibilidad de aprender física.

## CONCLUSIONES GENERALES

Este estudio trata sobre la problemática educativa de las concepciones de ciencia y aprendizaje de los docentes de física en la planeación de la enseñanza en el Colegio de Bachilleres. Se eligió este tema porque consideramos que las concepciones de ciencia y aprendizaje de los docentes representan obstáculos epistemológicos, que promueven visiones deformadas de ciencia y aprendizaje mediante el manejo de conceptos, procedimientos y actitudes relacionados con la física.

A continuación presentamos las conclusiones generales de este estudio.

1.- El Colegio Bachilleres es una importante Institución de Educación media Superior con treinta años de existencia y veinte planteles en el área Metropolitana. Atiende a una población de más de 90 mil alumnos en el sistema escolarizado a 31 mil en el sistema abierto con aproximadamente 3 mil académicos. Hasta el año 2001 habían egresado 250,580 alumnos en sus dos sistemas, sus objetivos generales son:

- Desarrollar la capacidad intelectual del alumno mediante la obtención y aplicación de conocimientos.
- Conceder la misma importancia a la enseñanza que al aprendizaje.

- Crear en el alumno una conciencia crítica que le permita adoptar una actitud responsable ante la sociedad.
- Proporcionar al alumno capacitación y adiestramiento en una técnica o especialidad determinada.

2.- El Colegio de Bachilleres, por medio del Centro de Actualización y Formación, de Profesores (CAFP) ha llevado a cabo desde su fundación cursos, proyectos, convenios, etcétera, tendientes a mejorar la práctica educativa de los docentes y alumnos. Mencionaremos los que consideramos más importantes: cursos de actualización y formación de docentes (didácticos y disciplinarios), especialidades en docencia para el Bachillerato, programas de apoyo para cursar estudios de posgrado (maestrías) y el Programa de Apoyo a la Actualización y Superación del personal docente del bachillerato de la UNAM (PAAS).

3.- Los enfoques de la enseñanza aprendizaje que se han operado en el Colegio de Bachilleres los podemos aglutinar en dos perspectivas: la tradicional hasta 1991 y la constructivista desde 1992, en esta última se establecen dos ámbitos:

- a) El disciplinario como un proceso de construcción del conocimiento con apoyo de la metodología de la física y el
- b) Didáctico que propone cinco líneas para orientar la práctica educativa: planteamiento del problema, organización lógica de métodos, incorporación de la información, aplicación y consolidación.

4.- Aportes de algunas áreas del conocimiento para reconstruir la perspectiva constructivista del proceso enseñanza-aprendizaje de la física:

- a) Psicología educativa: la importancia de la acción cognitiva del alumno en la construcción de estructura de esquemas según su desarrollo cognitivo. Para lograr un aprendizaje significativo se deben de tomar en cuenta las ideas de los alumnos y relacionarlos con la nueva información en la zona de desarrollo próximo (ZDP). Porque el alumno es un procesador de información, quien posee una serie de

esquemas planes y estrategias para aprender a solucionar problemas, los cuales a su vez deben ser desarrollados.

- b) Historia y filosofía de la ciencia: las propuestas de cambio conceptual deben de ir acompañadas de un profundo cambio en las formas de razonar (componente ontológico), en los valores y actividades (componente axiológico) y en los métodos (componentes metodológica). Es decir, el cambio conceptual será difícil sin el cambio metodológico sólo promoviendo que el alumno practique aspectos esenciales de la metodología científica como por ejemplo plantearse y delimitar problemas, analizar resultados, etcétera, podrán construir conocimientos científicos.
- c) Epistemología e historia de la electricidad: si se acepta que existe un paralelismo entre la construcción del conocimiento científico en la historia de la humanidad y en la mente del alumno, la historia de la ciencia es una importante fuente de la información.

Se presenta a continuación la evolución de la ideas en el campo de la electricidad.

El modelo de efluvios de Gilbert.

En la edad media prevalecieron las ideas de los filósofos Griegos que explicaban los fenómenos eléctricos (atracción y repulsión) mediante teorías antiguas. En 1600 William Gilbert explicó el fenómeno de atracción de cuerpos ligeros por un cuerpo frotado al suponer que éste emite unos " efluvios " que al regresar arrastran los objetos ligeros que están a su alrededor. Estableció una diferencia entre el ámbar y el magnetismo, para ello inventó el versorio (indicador de madera pivoteado de modo que pueda girar). Realizó la primera clasificación entre los materiales " eléctricos " y " no eléctricos " indicando la forma procedimental de realizar la clasificación (cambio metodológico).

El modelo del " efluvio " falló para explicar los fenómenos de repulsión eléctrica. Du Fay explica la atracción y repulsión eléctricas mediante la existencia de torbellinos de efluvios alrededor de los cuerpos electrizados, que al interactuar obligan a los cuerpos cercanos a moverse.

### El modelo el fluido de Franklin

Franklin decía que todos los cuerpos contienen una cantidad de fluido (electric faire). Se definía este fluido o sustancia "sustancia eléctrica" como un conjunto de partículas que se repelían mutuamente y que podían penetrar en la materia ordinaria. Este modelo permitía explicar la electrización por frotamiento, las atracciones y repulsiones eléctricas y la conducción eléctrica.

### La teoría mecanicista de Coulomb

Hacia fines del siglo XVII los científicos consideraron que era necesario establecer bases cuantitativas y definir magnitudes de forma operativa para el avance de la electricidad. Fue Charles Coulomb quien logró cuantificar las interrelaciones eléctricas y establecer que la fuerza entre dos cargas eléctricas es directamente proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa. Modelo que tiene mucha similitud con la ley de la gravitación universal establecida por Isaac Newton.

#### d) Investigación educativa

Ante los problemas que existen para el logro del cambio conceptual, la investigación educativa propone un cambio metodológico para conseguir el aprendizaje significativo que se busca, para ello debemos:

- Poner al alumno en situación de aplicar la metodología científica, planteándole situaciones problemáticas, que tenga que resolver. Problemas de su interés, con un grado de dificultad adecuado, de los cuales deba de realizar un análisis cualitativo que permita comprenderlos y acatarlos, emitir hipótesis contrastables (lo que hará con base a su esquema conceptual).
- Elaborar estrategias de resolución que permitan contrastar dichas hipótesis mediante experimentos diseñados meticulosamente (por él mismo y bajo la guía del profesor),

y analizar los resultados obtenidos, realizando informes escritos, donde se relacionan posibles perspectivas (nuevos problemas, ciencia-técnica).

- Defender sus conclusiones frente a otros grupos de trabajo con el suficiente rigor científico fomentando la dimensión social del trabajo científico y una postura crítica, reflexiva y receptiva ante las ideas de sus compañeros.

5.- Desde 1979 en el Colegio de Bachilleres se han identificado dificultades conceptuales, procedimentales y actitudinales que obstaculizan el logro de un aprendizaje significativo. En 1992 la institución incorporó a su práctica educativa una visión constructivista del proceso enseñanza- aprendizaje. A pesar de los años transcurridos y que se han llevado a cabo diferentes eventos tendientes a disminuir las dificultades de aprendizaje y a la operación por parte de los docentes de este modelo educativo en el área de Física no se ha logrado dicho propósito, por lo menos con el impacto que sería deseable.

Como resultado de la problematización se construyó el problema.

¿ Cuales son las concepciones de ciencia y aprendizaje de los docentes en la planeación de la enseñanza de la física en el Colegio de Bachilleres?

Ante este cuestionamiento, se seleccionó un enfoque interpretativo pretendiendo comprender y explicar el significado y la intención de los docentes en su práctica educativa. Como instrumentos básicos se utilizaron los planes de clase elaborados por los propios docentes y como complementarios los libros de consulta y las evaluaciones reportados en los mismos planes de clase.

¿Por qué los planes de clase como documento básico?

Porque consideramos que las transcripciones de los planes de clase constituyen una fuente invaluable de información sobre las concepciones de ciencia y aprendizaje en un ambiente institucional-formal, como es la escuela, así como algunos aspectos de los procesos de enseñanza-aprendizaje de la física. Las transcripciones pueden ser revisadas desde

diversos ángulos disciplinarios: el sociolingüístico, para ver también los procesos de interacción maestro-alumno y los problemas derivados de una situación de contacto y conflicto entre la física del alumno y la física del profesor; el educativo, para analizar métodos y técnicas de enseñanza y las peculiaridades del proceso educativo del Colegio de Bachilleres y de otras instituciones; desde el antropológico para indagar sobre algunos contenidos y fórmulas de socialización escolar, etcétera.

Además, la fiabilidad de los datos de partida es uno de los problemas que tiene la investigación sobre los docentes, cuando respondemos una entrevista o contestamos un cuestionario, algunas veces activamos respuestas "adecuadas" que dificultan a un investigador conocer las creencias o conceptos que subyacen en nuestra práctica educativa. Esta situación puede reducirse si los datos en lugar de basarse en opiniones, derivan de documentos. Por ello optamos por analizar como eje básico la planeación elaborada por 6 docentes del plantel 5 "Satélite" del Colegio de Bachilleres.

El objetivo del estudio fue conocer las concepciones de ciencia y aprendizaje de los docentes de física en el Colegio de Bachilleres.

6.- Para el logro del objetivo se analizaron e interpretaron siete planes de clase, tres libros de consulta y tres evaluaciones con el apoyo fundamental de los autores consultados y la correspondiente recuperación teórica (apartado 1). En síntesis los resultados fueron:

La presentación del tema de electricidad en los planes de clase, los libros de consulta y las evaluaciones promueven las siguientes características de ciencia y aprendizaje:

a).- Ciencia

- Empirista y atórica: Se da importancia a la observación y a la experimentación "neutras", sin considerar la función esencial de las hipótesis y de la construcción de un cuerpo coherente de conocimientos.

- Rígida (algorítmica, exacta, infalible): Se presenta la metodología científica como un conjunto de etapas a seguir mecánicamente. Se resalta un tratamiento cuantitativo, central, riguroso, etcétera, olvidando lo que significa invención, creatividad, duda.
- Ahistórica: Se promueven conocimientos ya elaborados sin mostrar cuáles fueron los obstáculos que generaron su construcción, cuál ha sido su evolución, los problemas, etcétera, ni las limitaciones del conocimiento científico actual a los retos pendientes.
- Analítica: se destaca la parcelación de los estudios, su carácter acotado y simplificado, pero que no menciona los esfuerzos posteriores de unificación de cuerpos coherentes de conocimientos cada vez más amplios.
- Acumulativa, lineal. Los conocimientos aparecen como resultados de un crecimiento lineal, ignorando las crisis de los paradigmas.
- Individualista elitista: Los conocimientos son presentados como obra de genios aislados, ignorando el papel del trabajo colectivo de los intercambios entre equipos. No se presenta una ciencia accesible, ni por mostrar su carácter de construcción humana, en la que no faltan confusiones ni errores.

#### b).- Aprendizaje

- No considerar las concepciones alternativas de los alumnos.
- No existe un tratamiento científico que facilite aspectos como el diseño y contrastaciones experimentales, análisis de resultados, relaciones ciencia-tecnología-sociedad, etc., que permita operar los procedimientos y actitudes de los alumnos.
- Presentan aplicaciones técnicas o implicaciones sociales muy limitadas de los conceptos trabajados, no prestando atención a aspectos motivacionales que promuevan una actitud positiva hacia la ciencia.



- Evaluar sólo contenidos conceptuales, reduciendo la evaluación a una memorización poco significativa de los mismos, olvidando los contenidos procedimentales y actitudinales básicos en el aprendizaje.

Los resultados anteriores nos permiten establecer que las concepciones de ciencia y aprendizaje de los docentes de física en el Colegio de Bachilleres (plantel 5 "Satélite") presentan algunas deficiencias epistemológicas y didácticas.

#### 7.- Sugerencias:

- Al organizar los contenidos es necesario tener en cuenta las diferentes formulaciones y saltos cualitativos que se dieron en el desarrollo de la teoría eléctrica, y así evitar una visión acumulativa lineal de la ciencia.
- Rescatar los diferentes problemas en la historia de la electricidad, que como ciencia favorecieron su desarrollo y cómo la solución a estos problemas requiere la invención de nuevos conceptos.
- Evitar las visiones excesivamente analíticas resaltando la necesaria relación entre diversos campos de la física.
- Presentar situaciones problemáticas de tal forma que su tratamiento requiera tomar decisiones para precisar los problemas, y donde se justifica la introducción de los nuevos conceptos. La búsqueda de soluciones en forma hipotética permite que los alumnos manifiesten sus ideas previas y / o alternativas.
- Integrar en la planeación de la enseñanza-aprendizaje contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales con el apoyo de la metodología científica fomentando: toma de decisiones, emisión de hipótesis, diseño y desarrollo de actividades experimentales, redacción de informes, etc.
- La evaluación debe ser coherente con los procesos de enseñanza-aprendizaje utilizando criterios que tengan en cuenta tanto los contenidos conceptuales, como los procedimentales y actitudinales .

- Permitir a los docentes la oportunidad de reflexionar colectivamente acerca de estas sugerencias y de su posible incorporación a la planeación de la enseñanza.

#### 8.- Limitaciones y nuevas interrogantes

##### a).- limitaciones

- No se pretenden cambios sociales sino iniciar la evolución de los conceptos de ciencia y aprendizaje de los docentes.
- Incapacidad de producir generalizaciones de amplio alcance. No a explicaciones causales. Tiende a la comprensión. Imposibilidad de suministrar norma "objetivas" y aplicables a la verificación o la refutación de las explicaciones teóricas.
- De la planeación a la operación en el aula se manifiestan cambios que debemos tomar en cuenta.

##### b).- Nuevas interrogantes.

- ¿Cómo transformar las concepciones de ciencia y aprendizaje de los docentes de física?
- ¿Cómo concretizar en la planeación docente los aportes al constructivismo de las diferentes áreas del conocimiento?

#### 9.- Propuestas

a).- Plantear situaciones problemáticas que teniendo en cuenta las ideas, visión del mundo, destrezas y actitudes de los alumnos generen interés y proporcionen una concepción preliminar de la tarea.

b).- Proponer a los equipos de estudiantes el estudio cualitativo de las situaciones problemáticas planteadas y la toma de decisiones, con la ayuda de la necesaria búsqueda

bibliográfica, para acotar problemas precisos (oportunidad para que comiencen a explicar funcionalmente sus ideas).

c).- Orientar el tratamiento científico de los problemas planteados, lo que conlleva, entre otros:

- La invención de conceptos y emisión de hipótesis (oportunidad para que las ideas sean utilizadas para hacer predicciones).
- La elaboración de estrategias de resolución (incluyendo, en caso su caso, diseños experimentales) para la contrastación de las hipótesis a la luz del cuerpo de conocimientos de que se dispone.
- La resolución y el análisis de los resultados, cotejándolos con los obtenidos por otros grupos de alumnos y por la comunidad científica. Ello puede convertirse en oportunidad de conflicto cognoscitivo entre distintas concepciones (tomadas todas ellas como hipótesis) y obligar a concebir nuevas hipótesis, replantear el problema, etc.

d).- planear el manejo reiterado de los nuevos conocimientos en una variedad de situaciones para hacer posible la profundización y afianzamiento de los mismos, poniendo un énfasis especial en las relaciones Ciencia/ Técnica/ Sociedad que enmarcan el desarrollo científico (proporcionando, a este respecto, la toma de decisiones) y dirigiendo todo este tratamiento a mostrar el carácter de cuerpo coherente que tiene toda ciencia.

10.- Favorecer en particular, las actividades de síntesis (esquemas, memorias, mapas conceptuales..), la elaboración de productos (susceptibles de romper con planteamientos excesivamente escolares y de reforzar el interés por la tarea) y la concepción de nuevos problemas.

11.- Considerar las ideas alternativas de los alumnos relacionadas con la electricidad

- Una fuente es identificada como una batería y un consumidor como una lámpara o un motor.
- En un circuito eléctrico, conceptos como electricidad, corriente, potencia, volts y energía son considerados como elementos que se almacenan en la fuente y que fluyen hacia el lugar en donde serán consumidos.
- La batería es por lo general un agente activo que "da "energía, así como la carga es aquello que "toma "y necesita de la batería que se la proporciona.
- En un circuito eléctrico, no existe una distinción entre los conceptos de energía, voltaje y corriente eléctrica.
- En un circuito en paralelo la cercanía del foco a la fuente es un factor determinante de su iluminación.

## BIBLIOGRAFÍA.

- ALONSO, M., GIL, D. y MARTÍNEZ T. (1992). "Los exámenes en la enseñanza por transmisión y en la enseñanza por investigación", *Enseñanza de las ciencias*, 10, pp. 127-138.
- ÁLVAREZ, A. y DEL RIO, P. (1990). *Educación y desarrollo, la teoría de Vigostky y la zona de desarrollo próximo*. En Coll, C. et al. "Desarrollo y educación II psicología de la educación". Madrid, Alianza, pp. 1-28
- ARANCIBÍA, V. et al. (1999). "Psicología de la educación". México : Alfa Omega, pp.76-99
- AUSUBEL, D. (1978). "Psicología educativa". México: Trillas, pp. 37-145
- BACHELARD, G. (1968). "The philosophy of no". New York: The Orion Press, 140-145
- BANDEIRA, M. DUPRE, F. IANNIELLO, M.G. y VICENTINI, M. (1995). "Una investigación sobre las habilidades para el aprendizaje científico". *Enseñanza de las ciencias*, 13, pp. 120-124.
- BENSHEGUIR, A. (1987). "Concepts d' Formation des electrocinetique: un point de vue historique". *Actas Congrès S.F.P. de Strasbourg*, pp. 44-52
- BERKSON, W. (1985). "Las teorías de los campos de fuerza. De Faraday hasta Einstein". Madrid: Alianza Editorial.
- BYBEE, R. (1977). "The new transformation of science education", *Science Education*62, pp.85-87.
- CARRASCOSA, J y GIL, D. (1984). "La metodología de la superficialidad y el aprendizaje de las ciencias", *Enseñanza de las ciencias*, 3, pp. 113-120.
- COLEGIO DE BACHILLERES (1994). "Aprendizaje y enseñanza". En modelo del colegio de bachilleres. México: Colegio de Bachilleres, pp. 18-20
- COLEGIO DE BACHILLERES (1993). "El modelo educativo del Colegio de Bachilleres". México: Colegio de Bachilleres, pp. 1-7.
- COLEGIO DE BACHILLERES (2001). "Gaceta del Colegio de Bachilleres del 8 de octubre". México: Colegio de Bachilleres, pp. 2-3
- COLEGIO DE BACHILLERES (2000). "Gaceta del colegio de Bachilleres del 17 de noviembre". México: Colegio de Bachilleres, pp. 2-4
- COLEGIO DE BACHILLERES (2000). "Guía del profesor del Colegio de Bachilleres". México: Colegio de Bachilleres, pp. 9-14

