



- UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

FACULTAD DE CIENCIAS

**"EVOLUCIÓN DE ALGUNOS CONCEPTOS
SOBRE ELECTROMAGNETISMO"**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE

**MAESTRO EN DOCENCIA PARA LA
EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR (FÍSICA)**

P R E S E N T A:

DAVID LEÓN SALINAS

DIRECTOR DE TESIS: M. EN C. IGNACIO CAMPOS FLORES

MÉXICO, DF A 20 DE JUNIO DE 2006



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.

Dedicado a :

A mí hija Alicia y a mi esposa Margarita por apoyarme en todo momento, mil gracias.

A mí madre Alicia por guiarme en este camino de la vida.

A todas aquellas personas que con su buena voluntad me han dado su apoyo para realizar este trabajo y en espera de ser empleado en el proceso de enseñanza y aprendizaje del electromagnetismo por futuros docentes.

Agradecimientos

A la UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México) y a la DGAPA (Dirección General de Asuntos del Personal Académico) por el apoyo de licencia con goce de sueldo y económico a través del programa PASPA (Programa de Apoyo a la Superación del Personal Académico de la UNAM.)

Quiero agradecer de manera muy especial al M. en C. Ignacio Campos Flores por haber asesorado este trabajo con sus sabios consejos y gran apoyo en todo momento.

Al Dr. Jorge Barojas W y Dra. Maria del Pilar Segarra por haber abierto una puerta hacia la profesionalización de los profesores del bachillerato.

Índice

Páginas

Capítulo 1 Introducción

1.1 Introducción	3-4
1.2 Propósitos	5-7
1.3 Fundamentación académica	8-11
1.4 Marco teórico	12-17
1.5 Metodología de trabajo	18-19

Capítulo 2 Propuesta didáctica sobre circuitos eléctricos resistivos, magnetismo y electromagnetismo del Programa de Física IV Área I de la Escuela Nacional Preparatoria.

2	Introducción y características de la materia	20-22
2.1	Planeación didáctica sobre circuitos eléctricos resistivos	23
2.1.1	Tabla de Contenidos para el subtema 4.2 circuitos eléctricos	24
2.1.2	Contenidos procedimentales por equipos para el subtema 4.2	25
2.1.3	Síntesis de planeación didáctica por sesiones para el profesor	26
2.2	Cuestionario de evaluación diagnóstica sobre circuitos eléctricos resistivos	27
2.3	Documento para los alumnos sobre la historia de la electricidad desde los griegos hasta Alejandro Volta	28-35
2.4	Cuestionario del documento sobre la historia de la electricidad de los griegos hasta A.Volta.	36
2.5	Prácticas sobre circuitos eléctricos resistivos.	37-45
2.6	Planeación didáctica sobre magnetismo y electromagnetismo	46-48
2.7	Síntesis de planeación didáctica sobre magnetismo y electromagnetismo por sesiones para el profesor.	49
2.8	Cuestionario de evaluación diagnóstica sobre conocimientos previos sobre magnetismo y electromagnetismo.	50
2.9	Documento para los alumnos sobre la evolución de algunos conceptos sobre magnetismo y electromagnetismo.	51-59
2.9.1	Cuestionario sobre evolución del magnetismo y electromagnetismo	60
2.10	Análisis de conocimientos previos sobre magnetismo y electromagnetismo	61-64
2.11	Examen sobre magnetismo y electromagnetismo	65
2.12	Prácticas sobre magnetismo y electromagnetismo.	66-74
2.13	Evaluación de los alumnos al profesor.	75-76

Capítulo 3 Análisis de resultados

3.1.	Evaluación de resultados sobre circuitos eléctricos resistivos	77-88
3.2	Evaluación de resultados sobre magnetismo y electromagnetismo	89-107

Conclusiones	108-111
---------------------	----------------

Bibliografía	112-117
---------------------	----------------

Introducción

1.1 Introducción

El presente trabajo responde a una problemática detectada sobre la enseñanza y aprendizaje de la electricidad y el magnetismo en la Escuela Nacional Preparatoria. Como profesor de este sistema educativo, a lo largo de casi diez años, he sentido la necesidad de diseñar una secuencia didáctica que permita una mejor comprensión por parte de los estudiantes y sea una alternativa para los profesores en la enseñanza de este contenido. La siguiente investigación es el resultado de lo aprendido en la Maestría en Docencia para la Educación en el Nivel Medio Superior (MADEMS, campo de conocimientos Física), en donde se fueron diseñando y analizando cada una de sus partes.