- COLEGIO DE BACHILLERES (1980). "*Informe de actividades realizadas por el CAFP durante el periodo 1974-1980*". México: Colegio de Bachilleres, pp. 2-3
- COLEGIO DE BACHILLERES (1991). "*Modelo para la actualización de programas*". México: Colegio de Bachilleres, pp. 1-13
- COLEGIO DE BACHILLERES (1997). "*Orientaciones para la elaboración y presentación de la estrategia de interacción Pedagógica*" (Documento interno). México: Colegio de Bachilleres.
- COLEGIO DE BACHILLERES (1993). "*Programa de asignatura Física III*". México: Colegio de Bachilleres, pp. 7-11
- COLEGIO DE BACHILLERES (2002). "*Programa de desarrollo Institucional 1998-2002*". México: Colegio de Bachilleres, pp. 7-10
- COLEGIO DE BACHILLERES (2002). "*Programa de desarrollo Institucional 1998-2002*". México: Colegio de Bachilleres, pp. 6-7.
- DECRETO DE LA CREACIÓN DEL COLEGIO DE BACHILLERES (1973) en diario oficial de la federación. Tomo CCCXX, N.- 12 México: pp. 5-11.
- DE PRO BUENO (1999). "*Planificación de las unidades didácticas por los profesores: Análisis de tipos de actividades de enseñanza*". Enseñanza de las ciencias, 17, pp. 411-429
- DEWEY, J. (1945). "*Methods in Science Teaching*". Science education, 29, pp. 119-123.
- DÍAZ BARRIGA, F. (1993). "*Diseño de estrategias de instrucción cognoscitivas*". Méx.co: UNAM, pp. 2-9
- DRIVER. R. (1986). "*Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos*". Enseñanza de las ciencias, 1, pp. 3-15
- DRIVER. R. (1988). "*Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en las ciencias*". Enseñanza de las ciencias. 6, pp. 109 - 120
- DUSCHL, R. y Gitomer, D. (1991). "*Epistemological perspectives on conceptual change: implications for educational practice*". Journal of research in Science Teaching, 28, pp. 839-858
- FLORES, F. (1994). "*Epistemología y enseñanza de la ciencia*". México: UNAM: pp. 9-15
- FRANKLIN, B. (1989). "*Experimentos y observaciones sobre la electricidad*". Madrid: Alianza.
- FUENTES, M. O. (1973). "*Revista de Educación Superior*", ANUIES, Vol. 1 (4), 1972, p. 23, citado en Colegio de Bachilleres, Concepción general y estructura académica, Colegio de Bachilleres, México:

- FURIÓ C. (1994). "*La enseñanza de las ciencias como investigación: un modelo emergente*". Proceedings international conference. "Science and Mathematics education for the 21 st. Century: Towards innovatory approaches". Chile: Universidad de Concepción.
- FURIÓ, C. y GIL, D. (1978). "*El programa-guía, una propuesta para la renovación de la didáctica de la Física y Química en el bachillerato*". Valencia: Universidad de Valencia-ICE, pp. 15-55
- FURIO, C. y GUISÁOSLA, J. (1995). "*Dificultades en le aprendizaje de los conceptos de campo y potencial eléctricos en le primer ciclo de Universidad*". Actas de las Jornadas Universitarias sobre Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Ferrol.
- FURIO, C. y GUISÁOSLA, J. (1993). "*¿Puede ayudar la Historia de la Ciencia a entender por qué los estudiantes no comprenden los conceptos de carga y potencial eléctricos?*". Revista Española de Física, 7, pp. 46-50.
- GAGLIARDI, R. (1988). "*Como utilizar la historia de las ciencias en la enseñanza de las ciencias*". Enseñanza de las Ciencias, 6, 291-296
- GAGLIARDI, R. y GIORDAN, A. (1986). "*La historia de las ciencias: una herramienta para la enseñanza*". Enseñanza de las Ciencias, 4, pp. 253-259
- GAGNE, R. (1991). "*Los procesos de la clase; La psicología cognitiva del aprendizaje escolar*". Madrid: Visor.
- GAMOW, G. (1962). "*Biografía de la Física*". Madrid: Castilla, pp. 105-125
- GARCÍA DONCEL, M. (1989). "*En qué consiste una ciencia*". Seminario de historia de la ciencia. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona, pp. 24-29
- GARCÍA Y CABALLERO, L. (1988). Ausubel, D: "*Teoría psicológica de la instrucción*". México : UNAM, pp. 8-10
- GARRET, R. M., (1988). "*Resolución de problemas y creatividad: implicaciones para el currículo de ciencias*". Enseñanza de las Ciencias, 6, 224-230
- GIL, D. (1983). "*Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias*". Enseñanza de las ciencias. 1, pp. 26-33.
- GIL, D. (1986). "*La metodología científica y la enseñanza de las ciencias: unas relaciones controvertidas*". Enseñanza de las Ciencias, 4, pp. 11-21.
- GIL, D. (1993). "*Contribución de la historia y filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza / aprendizaje como investigación*". Enseñanza de las ciencias, 11, pp. 197-212.
- GIL, D., CARRASCOSA, J., FURIO, C. Y MARTÍNEZ, T. (1991). "*La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*". Barcelona: Horsori, pp. 19-78.

- GIL, D. MARTÍNEZ, J. (1983 ). "A model for problem-solving in accordance with scientific methodology". European Journal of Science Education, pp.447-455
- GIL, D. MARTINEZ, T. (1994). "¿Cómo evaluar si se hace ciencia en la aula?". Alambique, 20, pp. 17-27.
- GIL, D y CARRASCOSA, J. (1985). "Science learning as a conceptual and methodological change". European Journal of Science education 5, pp. 70-81.
- GIL, D. y CARRASCOSA, J. (1985). "Science Learning as a conceptual and methodological change". European journal of Science education, 7, pp. 231-236
- GIL, D. y FURIÓ. (1987). "Una crítica fundamental a los modelos constructivistas de aprendizaje". Actas de las V Jornadas de estudio sobre la investigación en la escuela. Universidad de Sevilla, pp. 42-47.
- GIL, D. y PAYA, J. (1984). "Los trabajos prácticos en la enseñanza de la física". Actas de las jornadas de investigación didáctica en Física y Química. Valencia: ICE de la Universidad de Valencia en revista enseñanza de la física 2, pp. 73-79.
- GIL, D. Y PAYA, J. (1984). "Los trabajos prácticos en la enseñanza de la Física". Actas de las 1ª Jornadas de investigación didáctica. ICE de la Universidad de Valencia.
- GIORDAN, A. y DE VECCHI, G. (1988). "Los orígenes del saber". Sevilla: Diada. pp.9-74
- GUEVARA, G. (1982). "La crisis de la educación en México", pp. 20-25
- GUISASOLA, J. Y FURIO, C. (1994 ). "Dificultades en el aprendizaje significativo de algunos conceptos de electrostática". investigación en la escuela, 23, pp. 103-114
- HARMAN, M. (1990). "Energía, fuerza y materia; El desarrollo conceptual de la física en el siglo XIX". Madrid: Alianza, pp. 58-65
- HERNÁNDEZ, G. (1991). "Paradigmas de la psicología educativa, en fundamentos del desarrollo de la tecnología educativa". México: ILCE, pp. 103-110
- HIERROZUELO, J. y MONTERO, A. (1988). "La ciencia de los alumnos". Madrid: Laia, pp.13-25
- HODSON, D. (1985). "Philosophy of science, science and science education". Studies in science education, 12, pp. 25-57.
- HOLTON, G. y BRUSH, G. (1976). "Introducción a los conceptos y teorías de las ciencias físicas". Barcelona: Reverté.
- HOLTON, G. y ROLLER, D. (1963). "Fundamentos de la física moderna". Barcelona: Reverté.



- JIMÉNEZ, E. (1996). "*Diagnostico y análisis de la enseñanza de la Física en el Colegio de Bachilleres*". Tesis de maestría en la enseñanza Superior. México: Universidad Autónoma de México, pp. 117-119
- KHUN, T. (1975). "*La estructura de las revoluciones científicas*". México: Fondo de Cultura Económica, pp. 120-190
- LAKATOS, I. (1989). "*La metodología de los programas de investigación científica*". Madrid: Alianza.
- MÁRQUEZ, M. y GARCÍA, C. (1983). "*Descripción de las esperanzas sobre el análisis y desarrollo curricular en el colegio de Bachilleres*", en Simposio; Experiencias curriculares en la última década. México: DIE/ CINESTAV/ IPN, pp. 71-88
- MARTÍNEZ, A. (1995). "*Constructivismo, ¿Una vuelta de los principios filosóficos del positivismo?*". Comunicación, Lenguaje y Educación, 28, pp. 59-68
- MASON, F. (1986) "*Historia de las ciencias*". Madrid: Alianza, pp. 27-35
- MONROY, M. (1998). "*El pensamiento didáctico del profesor: un estudio con profesores de ciencias histórico-sociales del colegio de Bachilleres y del Colegio de Ciencias y Humanidades*". Tesis de Maestría. México: UNAM, pp. 184 -196
- MOREIRA, A. (1993). "*La teoría de educación de Novak*". Mecanograma presentado en la 11 escuela Latinoamericana de investigación de Enseñanza de la Física, Porto Alegre. Brasil: pp. 1-14
- MORTIMER, F. (1995). "*Conceptual change or Conceptual profile change*", Science & Education, 4, pp. 267-285.
- NOVAK, J. (1988). "*Constructivismo Humano: un consenso emergente*". Enseñanza de las ciencias, 6, pp. 213-223.
- OTERO, J. (1989). "*La producción y la comprensión de la ciencia: la elaboración en el aprendizaje de la ciencia escolar*". Enseñanza de las ciencias, 7, pp. 223-228
- PANZA, M. (1982). "*Una aproximación a la epistemología genética de Jean Piaget*". Perfiles educativos 18, pp. 3-16.
- PÉREZ G, A. (1992). "*Los procesos de enseñanza- aprendizaje análisis didáctico de los principales teoría del aprendizaje*". en Sacristán, J. y Pérez. Comprender y transformar la enseñanza. Madrid: Morata, pp. 35-61.
- PIAGET, J. y GARCÍA R. (1982). "*Psicogénesis e historia de las ciencia*". México: Siglo XXI.
- PIÑA, J. M. (2002). "*Investigación educativa: interpretación de la vida cotidiana escolar en Cultura y procesos educativos*". Plaza y Valdés. pp.49-74

- PORLAND, (1993). *"Constructivismo y escuela. Hacia un modelo de enseñanza/aprendizaje basado en la investigación"*. Sevilla: Diada, pp. 85-206
- POSNER, J. et al. (1982). *"Accommodation of a scientific conception: Towards a theory o conceptual change"*. Science Education, 66, pp. 211-227
- POZO, J. (1972). *"La comprensión de la ciencia por adolescentes. pensamiento formal y la comprensión de la ciencia en psicología de la comprensión y el aprendizaje de las ciencia"*, Madrid: Paidós.
- POZO, J. (1989). *"Teorías cognitivas del aprendizaje"*, Madrid: Morata, pp. 22-65.
- POZO, J..(1994).*"Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal"*. Madrid: Visor.
- POZO, J. et al. (1987). *"...Y, sin embargo, se puede enseñar ciencia"*. Infancia y aprendizaje, 38, pp.109-113
- POZO, J. I y GÓMEZ, M. (1998). *"Aprender a enseñar ciencia"*. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Madrid: Morata, pp. 18- 79
- RACHELSON, S. (1977). *"A Question of balance: a wholistic view of scientific inquiry"*. Science Education, 61, pp.109-117.
- RATHS, L. et al. (1967). *"Como enseñar a pensar"*. Argentina: Paidós.
- REID, J. y HODSON D. (1993). *"Ciencia para todos en la secundaria"*, Madrid: Narcea, pp. 37-48
- RODRÍGUEZ, M. (1983). *"La electricidad en el siglo XVIII"*. Curso de conferencias sobre Historia de la física hasta el siglo XIX Real Academia de las Ciencias Exactas, Físicas ; Naturales, pp. 18-22.
- ROLLER, D. y ROLLER (1973). *"Harvard case Histories In experimental science"*. Harvard University Press.
- SALTIEL, E. y VIENOT, L. (1985). *"¿Qué aprenderemos de las semejanzas entre las ideas históricas y el razonamiento espontáneo de los estudiantes?"*. Enseñanza de las ciencias, 1, pp. 137-14
- SÁNCHEZ PUENTES, R. (1995). *"Enseñar a investigar: una didáctica nueva de la investigación en ciencias sociales y humanas"*. Plaza y Valdés. México: pp. 13-55
- SECRETARIA DE EDUCACIÓN PÚBLICA (1982). *"Congreso Nacional de Bachillerato"*. México: SEP, pp. 1-3
- SECRETARIA DE EDUCACIÓN PÚBLICA (1989). *"Programa para la Modernización Educativa (1989-1994)"*. Monterrey: SEP, pp. 111-122

- SEGARRA, P. (2000). "*La formación y profesionalización del profesorado de física en el Bachillerato: Tesis de doctorado en educación*". México: Universidad la Salle, pp. 103-144.
- SERRANO, T. y BLANCO, A. (1988). "*Las Ideas de los alumnos en el aprendizaje de las ciencias*". Madrid: Narcea, pp. 1-10.
- SOLBES, J. y TRAVER, M. (1996). "*La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la Física y Química*". Enseñanza de las ciencias, 14, pp. 103-112.
- SOLBES, J. y VILCHES, A. (1989). "*Interacciones ciencia-técnica-sociedad: un instrumento de cambio actitudinal*". Enseñanza de las ciencias, 1, pp. 14-20
- VARELA, P. et al. (1988). "*Circuitos eléctricos: una aplicación de un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en las ideas previas de los alumnos*". Enseñanza de las ciencias, 6, pp. 285-290
- VARELA, P. et al. (1989). "*Selección bibliográfica sobre esquemas alternativos de los estudiantes en electricidad*". Enseñanza de las ciencias 7, pp. 292 - 295
- VARELA, P. et al. (2000). "*Electricidad y Magnetismo*". Madrid: síntesis: pp. 77-41
- WHEATLEY, G. (1991). "*Constructivist perspectives on science and mathematical learning*". Science Education. 75, pp. 9-21.
- WHITE, T. y GINSTONE, F. (1989). "*Metalearning and conceptual change*". International journal of Science Education, 11 pp. 577-586
- WHITTAKER, E. (1987). "*A History of the theories of aether and electricity vol I*", American institute of physics.
- WRITTRICK, M. C. (comp.) (1997). "*La investigación en la enseñanza I, II y III*". Paidós. México.
- YAGER, R. y PENICK, J. (1983). "*Análisis of the current problems at school science in the USA*", European Journal of Science Education, 5, pp. 463-459

ANEXOS

# ANEXOS

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# PLAN DE CLASES

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

ANEXO 1: PLANES DE CLASE DE LOS DOCENTES

131

COLEGIO DE BACHILLERES CENTRO DE ACTUALIZACIÓN Y FORMACIÓN DE PROFESORES

Tema : PRESENTACION Y ENCUADRE		Clase : 01
Objetivo del tema :		
Objetivo del subtema : Presentación encuadre y evaluación diagnóstica		
Aprendizajes a lograr : - Indicar las reglas y normas que se seguirán durante el curso	Conocimientos previos : - Notion de Circuitos electricos - Concepto de SE - Concepto de potencia - Definición de Watt	

ACTIVIDADES  
FASE DE APERTURA

1.- Objetivo y orden del día El objetivo es conocer las reglas y normas que se seguirán durante el curso - Presentación - Encuadre - Evaluación diagnóstica (impresa) - Retroalimentación - Recapitulación - Actividad extraclase	TIEMPO : 10/10	TÉCNICA : Expositiva MATERIAL : Gds. Borrador, Borrador y examen impreso RECOMENDACIONES : Es conveniente explicar el contenido de la clase en forma sencilla y establecer el orden del día permaneciendo hasta el final para responder en la recapitulación
2.- Revisión de actividades extraclase	TIEMPO : /	TÉCNICA : MATERIAL : RECOMENDACIONES :
3.- Eval. Diagnóstica y actualización del conocimiento previo Presentación y Encuadre : El profesor se presenta ante el grupo indicando su Nombre, profesión, antigüedad en el Colegio de Bachilleres y realiza una presentación personal de cada uno de los alumnos para que se conozcan y realizar una breve charla en relación a la importancia y privilegio de estar en el C. B. Posteriormente el profesor da a conocer la forma de trabajar y evaluar durante el curso, señalando las normas de asistencia, puntualidad, respeto, contenidos de evaluación, las características generales del curso de Física III (Intención, enfoque y temáticas) señalando la importancia individual y grupal. Indica que se llevarán a cabo tres evaluaciones diagnósticas y tres sumativas al inicio y final de cada unidad respectivamente. Los elementos de evaluación a considerar son : - Cuaderno ..... 30% - Participación individual y por equipo ..... 70% - Eventos extraclase ..... - Evaluación sumativa ..... Total ..... 100%	TIEMPO: 30/40	TÉCNICA : Expositiva MATERIAL : Borrador, Gds. Borrador y programa actualizado RECOMENDACIONES : La claridad y precisión son fundamentales para la buena relación profesor-alumno. Escribir en una máquina el encuadre para que los alumnos lo copien en su cuaderno

TESIS CON  
FACULTAD DE INGENIERIA

FASE DE DESARROLLO	
<p>1.- Evaluación diagnóstica Se repare la evaluación diagnóstica impresa para su aplicación ( Anexo No 1)</p>	<p>TIEMPO : 30/70</p> <p><b>TECNICA</b> _ Expositiva</p> <p><b>MATERIAL</b> _ Examen diagnóstico impreso</p> <p><b>RECOMENDACIONES</b> _ Es conveniente repasar el examen diagnóstico en el salón intercambiando con su compañero de banca para retomar en la retroalimentación</p>
<p>2.- Actualización del conocimiento previo De acuerdo a los resultados de la evaluación diagnóstica los conceptos importantes son El <math>\Delta E</math> es la suma de la energía potencial y cinética que contienen las moléculas de una sustancia y esta dada por la expresión <math>\Delta E = CTE \times m \times \Delta T</math> donde CTE es la capacidad térmica específica en <math>Kj/Kg \text{ } ^\circ C</math>, m es la masa de la sustancia en Kg, <math>\Delta T</math> es la variación de la temperatura en <math>^\circ C</math> y <math>\Delta E</math> es el incremento de la energía interna en Kj.</p> <p>Potencia es la rapidez conque se realiza un trabajo o la energía que se transmite en una sustancia en un determinado tiempo y esta dada por la expresión</p> $P = \frac{\Delta E}{t}$ <p>Donde <math>\Delta E</math> es el incremento de la energía interna en Kj, t es el tiempo de transmisión en segundos y P es la potencia en KW</p> <p>Watt es la energía que se transmite a una sustancia de un Joule en un segundo</p>	<p>TIEMPO : 10/80</p> <p><b>TECNICA</b> _ Plenario</p> <p><b>MATERIAL</b> _ Prueba diagnóstica y recursos correctivos</p> <p><b>RECOMENDACIONES</b> _ Valorar el trabajo grupal, retroalimentar los resultados de la evaluación y señalar los fallos y su reparación</p>
<p>RUTA ALTERNATIVA</p>	

TESIS CON  
EVALUACIÓN ORIGEN

## FASE DE CIERRE

<p><b>1.- Recapitulación</b> Indicar los puntos que se presentaron en el orden del día para detectar su cumplimiento. Remarcar la importancia del encuadre. Preguntar sobre los conocimientos previos que se repasaron o hacer una síntesis de ellos.</p>	<p><b>TIEMPO :</b> 10/90 <b>TÉCNICA :</b> Expositiva - Interrogativa <b>MATERIAL :</b> Gds. pizarrón y borrador <b>RECOMENDACIONES :</b> El profesor de acuerdo a su experiencia hará el cierre de la sesión retomando el orden del día presentado al inicio de clase. Es conveniente interrogar para evaluar formalmente.</p>
<p><b>2.- Actividad extraclase</b> - Solicite a los alumnos traer un cuaderno de 100 hojas tamaño profesional cuadro chico, dejando la primera hoja de guarda y en la segunda hoja realizar la portada con los siguientes datos como mínimo : Institución asignatura, semestre, nombre del profesor, del alumno y la tercera hoja anotar el encuadre que se dio en esta clase.  - Investigar que efectos produce una corriente eléctrica.  - Solicite al alumno traer el material para la actividad experimental : kit para la unidad 1.</p>	<p><b>TIEMPO :</b> 10/100 <b>TÉCNICA :</b> Expositiva <b>MATERIAL :</b> Gds. pizarrón, borrador y cuaderno del estudiante. <b>RECOMENDACIONES :</b> Anotar en el pizarrón el material que se solicita e indicar que lo apuntan en su cuaderno para que no se les olvide, mencionando que se tomará en cuenta la actividad extraclase Para su calificación.</p>

## OBSERVACIONES / SUGERENCIAS

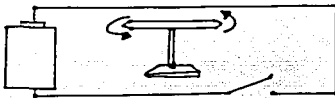

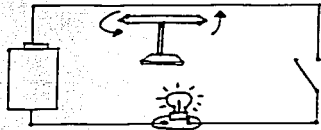
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Tema : CIRCUITOS ELÉCTRICOS		Clase : 02
<b>Objetivo del tema :</b> El estudiante explicará el comportamiento de circuitos eléctricos midiendo la potencia, la corriente y el voltaje para interpretar la transformación de energía en circuitos eléctricos		
<b>Objetivo del subtema :</b> El estudiante medirá corrientes eléctricas en circuitos eléctricos sencillos, utilizando efecto magnético de corriente para comparar las corrientes e introducirse al manejo de los medidores de la corriente eléctrica		
<b>Aprendizajes a lograr :</b> - Identificará circuitos sencillos. - Clasificará los efectos producidos por la corriente eléctrica. - Definirá corriente eléctrica. - Clasificará los tipos de medidores de corriente. - Identificará los elementos que constituyen un multímetro y las recomendaciones para su manejo.		<b>Conocimientos previos :</b> - Notion de los efectos magnéticos - Metodología Experimental.
<b>ACTIVIDADES</b>		
<b>FASE DE APERTURA</b>		

<b>1.- Objetivo y orden del día</b> <b>Objetivo :</b> Observar los efectos magnéticos de una corriente eléctrica. - Retroalimentación. - Medidores de corriente. - Recapitulación. - Actividad extraclase.	<b>TIEMPO :</b> 5/5	<b>TECNICA:</b> Expositiva. <b>MATERIAL:</b> Gás y puzarrón <b>RECOMENDACIONES:</b> Recuente la importancia de analizar el orden del día de preferencia a la correcta del puzarrón, para tener presente las actividades a realizar
<b>2.- Revisión de actividades extraclase</b> - Revise si los alumnos traen el cuaderno con las especificaciones indicadas. También el material solicitado para la actividad experimental correspondiente. - Revise la investigación de los efectos magnéticos producidos por una corriente eléctrica y la metodología experimental de la Física. - Añote quienes no realizaron el trabajo extraclase y pídale que se queden al final de la clase ( 5 minutos ) :	<b>T.IEMPO :</b> 15/20	<b>TECNICA:</b> Plena <b>MATERIAL:</b> Gás y puzarrón <b>RECOMENDACIONES:</b> Si alguien al azar 5 o 10 cuadernos para comprobar si han realizado la tarea y se revulva el material por equipo. Retire el recz de la tarea con expresión de compromiso
<b>3.- Eval. Diagnóstica y actualización del conocimiento previo</b> Como evaluación diagnóstica realizar un interrogatorio sobre : - ¿ Que efectos magnéticos puede producir una corriente eléctrica ? - ¿ Cuáles son los pasos de la metodología experimental ? Posteriormente realizar un repaso sobre Los efectos principales de la corriente eléctrica son - Efecto calórico se produce cuando circula corriente eléctrica por un conductor. parte de la energía cinética de los electrones se transforma en calor y eleva la temperatura de este - Efecto luminoso se produce cuando se hace circular una corriente eléctrica por un mal conductor de electricidad, como el carbon o el tungsteno, se calienta al llamado rojo vivo o incluso a blanco y debido a su incandescencia emite luz - Efectos magnéticos que consiste en la formación de un campo magnético alrededor de cualquier conductor por lo cual circula corriente eléctrica Indicar los pasos de la metodología experimental vistas en Física I	<b>TIEMPO:</b> 15/35	<b>TECNICA:</b> Interrogatorio-modificado <b>MATERIAL:</b> Gás y puzarrón <b>RECOMENDACIONES:</b> En base al interrogatorio de la evaluación diagnóstica realizar la actualización del conocimiento previo a escribir en el puzarrón los pasos de la metodología experimental y a grandes rasgos la importancia que tiene la energía eléctrica y lo que es un circuito cerrado

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

FASE DE DESARROLLO		TIEMPO : 5/40	TÉCNICA : Llave de ideas
<p>1.- Problematicación</p> <p>Con la finalidad que se interesen y comprendan la importancia del tema realice el siguiente comentario y las preguntas</p> <p>- ¿Cómo podremos detectar que fluye una corriente eléctrica en un conductor que atraviesa de un lugar a otro sin saber de donde viene el conductor ?</p>			<p><b>MATERIAL :</b> Cera, borrador, pasaportes</p> <p><b>RECOMENDACIONES :</b> Preguntar asertivamente a los alumnos para que participen todos en la discusión.</p>
<p>2.- Actividad experimental</p> <p>Una vez comentadas algunas respuestas a los planteamientos anteriores, se procede a realizar la experimentación con ayuda de la metodología de la física.</p> <p>Como guía ilustraremos algunos puntos .</p> <p>Sistema físico : La pila, la brújula, el alambre magneto, el foco.</p> <p>Variable Dependiente : Efecto magnético.</p> <p>Variable independiente : La corriente eléctrica.</p> <p>Hipótesis</p> <p>a) Se mueve la brújula cuando hay corto circuito.</p> <p>b) Se mueve la brújula cuando hay un electroimán cerca.</p> <p>c) Se mueve la brújula al conectar un foco y brilla.</p> <p>Experimentación : Se pide a los alumnos armen los siguientes dispositivos y así comprueben sus hipótesis.</p> <p>a) Como Circuito :</p>  <p>b) Electroimán :</p>  <p>c) Circuito Simple :</p> 			<p><b>TÉCNICA :</b> Trabajo en equipo</p> <p><b>MATERIAL :</b> Cera, borrador, pasaportes, el formato de la actividad experimental y el QT que consta para esta actividad</p> <p>1 Pila de 1.5 v</p> <p>1 Foco de 1.5 v</p> <p>2 Cables con casiman</p> <p>1 Brújula</p> <p>1 Porta-foco</p> <p>1 Clavo de 3"</p> <p><b>RECOMENDACIONES :</b> Cierre el formato de la actividad experimental y solicite al alumno tomar fotos desde el planteamiento del problema para el desarrollo de la actividad experimental. Dibuje en el formato los esquemas de cada dispositivo que se va a emplear.</p> <p>Realizar mínimo dos intentos.</p> <p>De manera constante realice recordatorios entre las mesas para corroborar el avance de cada equipo y se van haciendo por medio de preguntas ayude a los alumnos a aclarar sus dudas e ideas.</p>

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En todos los casos la dirección de la brújula debe estar paralela al cable por donde pasa la corriente.

- a) Conectar un caimán a un polo de la pila y otro cable-caimán al otro polo de la pila. Ahora coloca la brújula como se muestra en la brújula e inicia el contacto de un caimán con el otro observando lo que sucede. Anota si la aguja se movió o no.
- b) Construye un pequeño electroimán, enrollando el alambre magneto alrededor del clavo, conecta los extremos del alambre a una pila de 9 volts con ayuda de los cables caimanes y coloca la brújula como se muestra en la figura.
- c) Monta un circuito eléctrico simple con una pila de 9 volts y un foco de 6 volts y coloca la brújula en posición como se indica en la figura. Cierra el circuito, observa y anota lo que sucede con la aguja de la brújula.

Análisis de resultados.

A partir de los resultados de la experimentación se obtienen las conclusiones y estas serán las respuestas al problema inicialmente planteado.

Nota: Si no se mueve la brújula, cambie de polaridad del alambre.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

FASE DE CIERRE		
<p>1.- Guía de discusión</p> <p>TIEMPO : 10/90</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- c. Cual es la razón del comportamiento de la brújula en los tres casos ?</li> <li>- c. En cuál de los tres casos se observa mas la desviación de la brújula ?</li> <li>- c. Tendrá una relación la alimentación del circuito con el movimiento de la de la brújula ?</li> <li>- c. Por que se calienta mas el alambre de nicromel en circuito de del inciso a) ?</li> </ul>	<p>TECNICA : Exposición</p> <p>MATERIAL : Notas de la actividad experimental y pizarra</p> <p>RECOMENDACIONES : Que el alumno tome nota de sus conclusiones vistas en esta recapitulación</p>	
<p>2.- Recapitulación</p> <p>TIEMPO : 5/95</p> <p>Solicite a los integrantes de un equipo realizar una breve descripción de la actividad experimental.</p> <p>Se realiza una breve explicación acerca del efecto producido por la corriente eléctrica en los tres casos anteriores. Indique que en el esquema c) el campo magnético es débil, este aumenta en el caso del esquema a) pero es mayor que el caso del esquema b) apreciándose con el movimiento de la aguja de la brújula. Bajo este principio, se pueden construir instrumentos para medir la intensidad de la corriente tal como sucede con el llamado amperímetro, el cual debidamente calibrado da la lectura de la corriente eléctrica que circula en un conductor en función de la desviación de la aguja reciben el nombre de analógicos y los que registran la lectura mediante una pantalla se llaman digitales.</p>	<p>TECNICA : Exposición</p> <p>MATERIAL : Gal, borrador y pizarra</p> <p>RECOMENDACIONES : Que el alumno tome la nota de la lectura correspondiente Ponga un ejemplo como trabajar las estrategias de comprensión lectora</p>	
<p>3.- Actividad extraclase</p> <p>TIEMPO : 5/100</p> <p>Se solicita a los alumnos realizar la siguiente lectura : " Medidores Eléctricos " Alvarenga y Maximo, Física para Bachillerato II, México, Harla S. A. de C. V., 1990, p.p. 95, 96, 101 y 111 ( ANEXO No. 3 ) aplicando la estrategia de comprensión lectora, antes, durante y después de la lectura.</p> <p>También traer KIT de Física III para la próxima clase.</p>	<p>TECNICA : Exposición</p> <p>MATERIAL : Gal, borrador y pizarra</p> <p>RECOMENDACIONES : Que el alumno tome la nota de la lectura correspondiente Ponga un ejemplo como trabajar las estrategias de comprensión lectora</p>	

OBSERVACIONES / SUGERENCIAS

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Tema : RELACION ENTRE LA POTENCIA ELECTRICA Y EL VOLTAJE EN UN CIRCUITO ELÉCTRICO ( ACTIVIDAD EXPERIMENTAL )		Clase : 03
Objetivo del tema : El estudiante explicará el comportamiento de circuitos eléctricos midiendo la potencia la corriente y el voltaje para interpretar la transformación de energía en circuitos eléctricos.		
Objetivo del subtema : El alumno relacionará la potencia con la corriente y el voltaje en un circuito eléctrico midiendo la potencia al calentar agua y la corriente para establecer $P(w) = V(i) I(a)$		
Aprendizajes a lograr : - Establecerá la relación entre la potencia y el voltaje - Operará la expresión $P(w) = V(v) I(a)$ - Definirá voltaje y sus unidades.		Conocimientos previos : - Operar la expresión $\Delta E$ - Operar la expresión $P = \Delta E/t$ - Relación entre variables

**ACTIVIDADES**  
**FASE DE APERTURA**

1.- Objetivo y orden del día Objetivo Determinar la relación entre la potencia eléctrica, intensidad y voltaje - Retroalimentación. - Potencia eléctrica. - Recapitulación. - Actividad extracurricular.	TIEMPO : 5/5	<b>TÉCNICA:</b> Exposición <b>MATERIAL:</b> Gris y pizarra <b>RECOMENDACIONES:</b> Se recomienda verificar previamente que el laboratorio este disponible. Tan pronto ingresen al laboratorio solicite que se organicen en equipos para la realización de la actividad experimental. Entonces al laboratorio la lista de material que va a solicitar e indique el número de equipos.
2.- Revisión de actividades extracurricular Revise la tarea ( lectura de medidores de corriente), aplicando las estrategias de comprensión lectora antes, durante y después de la lectura. Solicite a un alumno lo que realizó antes, durante y después de la lectura, y a partir de ello y con la participación del grupo, corrija, amplie o precise la lectura.  Realicelo igual con la guía de lectura  Al igual que la tarea, revise el material solicitado en la clase anterior indicándole su importancia en su calificación	TIEMPO : 15/20	<b>TÉCNICA:</b> Pizarra <b>MATERIAL:</b> Tarea <b>RECOMENDACIONES:</b> De manera paralela a esta actividad solicite que un alumno de cada equipo pase por el material de laboratorio.
3.- Eval. Diagnóstica y actualización del conocimiento previo Preguntar al grupo como ¿ Como calculan el $\Delta E$ de una sustancia ? ¿ Como calculaban la potencia de un calentador eléctrico ? ¿ Cuáles son las relaciones más comunes entre dos variables ? Realizar un repaso sobre El incremento de la energía interna para el agua se calcula por la expresión $\Delta E = 4.2 \times m \times \Delta T$ explicando sus variables respectivas. La potencia de un calentador eléctrico de calcula en base a la expresión $P = \Delta E$ explicando sus variables. Las variables significativas se clasifican en variables independientes y dependientes. Las cuales tienen una relación directamente proporcional o una relación inversamente proporcional.	TIEMPO : 15/35	<b>TÉCNICA:</b> Llave de agua <b>MATERIAL:</b> Gris y pizarra <b>RECOMENDACIONES:</b> Escríbala en el pizarrón los datos de la metodología experimental como también la fórmula de incremento de energía interna. Pídale al estudiante explicando sus unidades respectivas. Pregúntele como se puede identificar una variable dependiente e independiente y como graficarla y obtener a constante de proporcionalidad.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

FASE DE DESARROLLO	
<p>1.- <u>Problematización</u></p> <p>¿ Como se podría calcular la potencia de un calentador eléctrico sin emplear las expresiones <math>\Delta E = 4.2 \times m \times \Delta T</math> y <math>P = \Delta E / t</math> ?</p> <p>¿ Se conservará la energía ?</p>	<p>TIEMPO : 5/40</p> <p><u>TÉCNICA</u> : Llave de agua</p> <p><u>MATERIAL</u> : Gr y duraton</p> <p><u>RECOMENDACIONES</u> : Preguntar especialmente a los alumnos para que participen todos en la discusión</p>
<p>2.- <u>Actividad experimental</u></p> <p>A continuación propongo a los alumnos el siguiente problema .</p> <p>¿ Como podemos determinar la potencia de un calentador eléctrico ?</p> <p>Con el uso de las expresiones <math>\Delta E_i = 4.2m\Delta T</math> y <math>P = \Delta E_i / t</math></p> <p>¿ Y sin emplear la expresión anterior ?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- No sabemos</li> <li>- ¿ Entonces, ¿ que variables intervienen en un circuito eléctrico ?</li> <li>- Voltaje, intensidad.</li> <li>- ¿ Como podemos medir estos parámetros experimentalmente ?</li> <li>- Con un multímetro.</li> <li>- ¿ Con el uso de las expresiones <math>\Delta E_i = 4.2m\Delta T</math> y <math>P = \Delta E_i / t</math> y la medición de los parámetros con el perimetro tendría el mismo valor la potencia ?</li> <li>- ¿ La potencia varía al aumentar el número de pilas en un circuito eléctrico simple ?</li> </ul> <p>A partir de la respuesta y utilizando el material de que disponen los alumnos aplicar la metodología experimental para resolver el planteamiento del problema</p> <p>Como guía se ilustran algunos puntos</p> <p><u>Sistema físico</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El vaso de unícel del calentador</li> <li>- El termómetro del calentador</li> <li>- Agua del calentador</li> <li>- El reloj</li> <li>- El voltaje alimentado al calentador</li> <li>- El foco del calentador</li> </ul> <p><u>Variables</u></p> <p>Independiente    Intensidad de corriente</p> <p>Dependiente    Potencia</p> <p><u>hipótesis</u></p> <p>a) Entre mayor intensidad de corriente mayor potencia tendrá el calentador eléctrico</p> <p>b) A mayor voltaje menor potencia</p> <p><u>Experimentación</u></p> <p>Se realiza una experimentación con un adecuado control de variables para contestar la hipótesis a) y b)</p> <p><u>Resultados</u></p>	<p>TIEMPO : 40/80</p> <p><u>TÉCNICA</u> : Trabajo en equipo</p> <p><u>MATERIAL</u> : K2 No 1 para física III</p> <p><u>RECOMENDACIONES</u> : En base a las condiciones haga que los alumnos participen al planteamiento del problema</p> <p><u>ACTIVIDAD EXPERIMENTAL</u></p> <p>Dice que se aplicará en base al material proporcionado respecto la experimentación para comprobar las hipótesis e indicando la forma de calcular la intensidad de corriente con el multímetro</p> <p>Recorrido que el tubo que sirve como vaso de agua sumergido en el agua, porque sus sacos la temperatura varía extraordinariamente y registre la que hay en el medio ambiente</p> <p>Al cerrar el circuito verificar que la corriente del foco cuando sumerge en el agua contenida en el vaso para que toda la energía que produce sirve para incrementar la energía interna del agua</p>

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

A partir de la experimentación realizar tablas y graficas correspondientes con los datos  $P(w)$  e  $I(a)$

Análisis de resultados.