Cabe mencionar que se articularon las tres principales líneas de acción de la maestría en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la física en el nivel medio superior: línea disciplinaria, línea psicopedagógica didáctica y línea socio-ético-educativa.

El capítulo 1 se inicia con los propósitos de nuestra investigación, la fundamentación académica, el marco teórico y la metodología de trabajo realizada durante la MADEMS, campo de conocimientos Física.

El capítulo 2 presentamos dos planeaciones didácticas, una sobre circuitos eléctricos y la otra sobre magnetismo y electromagnetismo; se inicia con el contenido de circuitos eléctricos resistivos de Física IV en la Escuela Nacional Preparatoria, que incluye una evaluación diagnóstica sobre conocimientos previos de circuitos eléctricos resistivos de corriente directa, con la finalidad de saber las condiciones iniciales de los alumnos antes del proceso de enseñanza y aprendizaje, pero también nos permite abrir un panorama sobre lo que el alumno aprenderá, una lectura dirigida con su respectivo cuestionario, tres prácticas de laboratorio y algunos otros instrumentos de evaluación. Se continúa con la

planeación didáctica sobre el contenido de magnetismo y electromagnetismo, abordado de la misma forma que en el caso del tema circuitos eléctricos resistivos. En el capítulo 3 se realiza una evaluación de la planeación didáctica sobre circuitos eléctricos resistivos, magnetismo y electromagnetismo. Así mismo se analizan cada uno de los instrumentos de evaluación empleados tales como: tareas, mapa conceptual, examen, prácticas de laboratorio, crucigrama, sopa de letras, cuestionario, algunas analogías sobre el electromagnetismo y un instrumento de evaluación de los alumnos al profesor.

También es necesario manifestar por un lado que la asignatura de psicopedagogía del aprendizaje aportó elementos fundamentales para entender aspectos relacionados con los alumnos y poder hacer una mejor plantación didáctica, de acuerdo al nivel cognitivo de los alumnos y de los contenidos a desarrollar. En ese sentido fortaleció nuestra práctica docente durante las presentaciones realizadas en la Escuela Nacional Preparatoria.

Capítulo 1

1.2 Propósitos

Como profesores, al iniciarnos en esto de la docencia, específicamente en el bachillerato de la UNAM, la Escuela Nacional Preparatoria (ENP), muchas veces nos planteamos las siguientes preguntas: ¿cómo le hago para enseñar mejor?, ¿el método de enseñanza y aprendizaje empleado es el correcto? o ¿de qué manera se puede estudiar un tema?, por ejemplo, electromagnetismo, es aquí donde comienza nuestra tarea de investigar y/o buscar elementos indispensables para llevar a cabo nuestra labor educativa. Dentro de los medios encontrados tenemos algunos como: experimentos, prácticas de laboratorio, lecturas relativas al tema, un gran número de problemas, algunos apuntes de física, algunas sugerencias de profesores "expertos" que muchas veces sólo repiten errores de libros o de los que fueron sus profesores.

Como se puede observar, esto se vuelve un proceso cíclico de una enseñanza carente de sentido en lo disciplinario y en lo contextual; pero también se puede dar el caso de que encontremos una secuencia didáctica que articule los saberes en dicho proceso. Y en ese sentido el presente trabajo busca emplear un punto de referencia como lo es la historia de la física, en especial la relacionada con la electricidad y el magnetismo en el siglo XIX por ser la etapa donde se dio un paradigma en la comprensión de la ciencia, como T.S. Kuhn nos explica que los paradigmas, son "*realizaciones científicas universalmente reconocidas, que durante cierto tiempo, proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica*"¹. De acuerdo con esto, los paradigmas serían como moldes o bases sobre los cuales se apoyan los científicos para la formulación de problemas y la búsqueda de sus correspondientes soluciones. Cuando la ciencia se desarrolla dentro de un paradigma, Kuhn dice que es ciencia normal. Pero en el momento en que un paradigma es reemplazado por otro, nos encontramos ante una revolución científica.

*"La historia es la vocera de la ciencia de acuerdo al contexto del paradigma que existe en ese momento y un mismo concepto puede ser cambiante a través del tiempo y espacio"*².