La potencia es directamente proporcional a la intensidad de corriente donde la constante representa el voltaje alimentado al calentador eléctrico cuya unidad es el volt. El modelo matemático es  $\frac{P(w)}{I(a)} = V(v)$  donde  $P(w)$  es la potencia del calentador en watts,  $I(a)$  la intensidad en ampere y  $V(v)$  el voltaje que se alimenta a las pilas en volts

Conclusiones:

Entre la potencia y la intensidad existe una relación directamente proporcional donde la constante es el voltaje que está dado en volts y su modelo matemático es:

$$\frac{P(w)}{I(a)} = V(v)$$

Ruta alternativa

Realizar problemas con la expresión  $P = V I$ ,  $P = \Delta E/t$  y  $\Delta E = 4.2 \times m \times \Delta T$  e indicando la relación que tienen  $P$ ,  $V$  y  $I$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

FASE DE CIERRE	
<p>1.- Guía de discusión</p> <p>- Observa el voltaje de la pila y calcularlo con la expresión <math>P = V I</math> ¿Coincide el valor calculado con lo señalado por la pila ?</p> <p>- ¿Compruebas que el cociente <math>P/I</math> es igual al voltaje suministrado ? ¿Por qué ?</p>	<p>TIEMPO : 10/90</p>
<p>2.- Recapitulación</p> <p>Sollite a los integrantes de un equipo realizar una breve descripción de la actividad experimental.</p> <p>Se realiza una breve explicación acerca de la relación que tiene la potencia eléctrica con la intensidad de la corriente, que estas dos tienen una relación directamente proporcional y que la constante de proporcionalidad es el voltaje de las pilas, donde el modelo matemático es : <math>\frac{P(w)}{I(a)} = V(v)</math></p> <p>y que hay otros tipos de relaciones, por ejemplo <math>P = RI^2</math> y <math>P = \frac{V^2}{R}</math></p>	<p>TIEMPO : 5/95</p> <p>TECNICA : Expositiva</p> <p>MATERIAL : Notas de la actividad experimental, gas y picaron</p> <p>RECOMENDACIONES : Que anden en orden matemático y sus relaciones</p>
<p>3.- Actividad extracalse</p> <p>Consistira en la elaboración individual del reporte correspondiente en su cuaderno .</p> <p>Medir la intensidad de dos aparatos domésticos disponibles obteniendo los datos de la placa .</p> <p>Traer el KIT de Física III para la UNIDAD UNO .</p>	<p>TIEMPO : 5/100</p> <p>TECNICA : Expositiva</p> <p>MATERIAL : Gas y picaron</p> <p>RECOMENDACIONES :</p>

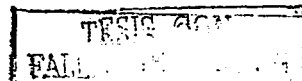
OBSERVACIONES / SUGERENCIAS

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



COLEGIO DE BACHILLERES CENTRO DE ACTUALIZACIÓN Y FORMACIÓN DE PROFESORES

Tema : COMPORTAMIENTO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS		Clase : 04
<b>Objetivo del tema :</b> El estudiante explicará el comportamiento de circuitos eléctricos midiendo la potencia la corriente y el voltaje para interpretar la transformación de energía en circuitos eléctricos		
<b>Objetivo del subtema :</b> El estudiante predecirá el comportamiento de los circuitos eléctricos conectados en serie y paralelo utilizando el concepto de potencia para establecer la conservación de la energía en estos sistemas		
<b>Aprendizajes a lograr :</b> - Establecerá que la potencia de un circuito eléctrico es la suma de las potencias que disipan los focos y esta es la misma que la de la alimentación - Identificará circuitos eléctricos en serie y paralelo - Establecerá el comportamiento de la resistencia intensidad, voltaje en circuitos en serie y en paralelo		<b>Conocimientos previos :</b> - Relación de potencia con el voltaje e intensidad de corriente - Circuitos observados en la vida cotidiana
<b>ACTIVIDADES</b>		
<b>FASE DE APERTURA</b>		
<b>1.- Objetivo y orden del día</b>  <b>Objetivo</b> Analizar el voltaje, potencia e intensidad en circuitos eléctricos en serie y en paralelo - Retroalimentación - Circuitos eléctricos - Recapitulación - Actividad extraclase	<b>TIEMPO : 5/5</b>	<b>TECNICA:</b> Exposición  <b>MATERIAL:</b> Gas, pizarra y borrador  <b>RECOMENDACIONES:</b> Es conveniente tener el orden del día en cartulina o escrito en el pizarrón, dentro durante toda la sesión para resguardar al final de recapitulación.
<b>2.- Revisión de actividades extraclase</b>  - Pregunte al azar a los alumnos el valor de la intensidad de la corriente de uno de los aparatos en los que trabajaron en casa. - También revise los cuadernos donde vea los cálculos realizados - Revise que tengan el KIT de Física III por equipo	<b>TIEMPO : 15/20</b>	<b>TECNICA:</b> Interrogatorio  <b>MATERIAL:</b> Gas, pizarra y borrador  <b>RECOMENDACIONES:</b> Al revisar los problemas puede pasar el pizarrón a los alumnos y en ese momento corrigir, no invite a leer o firmar cada cuaderno del estudiante
<b>3.- Eval. Diagnóstica y actualización del conocimiento previo</b>  - Una vez revisada la tarea se retoma el concepto de potencia y la expresión $P = VI$ donde $P$ se mide en watts, $V$ en volts e $I$ en amperes. También retome el tipo de relación que tiene cada una de las variables indicando la gráfica correspondiente	<b>TIEMPO: 15/30</b>	<b>TECNICA:</b> Interrogatorio  <b>MATERIAL:</b> Gas, pizarra y borrador  <b>RECOMENDACIONES:</b> Haga que el alumno participe en el recordatorio de lo que es potencia a través de preguntas recordando a los alumnos asertivamente anotados en el pizarrón



FASE DE DESARROLLO	
<p><b>1.- Problemátización</b> Si en una casa habitación donde está unida la sala y el comedor en una sola pieza la conexión está en sené y queremos que se ilumine más un lugar que otro ¿ Como podremos realizarlo sin cambiar la conexión ?</p>	<p><b>TECNICA:</b> Lluvia de ideas</p> <p><b>TIEMPO:</b> 5/45</p> <p><b>MATERIAL:</b> Cds. puzarrón y botador</p> <p><b>RECOMENDACIONES:</b> Cuestiona emocionalmente a los alumnos para que participen todos en la discusión</p>
<p><b>2.- Introducción al tema</b> El profesor explicará los conceptos relacionados a un circuito eléctrico : Los circuitos eléctricos se clasifican básicamente en - Sené donde los elementos se conectan uno después del otro ,por lo cual la corriente tiene una sola trayectoria. La intensidad de corriente en cada elemento es igual para todos : <math>I = I_1 = I_2 = I_n</math> La potencia de cada elemento se calcula por : <math>P_1 = V_1 I_1</math>, <math>P_2 = V_2 I_2</math> y <math>P_n = V_n I_n</math> El voltaje del circuito es repartido en cada elemento dando como resultado : <math>V_1 = V_1</math>, <math>V_2 = V_2</math>, ..., <math>V_n = V_n</math> - Paralelo donde los elementos se conectan entre los dos conductores que conducen a la fuente de voltaje. Los elementos del circuito y sus alambres de conexión reciben comúnmente el nombre de ramales del circuito. La intensidad de la corriente de cada elemento es diferente dando como resultado que la intensidad del circuito es : <math>I = I_1 + I_2 + I_n</math> La potencia eléctrica suministrada al circuito es igual a : <math>P_1 = P_1 + P_2 + P_n</math> donde <math>P_1 = V_1 I_1</math> y <math>P_2 = V_2 I_2</math> El voltaje del circuito eléctrico es el mismo para cada elemento : <math>V_1 = V_1</math>, <math>V_2 = V_2</math>, ..., <math>V_n = V_n</math></p>	<p><b>TIEMPO:</b> 10/50</p> <p><b>TECNICA:</b> Expositiva</p> <p><b>MATERIAL:</b> Cds. puzarrón y botador</p> <p><b>RECOMENDACIONES:</b> Dibuje los esquemas de los circuitos eléctricos e indicando las variables que intervienen en cada uno mencionadas e indicando que lo anotan en su cuaderno</p>
<p><b>3.- Actividad experimental</b> Como ya se sabe que la potencia de un elemento, de un circuito eléctrico esta relacionada con la intensidad y el voltaje del mismo por lo tanto realicen la siguiente actividad experimental. ¿ Quien iluminará más en un circuito en sené con dos focos de diferente potencia el menor o el de mayor potencia ? Hipótesis 1 - El de mayor potencia iluminará más porque tiene mayor capacidad nominal. 2 - El de menor potencia iluminará más porque tiene el voltaje mayor que el otro. Procedimiento a) Con una pila de 6 Volts, un foco de 6 Volts y alambre de cobre conecte el foco de tal forma que encienda Con un voltímetro mide el voltaje e intensidad de la corriente y calcula la potencia eléctrica del foco con la expresión <math>P = V I</math> b) Con una pila de 6 volt, 2 focos de 6 volt y alambre de cobre conecte los focos de tal forma que quitando uno el otro se apague Mida con un multímetro e voltaje e intensidad de corriente en cada foco y calcula la potencia eléctrica de cada uno de los elementos con la expresión <math>P = V I</math> c) Con una pila de 6 volts dos focos de diferente capacidad y alambre de cobre conecte los focos de tal forma que quitando uno de los focos se apague el otro Mida con el multímetro la intensidad, voltaje y calcula la potencia de cada uno con la expresión <math>P = V I</math> Sume el voltaje de cada elemento Realice lo mismo procedimiento para un circuito en paralelo</p>	<p><b>TIEMPO:</b> 40/90</p> <p><b>TECNICA:</b> Trabajo por equipos</p> <p><b>MATERIAL:</b> KIT de Física II</p> <p><b>RECOMENDACIONES:</b> La actividad experimental debe de dar origen del planteamiento del problema. La hipótesis se elabora comparando la variable independiente con la variable dependiente</p>
<p>Ruta alternativa Realizar la experimentación del ANEXO No. 7 o se puede realizar problemas de circuitos eléctricos en sené y en paralelo utilizando las variables de voltaje potencia eléctrica e intensidad</p>	

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## FASE DE CIERRE

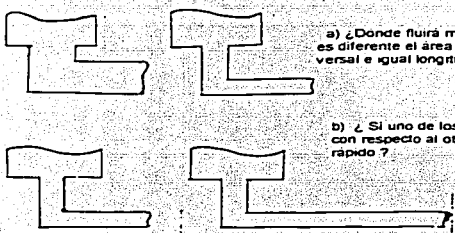
<p><b>1.- Guía de discusión</b> <span style="float: right;"><b>TIEMPO : 10/100</b></span></p> <p>Discute con tus compañeros de equipo sobre las siguientes preguntas de acuerdo a la actividad experimental, y contesta por escrito lo siguiente :</p> <p>1.- ¿ Porque el foco de menor potencia brilla mas que de mayor potencia ?</p> <p>2.- ¿ Como es el voltaje calculado por los focos en el circuito eléctrico en serie comparado con el voltaje de alimentación ?</p> <p>3.- ¿ Se cumple la ley de la conservación de la energía en el circuito eléctrico en serie y en paralelo ?</p>	<p><b>TECNICA :</b> Trabajo en equipos</p> <p><b>MATERIAL :</b> Cds, puzarron, borrador y notas de la actividad experimental</p> <p><b>RECOMENDACIONES :</b> Recorrer las mesas para brindar a los alumnos y aclarar dudas</p>
<p><b>2.- Recapitulación</b> <span style="float: right;"><b>TIEMPO : 5/105</b></span></p> <p>El foco de menor potencia brilla más porque tiene una mayor caída de voltaje y su resistencia es mayor en un circuito en serie.</p> <p>El un circuito en paralelo el foco de mayor potencia brilla mas que el de menor potencia al recibir el mismo voltaje porque la potencia en el foco de mayor potencia es mayor cuando por el circula una mayor intensidad de corriente</p> <p>En los circuito eléctrico en serie la suma de voltaje de cada elemento del circuitos(focos) fue igual al voltaje total aplicado al mismo, con lo cual se cumple la ley de la conservación de la energía y se transforma en calor y energía luminosa.</p>	<p><b>TECNICA :</b> Expositiva</p> <p><b>MATERIAL :</b> Cds, puzarron, borrador y notas de la actividad experimental</p> <p><b>RECOMENDACIONES :</b> Los alumnos tomen notas de las conclusiones vistas en esta recapitulación.</p>
<p><b>3.- Actividad extraclase</b> <span style="float: right;"><b>TIEMPO : 5/110</b></span></p> <p>- Se les indica a los alumnos que empleando la metodología experimental elabore el informe de la actividad experimental.</p> <p>- Resolver el problemario correspondiente al tema.(ANEXO No. 4).</p> <p>- Traer el KIT de Física III.</p>	<p><b>TECNICA :</b> Expositiva.</p> <p><b>MATERIAL :</b> Cds Borrador y puzarron.</p> <p><b>RECOMENDACIONES :</b></p>

OBSERVACIONES / SUGERENCIAS

TRABAJO CON  
FALLA DE ORIGEN

Tema : RESISTENCIA ELÉCTRICA DE UN CONDUCTOR		Clase : 05
Objetivo del tema : El estudiante explicará la relación entre voltaje y corriente, controlando variables y utilizando el concepto de resistencia eléctrica para interpretar la generación y transmisión de energía eléctrica.		
Objetivo del subtema : El estudiante relacionará las variables de las que depende la resistencia eléctrica de un conductor controlando las variables longitud, grosor y material para establecer el concepto de resistencia eléctrica.		
Aprendizajes a lograr : - Establecerá la relación de variables existentes en la resistencia eléctrica de un conductor. - Establecerá que el modelo matemático es $R = \rho(L/A)$ donde $\rho$ es una constante de proporcionalidad llamada resistividad.		Conocimientos previos : - Operar los medidores de corriente eléctrica (Multímetro). - Conocer los conceptos de longitud y área transversal.
<b>ACTIVIDADES</b> <b>FASE DE APERTURA</b>		
1.- Objetivo y orden del día Objetivo : Establecer la relación de resistencia eléctrica, longitud del conductor, área transversal del conductor y definir resistividad del material. - Recapitulación - Resistencia eléctrica - Recapitulación - Actividades extraclase	TIEMPO : 5/5	<b>TECNICA :</b> Exposición. <b>MATERIAL :</b> Gds. pizarra y borrador.  <b>RECOMENDACIONES :</b> Antes de iniciar la sesión se recomendará que se presente el caso y se orden del día en cartulina o en el pizarra y se retoma al final de la sesión. Tan pronto lleguen al salón solicite que se organicen en equipos de cuatro alumnos para la realización de la actividad experimental.
2.- Revisión de actividades extraclase Hacer pasar un alumno que realice uno de los problemas en el pizarra con la finalidad de que se revise si lo hicieron bien.  Comente las dudas que se hayan tenido para solucionar la tarea y aclararlas.  También revise que se tengan su tabla preparada con el alambre nicromel.	TIEMPO : 15/20	<b>TECNICA :</b> Pizarra <b>MATERIAL :</b> Pizarra y gds. tarea de los alumnos.  <b>RECOMENDACIONES :</b> Mismo en el pizarra el procedimiento de solución de un problema odo.
3.- Eval. Diagnóstica y actualización del conocimiento previo - Por medio de un interrogatorio, verifique que el alumno sepa conectar un multímetro para medir corriente eléctrica.  - Indagar al alumno si sabe que es una longitud y área transversal, una vez aclarado esto indicar al alumno si sabe que una área de sección transversal es por ejemplo, el área de circunferencia de una manguera por donde sale el chorro de agua.  - Mencionar que el área de la sección transversal depende del diámetro recordando la siguiente expresión: $A = \frac{\pi d^2}{4}$	TIEMPO : 15/35	<b>TECNICA :</b> Lluvia de ideas <b>MATERIAL :</b> Gds. pizarra y multímetro  <b>RECOMENDACIONES :</b> Lo de la investigación es importante mencionarlo para llegar a la problematización.

TESIS CON  
CALIFICACIÓN DE BUEN

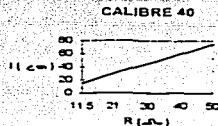
FASE DE DESARROLLO	
<p><b>1.- Problematicación</b> <span style="float: right;"><b>TIEMPO : 5/40</b></span></p> <p>Se dibuja en el pizarrón el siguiente diagrama y se realizan las siguientes preguntas :</p>  <p>a) ¿Donde fluirá más rápido el agua, si es diferente el área de la sección transversal e igual longitud ?</p> <p>b) ¿ Si uno de los tubos es más largo con respecto al otro donde fluirá más rápido ?</p> <p>c) Si cambiamos la tubería por otro material ¿ Existirá diferencia en la velocidad del flujo del agua ?</p>	<p><b>TECNICA:</b> Líneas de ideas.</p> <p><b>MATERIAL:</b> Gds. borrador y pizarrón.</p> <p><b>RECOMENDACIONES:</b> Pedir al alumno que use su imaginación para comprender las preguntas.</p>
<p><b>2.- Actividad experimental</b> <span style="float: right;"><b>TIEMPO : 40/80</b></span></p> <p>Se realiza la siguiente actividad experimental utilizando la metodología de la física :</p> <p>Planteamiento del problema. ¿ En un conductor cómo se relaciona la resistencia con el espesor y longitud ?</p> <p>Se le pide a los alumnos que mencionen los elementos del sistema físico, por ejemplo :</p> <p>Sistema Físico : Diámetro, longitudes, agua velocidad, resistencia, área, tipo de conductor, etc.</p> <p>Solicite a los alumnos las variables relevantes dependientes e independientes.      Variables relevantes : Tubería, diámetros, área de sección transversal, longitud, velocidad, tipo de conductor, etc.      Variables independientes : Área de la sección transversal, longitud del conductor y el tipo de material</p> <p>Variable dependiente : Resistencia de conductor.</p> <p>Hipotesis</p> <p>a) A mayor longitud del conductor la resistencia es mayor.      b) A mayor área de sección transversal ( grosor del conductor ) la resistencia será menor.      c) La resistencia depende del tipo de material del conductor</p> <p>Experimentación</p>	<p><b>TECNICA:</b> Trabajo en equipo.</p> <p><b>MATERIAL:</b> KIT No 1 para física III</p> <p><b>RECOMENDACIONES:</b> Anotar el desarrollo de las bases para que lo tengan presente en la actividad. Solicitar tomar notas de toda la actividad experimental en su cuaderno</p> <p>Pide a los alumnos que vayan llenando el formulario de la práctica relacionado a ese tema</p> <p>Recordar que las hipótesis se relacionan con una variable independiente y una dependiente</p>

TRABAJO CON  
 FALLA DE ORIGEN

Se explica al alumno que considere que el área del conductor será el área del alambre nicromel y que la longitud la estableceremos con las marcas de cada 20 cm. indicadas en la tabla.

Ahora se le pide tomar el multimetro y medir cada 20 cm. la resistencia para el nicromel del No. 40. Así mantendremos constante el área y el tipo del material de tal forma que se obtengan datos y se realice una tabla, por ejemplo:

CALIBRE 40	
Longitud (cm.)	Resistencia $\Omega$
15	11.5
30	21
45	30
60	40
75	50

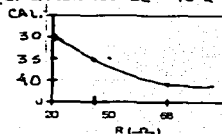


Así comprobaremos una de las hipótesis donde la resistencia corresponde a una menor velocidad en el flujo del agua. Por lo que podemos decir que de acuerdo a la gráfica la relación es directamente proporcional, por lo que se comprueba que:

\* A mayor longitud hay una mayor resistencia \*

Para la segunda hipótesis mediremos la resistencia de cada uno de los calibres del nicromel, aquí la longitud la mantendremos constante de un metro y el tipo de material también, obtenemos los siguientes datos y la gráfica, considerando que el calibre 30 es de mayor área que el calibre 40. Graváremos de 40 a 30.

Calibre	Resistencia ( $\Omega$ )
30	20
35	50
40	68



Considerando la gráfica anterior podemos decir que es una relación inversamente proporcional, entonces la hipótesis de que a mayor área de sección transversal la resistencia es menor es válida y haciendo la analogía tendríamos que:

\* A mayor área del conductor la resistencia será menor \*

Por último se pide que usen una puntilla de lapicero la cual será usada de la siguiente forma:

Cortar un trozo del nicromel del No. 30 de la misma longitud de la puntilla para que mantengamos constante la longitud y el área y medimos el valor de la resistencia con el multimetro, tanto del nicromel como de la puntilla, así se comparará que la resistencia depende del tipo de material por lo que la tercer hipótesis es comprobada, quedando

\* La resistencia depende del tipo de material \*

Aclarando que esta propiedad se le llama resistividad

Análisis de resultados:

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Una vez establecida la relación entre la resistencia y las variables de longitud, área y tipo de material se establece el modelo matemático con un razonamiento en donde se coloca  $R \propto l$  y  $R \propto \frac{1}{A}$ , entonces como  $\rho$  ( resistividad ) es una constante de cada material tendremos :

$$R = \rho ( l / A )$$

**RUTA ALTERNATIVA**

Realizar la actividad experimental del ANEXO No. 8. O realizar problemas con la expresión  $R = \rho ( l / A )$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## FASE DE CIERRE

<p>1.- Guía de discusión</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Explica por qué se puede despreciar la resistencia eléctrica de un alambre conductor de poca longitud, pero si debe considerarse su valor si es muy largo.</li> <li>- ¿ Como es la relación entre la resistividad y el área transversal de un conductor ?</li> <li>- ¿Qué es la resistencia eléctrica ?</li> </ul>	<p>TIEMPO : 10/90</p>	<p>TECNICA : Discusión entre equipos</p> <p>MATERIAL : Cds, borrador y pizarra</p> <p>RECOMENDACIONES : Revisar por mesa de los equipos para activar guías</p>
<p>2.- Recapitulación</p> <p>Como la longitud es directamente proporcional a la resistencia está en el numerador, área es inversamente proporcional está en el denominador y como la resistividad es una constante de proporcionalidad se coloca para tener una igualdad : <math>R = \rho (l/A)</math>, entonces se les dice a los alumnos que han construido un modelo matemático correspondiente a la resistividad de un conductor.</p>	<p>TIEMPO : 5/95</p>	<p>TECNICA : Expositiva</p> <p>MATERIAL : Cds, borrador y pizarra</p> <p>RECOMENDACIONES : Recapitular que el alumno ha construido un modelo matemático : fórmulas. Realice uno o dos ejemplos sobre la aplicación de la expresión obtenida</p>
<p>3- Actividad extracurricular</p> <p>Realice la lectura subrayando las ideas principales, resumen y anotándolas en su cuaderno.</p> <p>Lectura : Ley de Pouillet ( ANEXO No. 5 ) Libro : Física para Bachillerato II Autor Alvarenga-Máximo</p> <p>Traer el KIT No. 1 de física III con el tablero armado como está y anexando las pilas de 1.5 volt en el portapilas.</p> <p>Solicitar la realización del reporte de la actividad experimental.</p>	<p>TIEMPO : 5 /100</p>	<p>TECNICA : Expositiva.</p> <p>MATERIAL : Cds, pizarra y borrador</p> <p>RECOMENDACIONES : Anotar la tesis en el pizarra.</p>

OBSERVACIONES / SUGERENCIAS

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

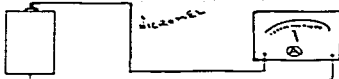


Tema : LEY DE OHM		Clase : 06
<b>Objetivo del tema :</b> El estudiante explicará la relación entre voltaje y corriente, controlando variables y utilizando el concepto de resistencia eléctrica para interpretar la generación y transmisión de energía eléctrica.		
<b>Objetivo del subtema :</b> El estudiante relacionará el voltaje con la corriente, realizando gráficas para materiales ohmicos y no ohmicos para que establezca la ley de Ohm.		
<b>Aprendizajes a lograr :</b> - Relacionar las variables que intervienen en la ley de Ohm. - Establecer cuando un material es ohmico o no ohmico.	<b>Conocimientos previos :</b> - Operar los medidores de corriente eléctrica. (Multímetro). - Analizar un circuito eléctrico. - Conocer las unidades de corriente eléctrica y de voltaje.	
<b>ACTIVIDADES</b>		
<b>FASE DE APERTURA</b>		

<b>1.- Objetivo y orden del día</b> <b>Objetivo :</b> Obtener la relación que tiene el voltaje y la intensidad utilizando el concepto de resistencia eléctrica. - Retroalimentación. - Ley de Ohm. - Recapitulación. - Actividad extraclase.	<b>TIEMPO :</b> 5/5	<b>TECNICA :</b> Expositiva <b>MATERIAL :</b> Ges, pizarra y borrador  <b>RECOMENDACIONES :</b> Ya sea en el salón o laboratorio, solicite que se organicen en equipos para la actividad experimental.
<b>2.- Revisión de actividades extraclase</b> - Se hace una revisión de cuadernos escogidos al azar donde se revisen las ideas principales de la lectura y revise las copias subrayadas.  - Se realizan preguntas como : ¿ De qué trató la lectura ? ¿ Qué dudas tuvieron para comprenderla ? Una vez aclaradas las dudas se revisa que tengan su tablero con el alambre nicromel, sus 4 pilas de 1.5 volts, multímetro analógico.	<b>TIEMPO :</b> 15/20	<b>TECNICA :</b> Pizarra. <b>MATERIAL :</b> Tarea de los alumnos. <b>RECOMENDACIONES :</b> Aclarar dudas de la tarea. Pase lista y simultáneamente revise la tarea.
<b>3.- Eval. Diagnóstica y actualización del conocimiento previo</b> Mediante un interrogatorio en equipo se pregunta lo siguiente : ¿ Cómo se conecta un medidor de corriente ? ¿ Qué elementos existen en un circuito eléctrico ? ¿ Qué variables conoces que intervienen en un circuito eléctrico y cuales son sus unidades ? Una vez comentado lo anterior y aclarando las dudas que pudieran existir, se realiza un repaso sobre : - Los arreglos que se realizan para conectar un multímetro para medir voltaje e intensidad. ( Ver la lectura de Medidores de corriente). - En un circuito eléctrico las variables que intervienen son : Intensidad de corriente, voltaje, resistencia eléctrica, potencia eléctrica, longitud del conductor, área transversal del conductor y la resistividad del material. -La intensidad de corriente es la cantidad de carga eléctrica que pasa por cada sección de un conductor en un segundo. sus unidades es el amperre que se simboliza con una "A" - Amperre equivale al paso de la carga de un coulomb a través de una sección de un conductor en un segundo - Diferencia de potencial o voltaje es igual al trabajo por unidad de carga positiva que realizan fuerzas eléctricas al mover una carga de prueba desde el punto A al B, su unidad es el volt. - Resistencia eléctrica es la oposición que presenta un conductor al paso de la corriente o flujo de electrones. su unidad es el ohm que se simboliza como $\Omega$	<b>TIEMPO :</b> 15/35	<b>TECNICA :</b> Lluvia de ideas. <b>MATERIAL :</b> Ges, pizarra, borrador y multímetro  <b>RECOMENDACIONES :</b> Escribe en el pizarra una lista de los elementos de un circuito eléctrico. Mide la operación de un multímetro dibuje en el pizarra diferentes arreglos eléctricos, identificando sus elementos.

TECIS COM  
FALLA DE ORIGEN

FASE DE DESARROLLO	
<p><b>1.- Problematicación</b></p> <p>Se establece el siguiente caso:</p> <p>En la cárcel de Almoioya varios reos planeaban escaparse buscando una tubería por donde huir, pero había varios obstáculos, uno era que solo cabían de uno en uno en los conductos de desagüe y entre el caos de su huida en plena acción empezaban a empujarse para acelerar su escape</p>	<p>TIEMPO : 5/40</p> <p>TECNICA : Lluvia de ideas</p> <p>MATERIAL : Gas, borrador y pizarra</p> <p>RECOMENDACIONES : Ilustrar en caso en el pizarrón Usar una analogía de la salida de un vagón del metro, en horas de tráfico intenso</p>
<p><b>2.- Actividad experimental</b></p> <p>Planteamiento del problema : ¿ De qué factores depende el escape o la huida de los reos ?</p> <p>Sistema Físico : El No. de reos, el empuje, la oposición al escape, el conducto, uniforme de los reos, la cárcel, etc.</p> <p>Variables Relevantes : Oposición al escape, empuje, el No. de reos. Irrelevantes : El uniforme, que estén desnudos, que tengan zapatos. Independientes : El empuje = voltaje Dependientes : No. de reos = Intensidad de la corriente.</p> <p>¿ En qué se parece la salida de los reos a la corriente ? A los electrones que viajan a través del conductor.</p> <p>¿ El empuje de los reos a que se parece al voltaje de las pilas o a la resistencia del conductor ? Al voltaje de las pilas. Bien, ahora veremos como se relacionan la corriente y el voltaje estableciendo la hipótesis.</p> <p>Hipótesis :</p> <p>A mayor Voltaje mayor será la corriente.</p> <p>Actividad Experimental.</p> <p>Verifiquemos la hipótesis con el material indicado. ( ver figura ).</p> <p>Se solicita al alumno armar el dispositivo siguiente :</p>	<p>TIEMPO : 40/80</p> <p>TECNICA : Trabajo en equipo</p> <p>MATERIAL : Gas, borrador, pizarrón, KIT No. 1 de Física II y multímetro</p> <p>RECOMENDACIONES : Dibujar en el pizarrón los esquemas que ilustran la parte experimental Establezca que en los gráficos se ve la diferencia de los materiales óhmicos y no óhmicos.</p>

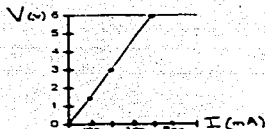


- Colocando en el portapilas 4 pilas de 1.5 volts, conecta un conductor ( alambre de nicromel del No. 30 ), y en serie conecta el multímetro midiendo la intensidad de la corriente correspondiente
- Realiza lo anterior con el mismo conductor variando el voltaje, ahora coloca 2 pilas de 1.5 volts en el portapilas y mide la corriente respectiva.
- Realiza el procedimiento anterior, ahora con una pila de 1.5 volts y mide la corriente correspondiente

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**Resultados:**  
Anoten sus resultados en la siguiente tabla y realicen la gráfica

V (v)	I (mA)
1.5	100
3.0	200
6.0	400



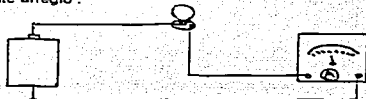
**Análisis de resultados.**

De acuerdo a la gráfica, observamos que entre el voltaje y la corriente existe una relación directamente proporcional, por tanto:

**Conclusión:**

Se establece que  $V/I = K$  donde esta constante recibe el nombre de resistencia del conductor óhmico y el modelo matemático es  $R = V/I$  donde R está dada en ohms ( $\Omega$ ).

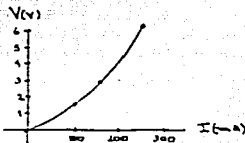
Para la segunda actividad experimental se realizan los mismos pasos con el siguiente arreglo:



**Resultados.**

Anótelos en la siguiente tabla y grafique:

Voltaje (V)	I (mA)
1.5	100
3.0	150
6.0	250



**Análisis de resultados.**

De acuerdo a los resultados observamos que esta curva de relación voltaje y corriente representa un material no óhmico por lo tanto

**Conclusión:** La resistencia del foco no cumple con la ley de ohm.

Existen materiales no óhmicos como son los semiconductores.

**RUTA ALTERNATIVA**

Realizar la actividad experimental del ANEXO No. 9. Se pueden usar en el laboratorio fuentes de energía en lugar de pila.

## FASE DE CIERRE

<p><b>1.- Guía de discusión</b> <span style="float: right;">TIEMPO : 10/90</span>          Se realiza una discusión por equipo de las siguientes preguntas que están de acuerdo a la actividad experimental :          - Define que es un conductor óhmico y qué es un conductor no óhmico          - Explica con un dibujo que representa físicamente la recta obtenida al graficar en el eje "y" el valor del voltaje y en el eje "x" el valor de la intensidad de corriente y como se obtiene el valor de la recta al emplear la función tangente.          - ¿En un circuito eléctrico, qué sucederá con la intensidad de corriente si se mantiene constante el voltaje pero se duplica el valor de la resistencia ?</p>	<p><b>TECNICA:</b> Trabajo en equipo   <b>MATERIAL:</b> La actividad experimental realizada por los alumnos   <b>RECOMENDACIONES:</b> Pasar por las mesas de los equipos para chequear que están trabajando</p>
<p><b>2.- Recapitulación</b> <span style="float: right;">TIEMPO : 5/95</span>           El profesor explica brevemente la relación entre voltaje, corriente y resistencia en materiales :          Ohmicos : Realiza un problema, por ejemplo :          Si conectamos 2 pilas en serie de 1,5 volts a un alambre de nicromel y medimos una corriente de 100 mA. ¿ Cual será la resistencia del nicromel ?           Datos <span style="margin-left: 100px;">Fórmula</span>   <math>V = (1.5v)2 = 3v</math> <span style="margin-left: 100px;"><math>R = V / I = 3v / 0.1A = 30 \Omega</math></span>  <math>I = 100mA. = 0.1 A.</math>  <math>R = ?</math></p>	<p><b>TECNICA:</b> Exposición.          Necesario interactivo   <b>MATERIAL:</b> Ca, borrador y pizarra   <b>RECOMENDACIONES:</b> Aclarar un dudas del ejemplo para que puedan hacer la tarea.</p>
<p><b>3.- Actividad extraclase</b> <span style="float: right;">TIEMPO : 10/100</span>           Solicite al alumno realizar los siguientes problemas de la ley de ohm :           a) Si conectamos 5 pilas de 1.5 volts en serie a un alambre de nicromel y medimos una corriente de 500mA. ¿ Cual sera la resistencia del nicromel ?          Si conectamos 3 pilas de 1.5 volts a un alambre de nicromel de 15 cm. de longitud y medimos una corriente de 200mA. ¿ Cual sera la resistencia del alambre ?</p>	<p><b>TECNICA:</b> Exposición   <b>MATERIAL:</b> Ca, pizarra y borrador   <b>RECOMENDACIONES:</b> Repase brevemente los procedimientos para obtener y convertir unidades</p>
OBSERVACIONES / SUGERENCIAS	

TESIS CON  
FALLA DE CIERRE

Tema : TRANSFORMACION DE LA ENERGIA MECANICA A ELÉCTRICA Y VICEVERSA		Clase : 07
<b>Objetivo del tema :</b> El estudiante explicará la relación entre voltaje y corriente controlando variables y utilizando el concepto de resistencia eléctrica para interpretar la generación y transmisión de energía eléctrica.		
<b>Objetivo del subtema :</b> El estudiante transformará energía mecánica en eléctrica y viceversa utilizando los conceptos de motor, generador, transformador y eficiencia para explicar la generación, transmisión y uso de la energía eléctrica.		
<b>Aprendizajes a lograr :</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Explicará la transformación de energía mecánica a energía eléctrica y viceversa en un motor, generador, y transformador.</li> </ul>	<b>Conocimientos previos :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conservación de la energía</li> <li>- Potencia eléctrica</li> <li>- Voltaje</li> <li>- Intensidad de corriente</li> </ul>	
<b>ACTIVIDADES</b>		
<b>FASE DE APERTURA</b>		
<b>1.- Objetivo y orden del día</b> <b>Objetivo :</b> Explicar la generación, transmisión y el empleo de la energía eléctrica. - Retroalimentación. - Generadores y corriente alterna. - Comparación entre un motor y un generador. - Transmisión de la energía eléctrica. - Recapitulación - Actividades extraclase	<b>TIEMPO :</b> 5/5	<b>TECNICA :</b> Exposición <b>MATERIAL :</b> Gr. pizarra y borrador  <b>RECOMENDACIONES :</b> Anotar el orden del día en la parte derecha del pizarrón para tener presentes las actividades a realizar.
<b>2.- Revisión de actividades extraclase</b> Revisar los ejercicios de la ley de ohm.	<b>TIEMPO :</b> 10/15	<b>TECNICA :</b> Plenario <b>MATERIAL :</b> Tarje de los alumnos <b>RECOMENDACIONES :</b> Pasar al pizarrón al azar un alumno para que resuelva un ejercicio de la ley de ohm para que corrijan si es necesario. Se realiza lo mismo para los demás problemas.
<b>3.- Eval. Diagnóstica y actualización del conocimiento previo</b> Cuestionar al grupo sobre los conceptos de <ul style="list-style-type: none"> <li>- Potencia eléctrica es la rapidez con que se realiza un trabajo</li> <li>- Voltaje ó diferencia de potencial entre dos puntos cualesquiera A y B es igual al trabajo por unidad de carga positiva que realizan fuerzas eléctricas al moverse una carga de prueba desde el punto A al B</li> <li>- Intensidad es la capacidad de carga eléctrica que pasa por cada sección de un conductor en un segundo</li> </ul>	<b>TIEMPO :</b> 15/30	<b>TECNICA :</b> Lluvia de ideas <b>MATERIAL :</b> Gr. pizarra y cuaderno <b>RECOMENDACIONES :</b> Escribir en el pizarrón a grandes rasgos lo que se entiende como potencia, voltaje, eficiencia

**TESIS CON  
 FALTA DE ORIGEN**

## FASE DE DESARROLLO

<p>1.- Problematicación <span style="float: right;">TIEMPO : 5/40</span></p> <p>¿ Como podemos obtener energía eléctrica con energía mecánica ?</p> <p>¿ Como puedo obtener energía mecánica a través de energía eléctrica ?</p> <p>¿ Para bajar un voltaje de 300 Volt a 120 volt como se puede hacer ?</p>	<p><b>TECNICA:</b> Llave de cables.</p> <p><b>MATERIAL:</b> Cds, borrador y pizarra KIT No. 1</p> <p><b>RECOMENDACIONES:</b> Responder la problematización con la voz clara del alumno</p>
<p>2.- Lectura en clase <span style="float: right;">TIEMPO : 40/80</span></p> <p>Realizar las lecturas de "Generadores y corriente alterna. Comparación entre un motor y un generador y Transformadores. (Anexo. No. 6 )</p> <p>Se solicita al alumno formar equipos de 4 personas donde cada uno de los integrantes leerá un párrafo en voz alta para que todos la sigan con sus respectivas copias.</p> <p>Es necesario que usen las siguientes estrategias de comprensión lectora :</p> <p>Antes : Objetivo de la lectura. Predicción.</p> <p>Durante : Subrayar las ideas principales ( rojo ) Subrayar resumen ( amarillo ).</p> <p>Después : Anotar en el cuaderno las ideas principales. Hacer un cuadro sinóptico de los conceptos más importantes para cada subtítulo</p>	<p><b>TECNICA:</b> Trabajo por equipo</p> <p><b>MATERIAL:</b> Lectura " Generadores y corriente alterna ", " Comparación entre un motor y un generador ", " Transformadores "</p> <p>Libro : Física Conceptual. Autor : Paul G. Hewitt Pag. 618 a 628</p> <p>Cuaderno del alumno, lápiz de color rojo y amarillo</p> <p><b>RECOMENDACIONES:</b> Entregar anticipadamente las copias de las lecturas</p>

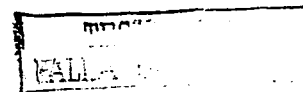
RUTA ALTERNATIVA

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## FASE DE CIERRE

<p>1.- Guía de discusión</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Si suministra a la bobina primaria un voltaje de 100 V, ¿ cuál será el voltaje que produce la bobina secundaria ?</li> <li>- La bobina secundaria se conecta a un reflector cuya resistencia es de 50 ohm. Suponiendo que la respuesta a la pregunta anterior sea 200 V, ¿ cuál será el valor de la corriente del circuito secundario ?</li> <li>- ¿ Cual es la potencia en la bobina secundaria ?</li> <li>- ¿ Cual es la potencia de la bobina primaria ?</li> <li>- ¿ Cual es el valor de la corriente que consume la bobina primaria ?</li> </ul>	<p><b>TECNICA:</b> Trabajo por equipo</p> <p><b>MATERIAL:</b> Productos de la lectura, borrador, gas y pizarra</p> <p><b>RECOMENDACIONES:</b> Motivar el interés por la transformación de la energía.</p>
<p>2.- Recapitulación</p> <p>Se solicita a los equipos que expongan sus cuadros sinópticos por medio de un representante, entonces el profesor va aclarando dudas y retroalimentando los conocimientos conceptuales de motor, generador y transformador puntualizando en donde exista transformación de energía ( motor, generador ), y donde sólo hay un cambio en el voltaje ( transformador ).</p>	<p><b>TIEMPO:</b> 5/95</p> <p><b>TECNICA:</b> Plenario</p> <p><b>MATERIAL:</b> Productos de la lectura, borrador, gas y pizarra.</p> <p><b>RECOMENDACIONES:</b> Motivar el interés por la transformación de la energía.</p>
<p>3.- Actividad extracurricular</p> <p>En esta ocasión su única actividad será estudiar para la próxima clase porque habrá evaluación sumativa.</p>	<p><b>TIEMPO:</b> 5/100</p> <p><b>TECNICA:</b> Exposición</p> <p><b>MATERIAL:</b> Gas, pizarra y borrador</p> <p><b>RECOMENDACIONES:</b> Sugerir a los alumnos estudiar en las noches de su cuaderno</p>

OBSERVACIONES / SUGERENCIAS



# BIBLIOGRAFIA SUGERIDA

TESIS COM  
FACULTAD DE



# capítulo 18

## corrientes eléctricas

Con este capítulo iniciaremos el estudio de la *Electricidad*, es decir, vamos a analizar y a tratar de entender una gran variedad de efectos, muy ligados a nuestra vida diaria. Denominados *fenómenos eléctricos*. En realidad, a cada instante nos relacionamos con hechos de naturaleza eléctrica, y nuestro modo de vida depende mucho de las técnicas y aparatos eléctricos modernos (fig. 18-1).

Desarrollaremos nuestro curso de electricidad en tres etapas, correspondientes a las unidades VIII, IX y X. En la unidad VIII (Capítulos 18, 19 y 20) analizaremos situaciones en las cuales hemos de tratar con cargas eléctricas generalmente en reposo. Por este motivo, este estudio suele recibir el nombre de *Electrostatica*.