¹ T.S.Kuhn (1996), *La estructura de las revoluciones científicas*, FCE, México, pp. 13.

² G. Buchdahl (1998), *Styles of Scientific Thinking*, University of Cambridge, EUA, pp.109-110.

Empleamos la historia del electromagnetismo para proponer nuestra secuencia didáctica, la cual está apoyada con diferentes recursos y algunos elementos de constructivismo.

De acuerdo a lo anterior, nuestro trabajo **la evolución de algunos conceptos del electromagnetismo** va en el sentido de aumentar la calidad de materiales de información para profesores y alumnos, incidiendo sobre los programas de estudio de Física III de la ENP en cuarto año y Física IV de la ENP en sexto año, y enfocándose hacia al aspecto conceptual y experimental del electromagnetismo.

En particular en la Escuela Nacional Preparatoria, como el lugar donde se llevaron a la práctica nuestras propuestas; dan una respuesta al rubro programa estratégico Alumnos. Objetivo General: Apoyar y enriquecer el proceso formativo de los alumnos, cuya línea de acción es:

*"El curso posee un enfoque que se estructura a partir de Secuencias Didácticas Teórico Experimentales (SEDITES), el Profesor está invitado a participar en este proceso continuo de producción, revisión y afinación de las estrategias y actividades de aprendizaje"*³

El enfoque de este curso de acuerdo a los objetivos de la ENP debe ser tal que se proporcionen contenidos conceptuales, actitudinales y procedimentales, así como el propedéutico hacia una licenciatura del área 1.

Pero también es necesaria una investigación que presente alternativas en la enseñanza y aprendizaje de contenidos curriculares, aspecto que se trabajó durante las prácticas docentes, II y III, con alumnos del bachillerato, de tal manera que :

³ Programa de Estudios de la asignatura de Física III (1997),ENP-UNAM, pp.3-4

"1.3.1. Apoyo al aprendizaje de contenidos curriculares y cuyas acciones son diseñar e implementar acciones para apoyar el aprendizaje de las ciencias experimentales."⁴

Es necesario desarrollar actividades que logren aumentar la calidad del aprendizaje de nuestros alumnos. Es importante mencionar que algunas de las ideas son producto de la investigación educativa sobre electromagnetismo, sugerencias de profesores de la maestría, CCH, ENP, el asesor de tesis y de compañeros de la misma maestría, que le dieron sentido con sus respectivas aportaciones, así como el objetivo general de la MADEMS:

Objetivo general del programa

Formar de manera sólida y rigurosa, con un carácter innovador, multidisciplinario y flexible, profesionales de la educación a nivel de Maestría, para un ejercicio docente adecuado a las necesidades de la Enseñanza Media Superior.

La evolución de algunos conceptos sobre electromagnetismo es una propuesta que por un lado busca integrar los objetivos planteados por la maestría de profesionalizar la docencia en el bachillerato y por el otro satisfacer la necesidad de los profesores de sistema de referencia sobre una secuencia didáctica en la enseñanza del electromagnetismo.

⁴ *Ibíd.*

1.3 Fundamentación académica

La enseñanza de la física en nuestro país en el nivel bachillerato ha sido en su mayoría "tradicional"⁵ (el profesor es el proveedor de conocimientos elaborados, listos para el consumo (Pozo, 1998), alumno consumista), es decir; está centrada en la transmisión de contenidos y supone la comprensión de estos por parte de los alumnos. Aunque por un lado no descartamos que esta enseñanza rinda frutos, pues nos negaríamos nosotros mismos como parte de ese proceso; lo que está en juego es quizás el contexto y época en que fuimos educados y por otro lado aún con hacer circo y maroma con secuencias didácticas acordes a su realidad habrá estudiantes que no logren asimilar los conceptos involucrados; pero lo que sí es seguro es que éstos serán minoría; en la medida que logremos conocer al principio del proceso lo que saben sobre el contenido a desarrollar durante nuestra práctica docente, entender como estructuran el conocimiento y diversificar nuestros instrumentos de evaluación. El extremo sería no buscar nuevas posibilidades y negarse a aprender con ellos.