En la unidad IX (Capítulos 21 y 22) estudiaremos las cargas eléctricas en movimiento, es decir, las *corrientes eléctricas*, y las

propiedades de los *circuitos eléctricos* por los que circulan dichas corrientes. Esta etapa recibe el nombre de *Electrodinámica*.

En la última etapa (unidad X, Capítulos 23, 24 y 25) haremos un análisis de los fenómenos magnéticos que, como se verá, son



FIGURA 18-1. Nuestra vida moderna depende mucho de los aparatos eléctricos modernos.

TESIS COM  
PARTE A DEL



Tales de Mileto (600-500 a.C.). Filósofo griego conocido por sus teorías cosmológicas basadas en la idea de que el agua es constituyente de toda la materia que se encuentra en un vaso. No es un electricista según se a vida de Tales como su es el conocimiento de su obra. En su tratado se hizo mención a los hechos de Tales en campo de la geometría que aprendió de los egipcios y por lo cual se le acredita a la demostración de cinco teoremas. Aristóteles en sus obras atribuye a Tales a afirmación de que el ámbar y el ámbar tienen la propiedad de atraer a las cosas, es decir, Tales afirmaba que cuando los objetos inanimados tienen vida

producidos por cargas eléctricas en movimiento. Esta parte de la electricidad que estudia las relaciones entre las cargas eléctricas y los fenómenos magnéticos, se denomina *Electromagnetismo*

### 18.1 Electrificación

• **Introducción.** Los primeros descubrimientos de los cuales se tiene noticia en relación con los fenómenos eléctricos, fueron realizados por los griegos en la Antigüedad. El filósofo y matemático Tales, que vivió en la ciudad de Mileto en el siglo V a. C., observó que un trozo de ámbar\*, después de ser

roto con una piel de animal, adquiere la propiedad de atraer cuerpos ligeros (como trozos de paja y pequeñas semillas).

Solo hasta casi 2 000 años más tarde comenzaron a realizarse observaciones sistemáticas y cuidadosas de los fenómenos eléctricos, entre las cuales destacan los trabajos del médico inglés William Gilbert. Este científico observó que algunos otros cuerpos, se comportan como el ámbar al frotarlos, y que la atracción que ejercen se manifiesta sobre cualquier otro cuerpo, aun cuando no sea ligero.



William Gilbert (1544-1603). Nació en Essex, y se convirtió en el científico de mayor renombre en Inglaterra durante el reinado de Isabel I. Aun cuando estudió medicina y se convirtió en un médico de prestigio, su trabajo más importante se transcribe en la obra publicada en 1600, *De Magnete Magnificisque Corporibus et de Magno Magnete Telluris*, es decir, Sobre los imanes y los cuerpos magnéticos en general y el terrestre. El estudio de Gilbert, publicada después de varios años de experimentación, presenta sus teorías acerca de los cuerpos magnéticos y las relaciones eléctricas. Fue el primero que introdujo las relaciones de atracción eléctrica. Su obra eléctrica es de un gran valor. Muchos historiadores consideran a Gilbert como el padre del estudio de la electricidad.

Como la designación griega que corresponde al ámbar es *elektron*, Gilbert comenzó a usar el término "eléctrico" para referirse a todo cuerpo que se comportaba como el ámbar, con lo cual surgieron las expresiones "electricidad", "electrizar", "electrización", etc.

En la actualidad sabemos que todas las sustancias pueden presentar un comportamiento similar al del ámbar, es decir,

pueden electrizarse al ser frotadas con otra sustancia. Por ejemplo una regla de plástico se electriza cuando la frotamos con seda y puede atraer una bolita de "amell" (fig. 18-2a); un peine se electriza cuando se le frota contra el cabello y luego puede atraer a este (fig. 18-2b); o bien, a un hilo de agua (fig. 18-2c), la ropa de nylon (o nylon) también se electriza al friccionarse con nuestro cuerpo, los automóviles en movimiento adquieren electricidad por su rozamiento con el aire, etc.

• **Carga positiva y carga negativa.** Al realizar experimentos con varios cuerpos electrificados, se halla que pueden separarse en dos grupos

1er. grupo. Constituido por los cuerpos cuyo comportamiento es igual al de una barra de vidrio que se frota con seda. Podemos observar que todos los cuerpos electrificados de este conjunto se repelen unos a otros. Decimos que tales cuerpos están *electrificados positivamente*, o bien, que al ser frotados, *adquieren una carga eléctrica positiva* (fig. 18-3).

2o grupo. Constituido por los cuerpos que se comportan como una barra de goma totesita frotada con un trozo de tela de lana. También podemos observar que todos los cuerpos de este grupo se repelen unos a otros, pero atraen a los cuerpos del grupo anterior. Por lo tanto, decimos que los cuer-



FIGURA 18-2. Cuerpos cargados se atraen y se repelen a distancia con otros



FIGURA 18-3. Cargas eléctricas con signo de carga de igual signo se repelen mutuamente.

TESIS CON  
 FALLA DE  
 CONTENIDO

\* El ámbar es un material que proviene de la fosilización de resinas de árboles de madera dura.

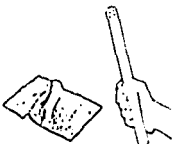
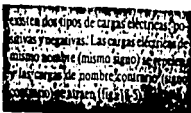


FIGURA 18-4 Cuando frotamos una barra de goma caudex con una tela queda electrizada negativamente

pos de este segundo conjunto se encuentran electrizados negativamente, o bien, que adquieren carga negativa (fig. 18-4) cuando se les frota

Llegamos así a la conclusión siguiente:



• Por que se electrizan un cuerpo. El la noma político y científico norteamericano Benjamin Franklin, después de realizar un gran número de observaciones experimentales, halló que cuando dos cuerpos se frotran entre sí, si uno de ellos se electrizan positivamente, el otro adquiere necesariamente electricidad negativa. Por ejemplo, cuando frotamos con una tela de seda una barra de vidrio, éste adquiere una carga eléctrica positiva, y la tela quedará electrizada negativamente (fig. 18-6)

Al buscar una explicación de este hecho, Franklin formuló la teoría de que los fenómenos eléctricos se producen por la existencia de un "fluido eléctrico" que se encuentra en todos los cuerpos. En un cuerpo no electrizado (cuerpo neutro), dicho fluido existirá en "cantidad normal". Cuando dos cuerpos se frotran entre sí, ocurrirá una transferencia de parte del "fluido eléctrico" de uno hacia el otro. El cuerpo que recibiera más fluido quedaría entonces electrizado positivamente, y el que lo perdiera quedaría electrizado negativamente. De esta manera, conforme a las ideas de Franklin, no habría creación ni

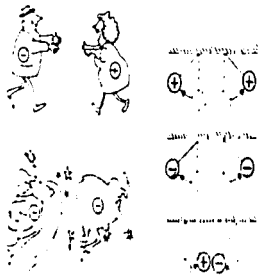


FIGURA 18-5 Las cargas eléctricas con el mismo nombre se repelen y las que tienen electricidad de mismo nombre se repelen

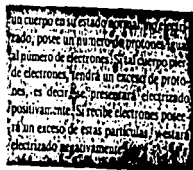


Benjamin Franklin (1706-1790). Uno de los nombres más conocidos y admirados en la segunda mitad del siglo XVIII en Estados Unidos nació en Boston. Franklin tuvo una infancia difícil y a los 12 años se trasladó como aprendiz. Más tarde se convirtió en periodista ante de sus actividades, y en 1748 comenzó a enseñar en la ciencia. Aun cuando se dedicó durante mucho tiempo a estos asuntos, pues más tarde comenzó a preocuparse por asuntos de gobierno y a intervenir de varios asuntos entre ellos y parlamentarios. En su carrera política, Franklin tuvo oportunidad de viajar en la guerra de independencia de las colonias británicas en América. Es más, los dos siglos también inglaterra, convirtiéndose en un héroe nacional.

Como se frotrará, la moderna teoría atómica enseña que toda materia está constituida, básicamente, por las partículas denominadas protones, neutrones y electrones. Los protones poseen carga positiva, los neutrones no tienen carga eléctrica, y los electrones poseen carga negativa

En un cuerpo neutro (no electrizado) el número de protones es igual al de electrones. Cuando frotamos dos cuerpos entre sí hay una transferencia de electrones de un cuerpo hacia otro. El que pierde electrones presenta un exceso de protones, es decir, queda electrizado positivamente. Es obvio que el otro cuerpo quedará electrizado negativamente, y tendrá así, un exceso de electrones

Así pues, podemos destacar que



destrucción de la carga eléctrica, sino únicamente una transferencia de electricidad de un cuerpo hacia otro, es decir, la cantidad total de "fluido eléctrico" permanecerá constante

En la actualidad sabemos que la teoría de Franklin era por lo menos, parcialmente correcta. De acuerdo con los descubrimientos

realizados en este siglo, se sabe que en realidad el proceso de electrización consiste en la transferencia de carga eléctrica entre los cuerpos que se frotran. Pero dicha transferencia no se efectúa mediante el fluido eléctrico que Franklin imaginó, sino por el flujo de electrones de un cuerpo hacia el otro

• Comentarios. El Debemos observar en el proceso de electrización, que el número total de protones y electrones no se altera, y sólo hay una separación de las cargas eléctricas. Por tanto, no hay creación ni destrucción de carga eléctrica, es decir, la carga total se conserva, tal como pensó Franklin

Si como se sabe, los protones y los neutrones se localizan en el núcleo del átomo, y los positrones no se pueden cambiar por la simple fricción de un cuerpo con otro. Por consiguiente solamente se llegan a intercambiar electrones entre los dos cuerpos

TESIS  
FALLA UN



FIGURA 18-6 Cuando una barra de vidrio es frotada con seda, el vidrio adquiere carga positiva y la seda queda electrizada negativamente.

3) La fricción entre los cuerpos es una manera de hacer que se aproximen los suficiente para que los átomos de uno puedan interactuar con los del otro. El átomo que ejerza menor fuerza sobre ellos es el que perderá electrones. De este modo, un mismo

TABLA 18-1

plástico
vidrio
marfil
lana
madera
papel
seda
alambre

cuerpo podrá electrizarse positiva o negativamente, dependiendo del cuerpo con el cual se frote. Por ejemplo, la seda, que al ser frotada con vidrio adquiere carga negativa (porque retira electrones de éste), cuando se frotiona con caucho lo hules adquiere carga positiva (lo véa, véde electrones a este último material).

A título de curiosidad presentamos en la tabla 18-1 algunas sustancias, ordenadas de modo que cualquiera de ellas adquiere carga positiva cuando es frotada con las sustancias que la siguen, y adquiere carga negativa cuando es frotada con las que la preceden.

**EJERCICIOS**

Antes de pasar al estudio de la próxima sección, resuelva las cuestiones siguientes, consultando el texto siempre que sea necesario.

1. Dos hojas de un mismo tipo de papel son frotadas entre sí. ¿Quedarán electrizadas? ¿ Si frotamos dos barras hechas de un mismo tipo de plástico? Explique.
2. Considerando la figura 18-4 responda:
  - a) ¿El trozo de lana quedó electrizado?
  - b) ¿Cuál es el signo de la carga en la seda de lana?
  - c) ¿Cuál de los dos cuerpos recibió electrones?

- a) ¿Cuál de los dos cuerpos quedó con exceso de protones?
3. En el proceso de electrización que se muestra en la figura 18-6 el número de electrones en exceso en la seda (cantidad de carga en exceso) es mayor, menor o igual al número de protones en exceso en el vidrio (cantidad de carga en el vidrio)?
4. Un pedazo de marfil se frotó con una barra de papel:
  - a) ¿Cuál será el signo de la carga eléctrica que adquiere cada uno de los cuerpos al estar frotados?

bi, ¿Cuál de ellos perdió electrones?

5. Una barra de "pieleglas" es frotada con un pedazo de lana, y a un trozo de azul se le frotó con una hoja de papel. Consultando la

tabla 18-1, diga si la barra de "pieleglas" atraerá o repelerá

a) a la hoja de papel  
b) al trozo de azul.

**18-2 Conductores y aislantes**

• Que es un conductor de electricidad. Como ya dijimos en la sección anterior, los cuerpos están constituidos por átomos, y éstos poseen partículas eléctricas (protones y electrones). Cuando varios átomos se reúnen para formar ciertos sólidos — como, por ejemplo, los metales — los electrones de las orbitas más lejanas no permanecen unidos a sus respectivos átomos y adquieren libertad de movimiento en el interior del sólido. Estas partículas se denominan *electrones libres* (fig. 18-7). Por tanto, en materiales que poseen electrones libres es posible que la carga eléctrica sea transportada por medio de ellos, y por lo tanto, decimos que estas sustancias son *conductores eléctricos*. Por ejemplo, si unimos los polos de un acumulador de automovil por medio de un alambre de cobre (fig. 18-8), los electrones libres del metal se ponen en movimiento, desplazándose de un polo hacia el otro. Así pues, las cargas eléctricas están desplazándose a través del hilo metálico, constituyendo así una corriente eléctrica que estudiaremos más tarde.

Entonces, en resumen,

Las sustancias que, como los metales, poseen electrones libres en su interior, permiten el desplazamiento de carga eléctrica a través de ellas, por lo cual se denominan **conductores eléctricos**.

• Que es un dieléctrico. Al contrario de los conductores eléctricos, existen materiales

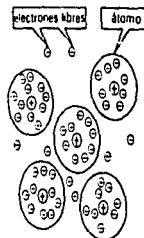


FIGURA 18-7. En los metales, los electrones de las orbitas externas no permanecen unidos a los átomos y se denominan electrones libres.

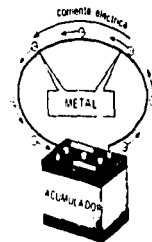


FIGURA 18-8. Cuando se cierra el circuito, los electrones libres del metal constituyen una corriente eléctrica que fluye a través del hilo metálico.

TAREA PARA HAY QUE HACERLA



## Fuerzas y cargas eléctricas

Estás familiarizado con la fuerza gravitacional. Esta fuerza te atrae hacia la Tierra y la llamas peso. Ahora considera una fuerza que se ejerce sobre ti y que es miles de millones de veces más intensa. Una fuerza así te comprimiría hasta convertirte en una mancha tan gruesa como una hoja de papel. Pero supón que, además de esta enorme fuerza, se ejerciese sobre ti una fuerza de repulsión que también fuese miles de millones de veces más intensa que la gravedad. Estas dos fuerzas se anularían una a otra y no producirían sobre ti ningún efecto observable. Da la casualidad de que existe, en efecto, un par de tales fuerzas que se ejercen sobre ti todo el tiempo: las fuerzas eléctricas.

Las fuerzas eléctricas provienen de las partículas del interior de los átomos. En el sencillo modelo atómico propuesto a principios de este siglo por Ernest Rutherford y Niels Bohr, el átomo consiste en un núcleo de carga positiva rodeado de electrones (figura 32-2). Los protones del núcleo atraen a los electrones y los mantienen en órbita del mismo modo que el Sol mantiene en órbita a los planetas. Los protones atraen a los electrones, pero éstos se repelen unos a otros. Este comportamiento de atracción y repulsión se atribuye a una propiedad llamada carga.\* Por convención (o sea, por acuerdo general), decimos que los electrones tienen carga negativa y que los protones tienen carga positiva. Los neutrones no tienen carga y las partículas cargadas no los atraen ni los repelen.

Estos son algunos hechos importantes acerca de los átomos:

1. Todo átomo tiene un núcleo de carga positiva que está rodeado de electrones de carga negativa.
2. Todos los electrones son idénticos; es decir, todos tienen la misma masa y la misma cantidad de carga negativa.

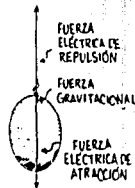


Figura 32-1. Las inmensas fuerzas eléctricas de atracción y repulsión que se ejercen entre las cargas de la Tierra y las de tu cuerpo se equilibran, dejando a la fuerza de gravedad relativamente débil, que únicamente se atrae. Por lo tanto tu peso se debe solo a la gravedad.

La electricidad, en una u otra forma, subyace a casi todo lo que te rodea. Se encuentra en los relámpagos, se encuentra en la chispa que salta bajo tus pies cuando caminas arrastrándolos sobre una alfombra, y la electricidad es lo que mantiene unidos a los átomos para formar moléculas. Nuestro dominio de la electricidad se hace patente en varias clases de dispositivos tecnológicos, desde las bombillas hasta los computadores. En esta era tecnológica es importante saber cómo podemos manipular los fundamentos de la electricidad a fin de proporcionar a las personas un bienestar inimaginable hasta fechas recientes.

Este capítulo trata de la electrostática, o sea, de la electricidad en reposo. La electrostática tiene que ver con cargas eléctricas, las fuerzas que se ejercen entre ellas y su comportamiento en el interior de los materiales. El capítulo siguiente trata del aura que rodea a las cargas eléctricas: el campo eléctrico. En los capítulos 34 y 35 se estudian las cargas eléctricas en movimiento, es decir, las corrientes eléctricas, los voltajes que las producen, y las formas en que podemos controlarlas. Finalmente, en los capítulos 36 y 37 estudiaremos la relación entre las corrientes eléctricas y el magnetismo y la manera en que podemos controlar la electricidad y el magnetismo para operar motores y otros aparatos eléctricos.

Para entender la electricidad es preciso avanzar gradualmente y a su vez sucesivamente. Así que, por favor, estudia este material con especial cuidado. A estas alturas es buena idea poner un mayor énfasis en el curso de laboratorio, pues es mejor hacer física que solo estudiarla. Si te preocupas, la física de la electrostática y del magnetismo puede resultarte difícil, confusa y frustrante. Pero con un esfuerzo esmerado puede resultarte comprensible y provechosa.

\* Aunque los neutrones no atraen al núcleo por efectos de la atracción de los protones, los neutrones no caen al núcleo por la misma razón que la Tierra no cae al Sol por efecto de la fuerza gravitacional. (O sea, porque están en movimiento a pasos de largo del núcleo, rodeados por una nube gruesa de los atraídos en los protones. Esta razón explica cómo es posible que los neutrones se muevan como pequeños esferulones para entrar la estabilidad eléctrica del átomo, a su vez estudiados física te resultará una explicación distinta. Aprenderás a considerar el electrón como una onda en vez de como un partícula en reposo. Este es el dominio de la física cuántica, que estudiaremos más adelante en el capítulo 38.)

Por que los protones del núcleo no se repelen unos a otros, no están unidos en el núcleo como tal. Que es lo que hace que el núcleo no se desintegre. La respuesta es que los protones se atraen entre sí y que los neutrones se atraen entre sí y entre los protones, por lo tanto se equilibra con la fuerza de las fuerzas nucleares que estabilizan el núcleo. (Se trata de las fuerzas nucleares que estudiaremos en el capítulo 38.)

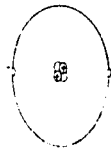


Figura 32-2. Modelo de un átomo de helio. El núcleo de helio se compone de dos protones y dos neutrones. Los protones de carga positiva atraen a los electrones de carga negativa.

TESIS CON  
 FALTA DE ENTENDIMIENTO

- El núcleo se compone de protones y neutrones (La única excepción es la forma más común de hidrógeno, que no tiene neutrones.) Todos los protones son idénticos; análogamente, todos los neutrones lo son. El protón tiene una masa igual a casi 2000 veces la masa del electrón, pero su carga positiva es de la misma magnitud que la carga negativa del electrón. El neutrón tiene una masa ligeramente superior a la del protón y no tiene carga.
- En general, los átomos tienen tantos electrones como protones, por lo que su carga neta es cero.