Así tenemos que los cursos de iniciación a las prácticas docentes en los diferentes sistemas educativos en su mayoría no tienen el éxito deseado, pues al enfrentarse el profesor a dar clases después de estos cursos, el medio y las condiciones lo llevan a caer en una docencia del sentido común (Díaz Barriga , 2005)

"La docencia del sentido común se refiere a las llamadas ideas espontáneas del docente, en las que se manifiesta una visión simplista de la enseñanza y el aprendizaje, pues se considera que enseñar es algo sencillo, cuestión de sentido común apropiarse de algunas técnicas o recetas. Se considera como algo natural el fracaso de los estudiantes en las materias científicas, por una visión fija o prejuicio de sus capacidades intelectuales, su sexo o su extracción social. Además,

⁵ Pozo, J, I, Gómez C (1998), *Aprender y enseñar física*, Morata, España.

*se atribuyen las actitudes negativas y la poca motivación de los estudiantes hacia el conocimiento científico a causas externas, ignorando el papel del profesor."*⁶

Ante esta situación es necesario realizar una planeación didáctica adecuada con base a una auto evaluación de nuestra práctica docente a través de mecanismos como la video filmación, los conocimientos previos del alumno e integración de un trabajo colaborativo con profesores

La asignatura de física en el nivel medio superior de nuestro país, tiene un carácter teórico-experimental y la forma en que he detectado en que los profesores abordan la enseñanza del tema del electromagnetismo es que usan recursos didácticos tales como: el gis, pizarrón, algunas prácticas de laboratorio, las cuales pueden ser de manuales del colegio de física o de creación individual, una lista de problemas de fin de capítulo y una enseñanza memorística o de fórmulas sobre el estudio de los fenómenos relacionados con el electromagnetismo. No sorprende entonces que al paso de las semanas o meses después de que el alumno termina de estudiar el tema o el semestre, paradójicamente ya poco recuerda o de plano no entiende los contenidos.

Algunos profesores dirían "con que dos o tres me entiendan es suficiente" (estos acreditarán a pesar del profesor); pues no, considero que ésta es una salida simplista y que comúnmente escuchamos o repetimos; creo que se pueden rescatar en este proceso aspectos como los que se mencionan en el estatuto general de la UNAM, el consejo académico del bachillerato, en sesión plenaria del 26 de junio de 1998:

"La importancia de identificar, destacar y comunicar el conjunto de conocimientos, habilidades, valores y actitudes que por su importancia disciplinaria... se consideran cruciales para la consecución de los perfiles de egreso y para satisfacer las expectativas de la sociedad, ya que en la actualidad, el aprendizaje de los

⁶ Díaz Barriga Frida y Hernández Rojas Gerardo (2005), *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*, Mac Graw-Hill, México, Pág.429.

*alumnos no puede limitarse a la adquisición de un paquete de conocimientos concebidos como verdades inmutables."*⁷

Nuestra planeación didáctica sobre el tema del electromagnetismo está conformada por dos partes, la primera es sobre circuitos eléctricos resistivos de corriente directa y la segunda es sobre magnetismo y electromagnetismo. En cada parte se llevó a cabo el análisis de los conocimientos previos de los alumnos, prácticas de laboratorio y diversos instrumentos de evaluación.

Así mismo es necesario tener en cuenta que el promedio de reprobación en las 9 preparatorias en la materia de Física IV, área 1, anda por el 19%⁸. Ante esto, como profesores debemos ver alternativas que diversifiquen el currículo del alumno, de tal manera que repercuta no sólo en su aprobación, sino en su comprensión de los contenidos de tal manera que logremos un aprendizaje significativo.

*"Aprendizaje significativo. Ocurre cuando la información nueva por aprender se relaciona con la información previa ya existente en la estructura del alumno de forma no arbitraria ni al pie de la letra; para llevarlo a cabo debe existir una disposición favorable del aprendiz, así como significación lógica en los contenidos o materiales de aprendizaje"*⁹.

Aún más, es necesario realizar una crítica hacia la calidad de los alumnos que ingresan en específico a la facultad de ingeniería y que está comprobado que al realizarles un examen sobre sus conocimientos al egresar del bachillerato UNAM, la calificación es inferior al 4 en la escala de 10.

De un total de 2,004 alumnos aceptados en la Facultad, a 1,673 se les aplicó el examen diagnóstico para determinar el nivel de sus antecedentes académicos en matemáticas,

⁷ CAB- Núcleo de conocimientos y Formación Básicos que debe Proporcionar el Bachillerato de la UNAM-1999.