Nadie sabe por qué los electrones se repelen entre sí, mientras los protones los atraen. En estas condiciones decimos simplemente que así es la naturaleza y como no poseemos una comprensión más profunda del fenómeno decimos que es fundamental o básico. La regla fundamental que subyace a todo fenómeno eléctrico es la siguiente:

Las cargas del mismo signo se repelen, las cargas de signos contrarios se atraen.

El viejo dicho según el cual los contrarios se atraen, que generalmente se aplica a las personas, se puso en voga por primera vez merced a los conferenciantes públicos que viajaban de un lado a otro a caballo o en la diligencia, divirtiendo a la gente por medio de demostraciones de las maravillas científicas de la electricidad. Una parte importante de tales demostraciones consistía en cargar y descargar bolitas de médula vegetal. La médula es un tejido vegetal ligero y esponjoso que se asemeja al poliestireno, y las bolitas se cubrían con pintura de aluminio para que sus superficies condujeran la electricidad. Suspendidas de hilos de seda, las bolitas eran atraídas por una barra de goma frotada con piel de gato, pero cuando entraban en contacto la fuerza de atracción se convertía en una fuerza de repulsión. A partir de ese momento la barra de goma se pegaba a la bolita, que ahora experimentaba una atracción hacia una barra de vidrio frotada con seda. Dos bolitas cargadas de distinta manera presentaban tanto fuerzas de atracción como fuerzas de repulsión (figura 32-3). El conferencista señalaba que la naturaleza nos daba dos tipos de carga, tal y como existían dos sexos distintos.

### Conservación de la carga

Los electrones y los protones poseen carga eléctrica. En un átomo neutro hay tantos electrones como protones, por lo que la carga neta es cero. La carga positiva total equilibra exactamente la carga negativa total. Si le quitamos un electrón a un átomo, éste deja de ser neutro. El átomo tiene una carga positiva de más un protón

### 32.2 Conservación de la carga

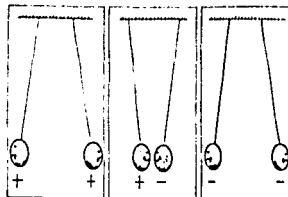


Figura 32-3. Las cargas similares se repelen y la opuestas se atraen.

► Preguntas

1. ¿Tras la complejidad de los fenómenos eléctricos hay una regla fundamental de la cual derivan casi todos los demás efectos? ¿Cuál es esta regla fundamental?
2. ¿En qué difiere la carga de un electrón de la de un protón?

respecto a la carga negativa (los electrones), y decimos que está cargado positivamente.

Un átomo cargado se conoce como ion. Un ion positivo tiene carga positiva, pues ha perdido uno o más electrones. Un ion negativo tiene carga negativa, pues ha adquirido uno o más electrones adicionales.

La materia está compuesta de átomos y los átomos están compuestos de electrones y protones (y también de neutrones). Un objeto que tiene el mismo número de electrones que de protones no tiene carga eléctrica total. Pero si los números no están equilibrados, el objeto está eléctricamente cargado. El desequilibrio se debe a que el objeto ha adquirido o perdido electrones.

Aunque los electrones internos de un átomo están fuertemente unidos al núcleo, de carga contraria, los electrones externos de muchos átomos están unidos más débilmente y es fácil extraerlos. La fuerza necesaria para extraer un electrón de un átomo varía de una sustancia a otra. Por ejemplo, los átomos del caucho están unidos con más firmeza que los del pelaje de un animal. Por lo tanto, cuando frotamos una barra de caucho con un trozo de piel hay una transferencia de electrones de la piel a la barra. El caucho tiene

#### ► Respuestas

1. Las cargas del mismo signo se repelen, las cargas de signos contrarios se atraen.
2. La carga del electrón tiene la misma magnitud, pero el signo contrario.

PREGUNTAS  
 PARA  
 RESOLVER  
 CON  
 SOLUCIONES



SÓLO ATRACCIÓN  
 PRODUCCIÓN DE LAS MASAS  

$$F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$$
 VALOR PEQUEÑO

ATRACCIÓN O REPULSIÓN  
 PRODUCCIÓN DE LAS CARGAS  

$$F = k \frac{q_1 q_2}{d^2}$$
 VALOR GRANDE

AMBAS SON LEYES DEL INVERSO DEL CUADRADO

Figura 32-3 Comparación entre la ley de la gravitación de Newton y la ley de Coulomb.

alrededor de  $10^{40}$  veces el peso de un grano de guisante. Es obvio que no existen tales cantidades de carga en nuestro entorno cotidiano.

Así pues, la ley de la gravitación de Newton para dos masas es similar a la ley de Coulomb para dos cargas eléctricas.<sup>4</sup> Mientras que la fuerza de atracción gravitacional entre dos masas de un kilogramo es en extremo pequeña, la fuerza eléctrica entre dos cargas de un coulomb es extremadamente grande. La mayor diferencia entre la fuerza de gravitación y la fuerza eléctrica es que la gravitación solo es atractiva, mientras que la fuerza eléctrica puede ser atractiva o repulsiva.

Debido a que la mayoría de los objetos poseen el mismo número de electrones que de protones, las fuerzas eléctricas se cancelan usualmente. Por ejemplo, toda fuerza eléctrica entre la Tierra y la Luna se cancela. De esta forma, la fuerza de gravedad, mucho más débil y solo atractiva, se convierte en la fuerza predominante entre los cuerpos astronómicos.

Si bien las fuerzas eléctricas se cancelan en el caso de los cuerpos astronómicos y de los objetos cotidianos, esto no siempre ocurre a nivel atómico. Los electrones de un átomo pueden a veces encontrarse más cerca de los protones de un átomo vecino que de sus electrones. Entonces la fuerza de atracción que se ejerce entre estas partículas cargadas es mayor que la fuerza de repulsión. Si la atracción total es lo bastante intensa, los átomos pueden unirse para formar moléculas. Las fuerzas químicas de enlace que unen a los átomos en moléculas son fuerzas eléctricas que se ejercen en pequeñas regiones en las que el equilibrio entre las fuerzas de atracción y de

<sup>4</sup> La similitud entre estas dos fuerzas hace que se pensara a veces incluso que las cargas eléctricas se atraían mutuamente con la misma fuerza. Alentó la creencia el uso de estas leyes. En primer paso, la ley de la atracción gravitacional es mucho más débil que la fuerza eléctrica. En segundo paso, se sabe que la fuerza eléctrica es mucho más débil que la fuerza de atracción gravitacional. En tercer paso, se sabe que la fuerza eléctrica es mucho más débil que la fuerza de atracción gravitacional.

#### ► Preguntas

1. ¿Cuál es el significado más importante del hecho de que la constante  $G$  de la ley de la gravitación universal de Newton sea pequeña y la constante  $k$  de la ley de Coulomb sea grande?
2. a. Si un electrón ubicado a cierta distancia de una partícula cargada experimenta una fuerza de atracción de cierta magnitud, ¿cómo será la magnitud de la fuerza respecto a este valor si duplicamos la distancia?  
b. ¿La partícula cargada en este caso es positiva o negativa?

repulsión es imperfecto. Resulta sensato que una persona que pretende estudiar química sepa algo de electricidad.

**Ejemplo 32-3**

El átomo de hidrógeno es el que posee la estructura más simple. Su núcleo es un protón (masa  $1.7 \times 10^{-27}$  kg), alrededor del cual gira un solo electrón (masa  $9.11 \times 10^{-31}$  kg) a una distancia promedio de  $5.3 \times 10^{-11}$  m. Compara la fuerza eléctrica y la fuerza gravitacional que se ejercen entre el protón y el electrón de un átomo de hidrógeno.

Para despejar la fuerza eléctrica basta sustituir los valores adecuados en la ley de Coulomb. (continúa)

#### ► Respuestas

1. El reducido valor de  $G$  indica que la gravedad es una fuerza débil. El gran valor de  $k$  indica que la fuerza eléctrica es enorme en comparación con la fuerza de gravedad.
2. a. De acuerdo con la ley del inverso del cuadrado, si duplicamos la distancia la fuerza se reduce a un cuarto de su valor original.  
b. Puesto que la fuerza es de atracción, las cargas deben ser de signos contrarios así que la partícula cargada es positiva.



TESIS COM  
FALLA DE CUBIEN

26. Enuncie la Ley de Boyle y escriba su expresión matemática. (Sección 10)
27. Mediante un ejemplo práctico diga cómo demostraría experimentalmente la Ley de Boyle. (Sección 10)
28. Escriba la Ley de Charles y su expresión matemática. (Sección 10)
29. Enuncie la Ley de Gay Lussac y escriba su expresión matemática. (Sección 10)
30. Mediante un ejemplo práctico diga cómo demostraría experimentalmente la Ley de Gay Lussac. (Sección 10)
31. Explique cuál es la Ley General del Estado Gaseoso y qué aplicación práctica tiene. Escriba su expresión matemática. (Sección 10)
32. Explique cuáles es la constante universal de los gases, cómo se encuentra su valor y por qué es importante en el estudio de la fisicoquímica. (Sección 10)
33. Defina el concepto de termodinámica. (Sección 11)
34. Mencione qué se entiende por sistema termodinámico, y a qué se les llama pa redes diatérmicas y paredes adiabáticas. (Sección 11)
35. Explique qué es un proceso termodinámico adiabático y uno no adiabático. (Sección 11)
36. Explique cuándo existirá equilibrio termodinámico entre dos sistemas. (Sección 11)
37. Mencione el concepto de punto triple de una sustancia. (Sección 11)
38. Describa el concepto de energía interna de un sistema. (Sección 11)
39. Enuncie la Ley Cero de la Termodinámica. (Sección 11)
40. Explique en qué consiste el principio llamado equivalente mecánico del calor. (Sección 11)
41. Diga cuándo se realiza trabajo termodinámico por los alrededores sobre el sistema y cuándo el sistema realiza trabajo sobre los alrededores. (Sección 11)
42. Mencione la Primera Ley de la Termodinámica y expónala matemáticamente. (Sección 11)
43. Expresé los dos enunciados principales que definen a la Segunda Ley de la Termodinámica. (Sección 11)
44. Comente qué se entiende por muerte térmica del Universo. (Sección 11)
45. Exponga el concepto de entropía y enuncie la Tercera Ley de la Termodinámica. (Sección 11)
46. Indique qué es una máquina térmica y cuál es el principio básico de cualquier clase de máquina térmica. (Sección 11)
47. Defina el concepto de eficiencia termodinámica y explique por qué nunca podrá ser del 100%. (Sección 11)
48. Cite tres fuentes de energía térmica y cuáles son las ventajas que presenta el uso de cada una de ellas. (Sección 11)
49. Explique qué se entiende por degradación de la energía. (Sección 11)

# 12

## ELECTRICIDAD

¿Ha pensado alguna vez en los cambios que habría en nuestra manera de vivir si por un largo periodo no tuviéramos energía eléctrica? En ocasiones, de seguro le habrá ocurrido lo siguiente: al querer encender el interruptor de algún aparato eléctrico, como la televisión, la radio, la licuadora, la plancha, la lavadora o cualquier otro electrodoméstico, con sorpresa y disgusto descubre que el suministro de energía eléctrica está suspendido; sin embargo, después de un tiempo breve vemos con satisfacción su restablecimiento. Pero ¿qué sucede cuando pasan horas, e incluso días, y el suministro de energía eléctrica sigue interrumpido? Seguramente concordará en que gran parte de las comodidades actuales se deben al empleo de la energía eléctrica. Gracias a ella es posible el funcionamiento de dispositivos, máquinas y equipos cuyo empleo le ha permitido al hombre un amplio estudio sobre los fenómenos naturales y sociales, los cuales influyen en el comportamiento y bienestar humanos.

La electricidad es una manifestación de la energía, y para su estudio se ha dividido en varias partes:

- a) Electrostática, estudia las cargas eléctricas en reposo
- b) Electrodinámica, estudia las cargas eléctricas en movimiento
- c) Electromagnetismo, estudia la relación entre las corrientes eléctricas y el campo magnético.

En esta unidad estudiaremos la electrostática, y comprenderemos por qué un cuerpo tiene carga eléctrica cuando gana o pierde electrones. Mediante la Ley de Coulomb sabremos que la fuerza eléctrica de atracción o de repulsión entre dos cargas puntuales es directamente proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia existente entre ellas. Veremos que una carga eléctrica siempre está rodeada por un campo eléctrico y calcularemos su intensidad. En la parte correspondiente a electrodinámica se explicará que la corriente eléctrica es un movimiento o flujo de electrones a través de un conductor. Se analizarán los conceptos de voltaje, resistencia e intensidad de corriente, y los relacionaremos por medio de la Ley de Ohm la cual enuncia la intensidad de la corriente eléctrica que pasa por un conductor en un circuito es directamente proporcional a la diferencia de potencial aplicado a sus extremos e inversamente proporcional a la resistencia del conductor.

De donde:  $I = \frac{V}{R}$ . Analizaremos circuitos en serie, paralelos y mixtos. Finalmente estudiaremos las leyes de Kirchhoff y resolveremos problemas de capacitores o condensadores eléctricos conectados en serie y paralelo.

## ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA ELECTRICIDAD

La palabra electricidad proviene del vocablo griego *electron* que significa ámbar. El ámbar es una resina fósil que se forma al ser amolido por la acción de la erosión y que produce electricidad al ser frotado con la piel humana.

Los primeros fenómenos eléctricos fueron descritos por el matemático griego Tales de Mileto quien vivió aproximadamente en el año 600 a.C. Él se daba cuenta que al frotar el ámbar con la piel de un animal atraía pequeños objetos que quedaban suspendidos a su lado.

El físico alemán Otto von Guericke (1692-1696) construyó el primer aparato eléctrico. Consistió en un globo de ámbar que se frotaba en el frotamiento de un tubo de azufre que al girar hacía chocar las cargas. El holandés Pieter Van Musschenbroek (1731-1781) descubrió el fenómeno de la atracción de la electricidad. Leyden figura 12-11 la cual es un condensador experimental construido por una botella de vidrio que actúa como las placas conductoras. Tiene dos armaduras conductoras que forman un sistema que se cargan entre sí a una tensión de varios miles de voltios propiamente hablando para atraer un tapon de corcho. La botella de Leyden se carga al frotar una de sus armaduras y aplicar la otra al conductor de una máquina eléctrica. Si una de sus armaduras después se toca con un conductor, se produce una chispa que desaparece para volver a la botella.



Fig. 10. Botella de Leyden.

El físico francés Benjamin Franklin (1766-1790) observó que cuando un rayo de trueno golpea un objeto metálico en punta atrae los rayos por él. Él mismo se expuso a la electricidad atmosférica al sostener un conductor de cobre con carga positiva en la mano y un bastoncillo de cera con carga negativa en la punta. Entre otros, se descubrieron las propiedades. Estos fenómenos se producen debido al llamado efecto de punta (figura 12-2).



Fig. 12. Efecto de punta. Cuando un conductor eléctrico se aproxima a los objetos vivos se atraen en su superficie.

Benjamin Franklin propuso aplicar las propiedades antes descritas en la protección de edificios, es decir, la construcción de rayos por él. Un pararrayos es una larga barra metálica terminada en punta que se coloca en la parte más alta de los edificios y, por medio de un cable de cobre, se conecta a una plancha metálica enterrada en el suelo húmedo.

Charles Coulomb, científico francés (1736-1806) estudió las leyes de atracción y repulsión eléctrica. En 1777 inventó la balanza de torsión para medir la fuerza de atracción o de repulsión por medio del resorte torsivo de un hilo de seda. Para ello colocó una pequeña esfera con carga eléctrica a diferentes distancias de otras, también con carga, suspendidas en la fuerza de atracción o repulsión de las esferas.

El físico italiano Alessandro Volta (1745-1827) también contribuyó notablemente al estudio de la electricidad. En 1775 inventó un elemento eléctrico que se generó al ser colocado en contacto con



Fig. 13. Al inventar la pila, el científico italiano Alessandro Volta descubrió el fenómeno de la pila. Se trata de un dispositivo que genera corriente eléctrica a partir de la reacción química que se produce entre dos metales diferentes.

ellos. En 1800 explicó por qué se produce electricidad cuando dos cuerpos metálicos diferentes se ponen en contacto. Aplicó su descubrimiento en la elaboración de la pila para alimentar la máquina, para ello, combinó dos metales distintos con un líquido que servía de conductor.

Fue Georg Ohm, físico alemán (1789-1854) quien describió la resistencia eléctrica de los conductores, y en 1827 estableció la Ley Fundamental de las Corrientes Eléctricas al encontrar la relación de una resistencia en la resistencia de un conductor. La diferencia de potencial en la intensidad de corriente eléctrica.

Por su parte, Michael Faraday (1791-1867), descubrió cómo producir un campo para generar una corriente eléctrica en una espiral de hierro. Propuso la teoría sobre la magnetización por influencia, al señalar que una corriente eléctrica produce un campo magnético para las acciones eléctricas. A partir del descubrimiento de la inducción electromagnética, Faraday logró inventar el primer motor.

El físico inglés James Joule (1818-1889) descubrió la ley de conservación de la energía.

En 1821 descubrió el fenómeno de la inducción. Encontró que el calor producido por una corriente eléctrica al circular a través de un conductor en un campo magnético se resiste al ser trasladado de la intensidad de la corriente y al tiempo que pasa que en pasar.

Otros investigadores han contribuido al desarrollo de la electricidad. Entre ellos figuran el italiano Matteo Giuseppe Faraday (1791-1867), el científico francés André Marie Ampère (1775-1836) quien descubrió la fuerza de atracción y repulsión entre los conductores, James Maxwell (1831-1879) quien descubrió la Ley Fundamental de las corrientes eléctricas generadas por un campo magnético, el japonés Nikola Tesla (1856-1943) inventor del motor asincrónico y el fundador de las corrientes polifásicas, y el inglés Sir Steph. D. Thomson (1826-1907) quien descubrió la resistencia eléctrica de los metales.

En los últimos tiempos el estudio de la electricidad ha alcanzado un desarrollo porque se han comprendido sus unidades sobre otras clases de energía, por ejemplo, puede transformarse con la facilidad que se transporta de manera sencilla y a grandes distancias a través de líneas aéreas no conductoras. También puede almacenarse en forma de corrientes más potentes para utilizarlas en otros fenómenos eléctricos, o bien en pequeñas corrientes a fin de hacer funcionar dispositivos electrónicos.

En la actualidad los países desarrollados emplean energía eléctrica para producir energía eléctrica. Con esta energía se genera electricidad a través de las centrales hidroeléctricas, las cuales convierten la fuerza de un río o un flujo de agua en energía eléctrica. Se usan también las centrales nucleares que usan como combustible el uranio enriquecido como materia prima de energía producida, en vez de quemarse para obtener energía eléctrica. Aunque hoy en día los países desarrollados usan energía eléctrica sus distancias, es necesario que la transferencia de potencia consuma más energía en cables, por lo que se requieren conductores de aluminio en las líneas de transmisión y el uso de los aisladores.

## CARGA ELÉCTRICA

En la materia es de un cuerpo físico de donde se compone de átomos y éstos a su vez están constituidos como los electrones, protones y neu-

trones. Los electrones y los protones tienen una propiedad llamada carga eléctrica.

Los neutrones son más pesados que los protones de carga positiva. Los electrones poseen una carga negativa, mientras los protones la tienen positiva.

El átomo está constituido por un núcleo en el se encuentran los protones y los neutrones, y a su alrededor giran los electrones. Un átomo normal es neutro, es decir tiene el mismo número de protones o cargas positivas y de electrones o cargas negativas. Sin embargo, un átomo puede ganar o perder electrones, como cuando se frotan los materiales o cuando se cargan por inducción. En estos casos, el átomo adquiere una carga positiva o negativa. Por tanto, la carga de un electrón es igual a la de un protón.

El frotamiento es una manera sencilla de cargar eléctricamente un cuerpo. Por ejemplo, cuando el cabello se peina con vapor, pierde algunos electrones, adquiriendo entonces carga positiva, mientras tanto el peine gana dichos electrones y surge carga negativa (ver figura 12.4). Es decir, cuando un objeto se electrizó por fricción la carga no se crea, pues siempre ha estado ahí, se simplemente mueve de un material a otro cuerpo o entre sí. Esta observación permite comprender la Ley de la Con-

servación de la Carga que dice: es imposible producir o destruir una carga positiva sin producir al mismo tiempo una carga negativa de idéntica magnitud, por tanto, la carga eléctrica total del Universo es una constante como primer principio de conservación.



Fig. 12.4 Un hombre que peina el cabello los gana al pelo. Por tanto, la carga eléctrica no se crea ni se destruye.

na de electrones se frota con el tipo de lana, va atraída hacia la esfera a la izquierda, la cual es atraída por la barra, pero al acercarse de nuevo la esfera es rechazada. Por tanto, se concluye que la elec-

ción de la barra de vidrio es diferente a la de plástico. La primera recibe el nombre de electrización positiva y la segunda, electrización negativa.

### FORMAS DE ELECTRIZAR A LOS CUERPOS

Los cuerpos se electrizan por fricción o por inducción. Si un cuerpo posee carga positiva, esto no significa exceso de protones, pues no tienen facultad de movimiento como los electrones. Por tanto, debemos entender que la carga de un cuerpo es positiva si puede atraer y repeler. Cuando se frotan los cuerpos se electrizan por

fricción. Los cuerpos de los átomos, cuando la superficie es más áspera tiene el lado negativo. Como la superficie más lisa del papel está más cerca a la barra que la superficie rugosa, la fuerza de repulsión es menor a la de atracción y la barra atraiga al lado del papel de papel.

#### Frotamiento

Los cuerpos electrizados por frotamiento producen pequeñas chispas eléctricas, como sucede cuando después de caminar por alfombra se toca un objeto metálico o a otra persona, o bien, al quitar se el suéter o un traje de lana. Si el suéter es oscuro las chispas se ven además de oscuras. Estas chispas se presentan en climas secos o cuando el aire está seco, ya que las cargas electrostáticas se escapan si el aire está húmedo.

#### Inducción

Este fenómeno de electrización se realiza cuando un cuerpo cargado de electrones se pone cercano a otro cuerpo que al estar cerca se carga. Pero un cuerpo cargado de electrones, o con carga positiva se una con otro atrayendo parte de los electrones de dicho cuerpo.

#### Inducción

Esta forma de electrización se presenta cuando un cuerpo se carga por fricción y se acerca a otro cuerpo electrizado. En la figura 12.5 una barra de plástico cargada se acerca un trozo de papel electrizado debido al descargado, a medida que la barra se aproxima, repelen los electrones del papel hasta en la parte más amplia de átomo. Así pues, la carga superficial del papel más próxima a la barra cargada



Fig. 12.5 El trozo de papel se atrae por la barra.

El trozo de papel considerado como un todo es eléctricamente neutro, así como cada uno de sus átomos, pero las cargas se han redistribuido, aun que no hubo contacto entre el papel y la barra, la superficie del papel se cargó a distancia, esto es por inducción. Cuando la barra es retirada se atrae el papel y repelen las cargas. También puede decirse que la barra atraiga al conjunto de átomos, pero no atraiga a la barra, como decimos se atrae solamente a los electrones que se encuentran en la parte más próxima a la barra y es repulsión por repelen la misma carga.

### INTERACCION ENTRE CARGAS DE IGUAL O DIFERENTE SIGNO

Un principio fundamental de la electricidad es la siguiente: cargas del mismo signo se repelen y las de signo contrario se atraen. Este principio puede demostrarse fácilmente mediante el empleo de un aparato sencillo (figura 12.5) que consiste en una estufa de vidrio de sauro sustituido por un soporte con un hilo de seda adentro, también se necesita una barra de vidrio, una de elemento material plástico de rauchol endurecido con azúcar, una tira de seda y un trozo de lana. Se prepara como sigue: la barra de vidrio se frota con la tira de seda, y se electrizada, se acerca a la estufa, ésta se atraída por la barra hasta el momento de entrar en contacto con ella, después de lo cual es rechazada porque se ha electrizado. Ahora la ba-

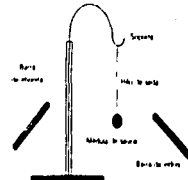


Fig. 12.5 Fuerzas eléctricas.

## ELECTROSCOPIO Y JAULA DE FARADAY

El electroscopio es un aparato que sirve para detectar la existencia de cargas eléctricas. Consiste de un depósito de vidrio y un lápiz a su vez alivianado por una varilla metálica rematada en su parte superior por una esfera también metálica; en su parte inferior tiene dos laminitas, las cuales pueden ser de oro, aluminio o de cualquier otro metal ligero (Fig. 12). Si se acerca a la esfera un cuerpo con carga positiva o sea laminitas se cargan por inducción y si que dos cuerpos con cargas de signos opuestos chocan, se separan una de otra. Para conocer el signo de la electricidad de un cuerpo primero se acerca al electroscopio con cargas de signo conocido; entonces se acerca a la esfera el cuerpo del cual se quiere identificar el signo de la carga y si está en igual, las laminitas se separan aun más pero se juntan si son de signo contrario.

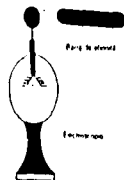


Fig. 12 Cuando la esfera se acerca con carga negativa se atrae el electroscopio; al inducirse carga positiva en la esfera, como se carga negativa en las laminitas, las cuales se atraen por tener signos de signos opuestos.

## MATERIALES CONDUCTORES Y AISLANTES

Los cuerpos materiales se dividen en conductores y aislantes que se diferencian en sus propiedades eléctricas, como se verá en el capítulo siguiente. Engran

El físico inglés Michael Faraday demostró que en un cuerpo electrizado las cargas siempre se acumulan en su superficie. Por tanto, en un conducto hueco cualquier carga que se introdujera en su interior se atraería hacia la superficie exterior del cuerpo. En un sistema de un cuerpo hueco, la carga eléctrica se acumula en la superficie exterior. La caja puede tener una superficie continua o estar constituida por una malla metálica.



Fig. 13 Jaula de Faraday. Una persona encerrada en una malla metálica no corre peligro porque toda la carga inducida se acumula en la superficie exterior de la jaula.

Cuando se desea descargar un cuerpo, sólo se requiere ponerlo en contacto con el suelo, o, como se dice comúnmente, tierra. Para hacerlo puede utilizarse un alambre o tocar con la mano al cuerpo cargado; para que a través del cuerpo las cargas pasen al suelo. Si un cuerpo con carga negativa parece atraer las flechas que se mueven hacia el suelo, pero la flecha cargada positiva atrae electrones del suelo y se neutraliza.

Los materiales aislantes o malos conductores de electricidad (también denominados dieléctricos) son los que no conducen la electricidad. Los materiales

no son un cuerpo cargado se atraen en la parte frontal.

En general, los materiales son aislantes y sólo se cargan por fricción y separación con los materiales conductores con carga. Sin embargo, los conductores con el suelo por medio de algún cuerpo. Los materiales son conductores si se atraen por fricción sólo cuando no están sujetos por la mano y se mantienen apartados del suelo por medio de un cuerpo aislante.

Algunos ejemplos de materiales que atraen son la madera, el plástico, el vidrio, los metales y los metales. La presencia de la tierra y del Co

mo conductores siempre se atraen en la parte frontal de la esfera. Cuando se acerca a la esfera un cuerpo con carga positiva o sea laminitas se cargan por inducción y si que dos cuerpos con cargas de signos opuestos chocan, se separan una de otra. Para conocer el signo de la electricidad de un cuerpo primero se acerca al electroscopio con cargas de signo conocido; entonces se acerca a la esfera el cuerpo del cual se quiere identificar el signo de la carga y si está en igual, las laminitas se separan aun más pero se juntan si son de signo contrario.

## UNIDADES DE CARGA ELÉCTRICA

Como ya sabemos, un cuerpo tiene carga negativa si posee exceso de electrones y carga positiva si tiene deficiencia de ellos. Para medir esta unidad elemental para medir carga eléctrica es el electrón, pero como es una unidad muy pequeña se utilizan unidades prácticas de acuerdo con el sistema de unidades empleado.

En el Sistema Internacional (SI) se utiliza el coulomb (C) y en el Sistema CGS, la unidad electrostática de carga (esu) o el electrocoulomb. La relación entre estas unidades es la siguiente:

$$1 \text{ electrocoulomb} = 1 \text{ C} = 3 \times 10^9 \text{ unidades electrostáticas}$$

$$1 \text{ electrocoulomb} = 1 \text{ esu} = 2.99 \times 10^9 \text{ unidades electrostáticas}$$

## LEY DE COULOMB

El científico francés Charles Coulomb estudió las leyes que rigen la atracción y repulsión de dos cargas eléctricas puntuales en reposo. Una carga puntual es la que tiene distribuido un número eléctrico de cuyo tamaño es pequeño comparado con la distancia que lo separa del otro cuerpo cargado y con la magnitud de sus cargas. Por tanto, toda la carga del cuerpo se encuentra reunida en su centro. Para ello, en 1777, Coulomb descubrió la ley de

esta ley es que la fuerza de atracción o repulsión por medio del aislamiento de un alambre de platino cargado (Fig. 12). En ella, una pesadilla estática con carga negativa a distancia constante de otro laminita cargada, así según medida la fuerza de atracción o repulsión según la relación de la ley de Coulomb.

Coulomb descubrió que la fuerza de atracción o repulsión por medio del aislamiento de un alambre

TESIS COMPLETA EN  
 FALLA DE...

# EVALUACIONES

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

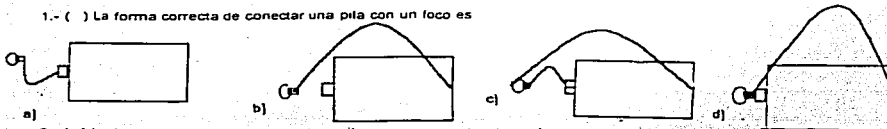
**ANEXO No. 1**  
**COLEGIO DE BACHILLERES PLANTEL "OS" SATELITE**  
**UNIDAD I POTENCIA EN CIRCUITOS ELÉCTRICOS**  
**EVALUACION DIAGNOSTICA DE FÍSICA III**

Alumno \_\_\_\_\_ Grupo \_\_\_\_\_ Aciertos \_\_\_\_\_ CALIF \_\_\_\_\_

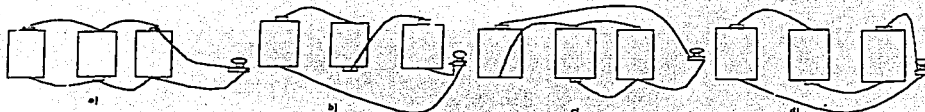
Propósito : Obtener información que permita adecuar las actividades para apoyar tu aprendizaje

Instrucciones : Observa cuidadosamente los siguientes esquemas y contesta lo que en cada caso se te pide en el parentesis de la izquierda.

1.- ( ) La forma correcta de conectar una pila con un foco es



2.- ( ) La forma correcta de conectar tres pilas para que encienda un foco es :



3.- ( ) Al conectar un foco con una pila, el efecto que se produce es :

- |          |              |                 |              |
|----------|--------------|-----------------|--------------|
| a) Solar | b) Eléctrico | c) Fotosíntesis | d) Magnético |
|----------|--------------|-----------------|--------------|
- 4.- ( ) Las variables que intervienen para calcular  $\Delta E$ , son :
- |                           |                               |                               |                                |
|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| a) CTE, masa y $\Delta T$ | b) Densidad, CTE y $\Delta T$ | c) Masa, potencia y velocidad | d) Temperatura, tiempo y gasto |
|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|

5.- ( ) Las unidades que corresponden en el sistema internacional de  $\Delta E$  son

- |                  |         |           |           |
|------------------|---------|-----------|-----------|
| a) Kilopascasles | b) Watt | c) Newton | d) Joules |
|------------------|---------|-----------|-----------|
- 6.- ( ) Se define Watt como la relacion de :
- |                  |                 |                   |                   |
|------------------|-----------------|-------------------|-------------------|
| a) Joules/Minuto | b) Newton/Metro | c) Joules/Segundo | d) Segundo/Joules |
|------------------|-----------------|-------------------|-------------------|

7.- ( ) Las variables que intervienen en un calentador eléctrico son :

- |                                   |                                |                           |                       |
|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------|-----------------------|
| a) $\Delta E$ , tiempo $\Delta T$ | b) $\Delta T$ , presión y área | c) Fuerza, área y volumen | d) Volumen ,velocidad |
|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------|-----------------------|
- 8.- ( ) Entre la potencia y la  $\Delta E$ , existe una relacion
- |                              |                              |            |            |
|------------------------------|------------------------------|------------|------------|
| a) Inversamente proporcional | b) Directamente proporcional | c) Directa | d) Inversa |
|------------------------------|------------------------------|------------|------------|

9.- ( ) Entre la potencia y el tiempo existe una relacion

- |                              |            |            |                              |
|------------------------------|------------|------------|------------------------------|
| a) Directamente proporcional | b) Directa | c) Inversa | d) Inversamente proporcional |
|------------------------------|------------|------------|------------------------------|

10.- ( ) La rapidez con la que se realiza un trabajo se llama

- |                    |            |             |               |
|--------------------|------------|-------------|---------------|
| a) Energía interna | b) Presión | c) Potencia | d) Eficiencia |
|--------------------|------------|-------------|---------------|

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**ANEXO No. 2**  
**COLEGIO DE BACHILLERES PLANTE "05" SATELITE**  
**UNIDAD 1: POTENCIA EN CIRCUITOS ELECTRICOS**  
**EVALUACION SUMATIVA DE FISICA III**

EXAMEN "A"

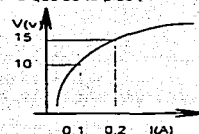
Alumno \_\_\_\_\_ Grupo \_\_\_\_\_ Aciertos \_\_\_\_\_ CALIF \_\_\_\_\_

**I. Instrucciones:** Anota en el parentesis de la izquierda, la letra que corresponda a la respuesta correcta

- 1- ( ) El movimiento de una brújula que apunta siempre al norte se debe que en la atmosfera existen
  - a) Iones positivos
  - b) Iones negativos
  - c) Protones
  - d) Neutrones
- 2- ( ) Un ampermetro se debe conectarse en el circuito para medir la corriente que pasa por el en:
  - a) Paralelo
  - b) Serie
  - c) Circuito complejo
  - d) Mixto
- 3- ( ) Entre la potencia e intensidad de corriente existe una relacion
  - a) Inversamente proporcional
  - b) Inversa
  - c) Directamente proporcional
  - d) Directa
- 4- ( ) La oposición que presenta un conductor al paso de la corriente o flujo de electrones se llama:
  - a) Resistencia
  - b) Voltaje
  - c) Resistividad
  - d) Intensidad
- 5- ( ) Si se duplica la longitud de un alambre, la resistencia
  - a) Se reduce a la mitad
  - b) Se duplica
  - c) Se mantiene constante
  - d) Se triplica
- 6- ( ) La constante de proporcionalidad entre la resistencia, longitud y área transversal de un conductor es la:
  - a) Resistencia
  - b) Resistividad
  - c) Voltaje
  - d) Intensidad
- 7- ( ) A medida que la resistividad de un alambre aumenta, su capacidad de conducir la corriente eléctrica se:
  - a) Disminuye
  - b) aumenta
  - c) Mantiene constante
  - d) Variable
- 8- ( ) Entre el voltaje e intensidad de corriente existe una relación:
  - a) Inversa
  - b) Directa
  - c) Inversamente proporcional
  - d) Directamente proporcional
- 9- ( ) Dispositivo que transforma la energía eléctrica a energía mecánica se llama:
  - a) Generador
  - b) Motor
  - c) Transformador
  - d) Máquina simple
- 10- ( ) Dispositivo que permite incrementar o reducir el voltaje por inducción electromagnética se llama:
  - a) Generador
  - b) Motor
  - c) Transformador
  - d) Regenerador

**II. Instrucciones:** Resuelve los siguientes problemas

- 1.- Observa la grafica Voltaje vs. Intensidad que se obtuvo de un conductor y contesta lo que se te pide:



- a) ¿Es ohmico este conductor? ¿Por que?
- b) ¿Cual es el valor de su resistencia cuando esta sometido a un voltaje de 10 V?
- c) ¿Y cual es el valor de su resistencia cuando el voltaje es de 15 V?

- 2 - Determinar la resistencia eléctrica de un alambre de cobre de 2 Km de longitud y 0.8 mm<sup>2</sup> de area en su sección transversal a 0°C. La resistividad del cobre es de  $1.72 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$

TESIS CONT  
 FALLA DE ORIGEN

**ANEXO No. 3**  
**COLEGIO DE BACHILLERES PLANTEL "05" SATELITE**  
**UNIDAD I POTENCIA EN CIRCUITOS ELÉCTRICOS**  
**EVALUACIÓN SUMATIVA DE FÍSICA III**

EXAMEN : B

Alumno \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_ Acertos: \_\_\_\_\_ CALIF.: \_\_\_\_\_

**I. Instrucciones:** Anota en el paréntesis de la izquierda, la letra que corresponda a la respuesta correcta.

- 1 - ( ) La desviación de la aguja de la brújula en corto circuito se debe al :  
 a) Paso del voltaje      b) Resistencia del conductor      c) Paso de la corriente      d) Área del conductor
- 2 - ( ) Un voltímetro debe conectarse con la resistencia en :  
 a) Paralelo      b) Serie      c) Circuito complejo      d) Mixto
- 3 - ( ) Entre la potencia e intensidad de corriente existe una relación :  
 a) Inversamente proporcional      b) Inversa      c) Directamente proporcional      d) Directa
- 4 - ( ) La constante de proporcionalidad entre la potencia e intensidad es :  
 a) La resistencia      b) Resistividad      c) Área      d) Voltaje
- 5 - ( ) Entre la resistencia y el área transversal existe una relación :  
 a) Inversamente proporcional      b) Inversa      c) Directamente proporcional      d) Directa
- 6 - ( ) Al duplicarse la superficie de la sección transversal la resistencia :  
 a) Aumenta al doble      b) Aumenta al triple      c) Se reduce a la mitad      d) Se reduce a 1/3
- 7 - ( ) A medida que la resistividad de un alambre aumenta, su capacidad de conducir la corriente eléctrica se :  
 a) Disminuye      b) aumenta      c) Mantiene constante      d) Variable
- 8 - ( ) La constante de proporcionalidad entre el voltaje e intensidad es :  
 a) Resistencia      b) Resistividad      c) Área      d) Longitud
- 9 - ( ) Dispositivo que transforma la energía eléctrica a energía mecánica se llama :  
 a) Generador      b) Motor      c) Transformador      d) Máquina sinrpie
- 10 - ( ) Dispositivo que transforma la energía mecánica a energía eléctrica se le llama :  
 a) Generador      b) Motor      c) Transformador      d) Regenerador

**II. Instrucciones:** Resuelve los siguientes problemas

1 - En un laboratorio, un conductor fue sometido a diversos voltajes, Al medir los valores de los voltajes y de la corriente de cada uno de ellos se estableció la tabla siguiente :

V (V)	5	10	15	20
I (A)	0.2	0.4	0.6	0.8

- a) Construya el diagrama V vs. I  
 b) ¿Este conductor obedece la Ley de Ohm ?  
 c) ¿Cual es el valor de la resistencia de este conductor ?

2 - Calcular la resistencia eléctrica a 0°C de un alambre de platino de 0.5 m de longitud y 0.7 mm<sup>2</sup> de área en su sección transversal. La resistividad del platino es de  $11.5 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ .

FF  
**FALLA DE ORIGEN**