⁸ Dirección General de Administración Escolar-Unidad de Registro para la Escuela Nacional Preparatoria, Enero 2004.

⁹ Díaz Barriga Frida y Hernández Rojas Gerardo (2005), *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*, Mac Graw-Hill, México, Pág.428.

física y química; lo aprobaron con calificación igual o mayor a seis 133 alumnos, lo que equivale al 7.95% de los que lo presentaron.

La siguiente tabla muestra los resultados de los últimos cinco años:

GENERACIÓN	TOTAL EXAMINADOS	CALIFICACIÓN PROMEDIO	ALUMNOS APROBADOS	PORCENTAJE DE APROBADOS
2000	1318	3.06	46	3.49
2001	1523	3.89	127	8.34
2002	1794	3.22	82	4.57
2003	1776	3.60	98	5.52
2004	1673	3.96	133	7.95

Una vez más, el diseño de este examen se elaboró conjuntamente con profesores del Colegio de Ciencias y Humanidades y de la Escuela Nacional Preparatoria, a través de la comisión de vinculación del bachillerato UNAM con la Facultad de Ingeniería UNAM. El promedio global de calificaciones del examen fue de 3.96 sobre una escala de diez puntos, lo cual reitera las deficiencias con las que los alumnos del bachillerato ingresan a la Facultad de Ingeniería.¹⁰ En el caso concreto del "año 2005 sobre electromagnetismo para el plantel 7 tenemos que presentaron examen 41 alumnos de los cuales 11 acreditaron el examen (9 con 6 y dos con 8) y la calificación promedio fue de 3.667"¹¹. Motivo por el cual de alguna manera replantea la necesidad de fortalecer el proceso de enseñanza y aprendizaje en el bachillerato, en especial sobre el contenido temático del electromagnetismo.

¹⁰ <http://www.ingenieria.unam.mx/informe2003/formacion.html>

¹¹ Dirección General de Escuela Nacional Preparatoria (2006), *Jefe de departamento de Física*, ENP.

1.4 Marco teórico

Nuestra principal línea de acción es la corriente educativa llamada constructivismo y el modelo de enseñanza directa, aunque en la práctica no encontramos versiones puras de un modelo educativo, sino que entremezclamos ciertos rasgos característicos de diferentes modelos; sobre la visión constructivista, Cesar Coll nos dice lo siguiente:

*"La concepción constructivista del aprendizaje y de la enseñanza parte del hecho de que el individuo no es un mero producto del ambiente ni un simple resultado de sus disposiciones internas, y que su conocimiento es una construcción propia que se va produciendo día a día. En consecuencia, el conocimiento no es una copia fiel de la realidad, sino una construcción del ser humano. ¿Con qué instrumentos realiza la persona dicha construcción? Fundamentalmente con los esquemas que ya posee, es decir, con lo que ya construyó en su relación con el medio que le rodea."*¹²

En ese sentido tenemos que la evaluación diagnóstica o inicial según Ballester M. y Batalloso M., (2000) tiene el siguiente objetivo:

*"La evaluación diagnóstica o inicial tiene por objetivo fundamental determinar la situación de cada alumno antes de iniciar un determinado proceso de enseñanza y aprendizaje, para poderlo adaptar a sus necesidades."*¹³

Para David Ausubel el conocimiento y experiencias previas de los estudiantes son las piezas claves de la conducción de la enseñanza :

¹² C.Coll, E. Martín (1997), *Constructivismo en el aula*, Grao, España, pp.14-15.

¹³ Ballesteros M. y Batalloso M. (2000), *Evaluación como ayuda al aprendizaje*, Grao, Barcelona, Pág.25.

*"Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, diría lo siguiente: el factor aislado más importante que influencia el aprendizaje es aquello que el aprendiz ya sabe. Averígüese esto y enséñense de acuerdo con ello."*¹⁴

Para lo anterior ha sido necesario tener en cuenta que: *"lo que hay en el cerebro del que va a aprender tiene importancia"*¹⁵(Driver, 1989). Tradicionalmente, no se ha considerado que el alumno llegue al acto de aprendizaje con la mente en blanco, pero trae una experiencia fuerte y profunda, recogida de sus vivencias personales, que le han configurado unas formas de pensamiento que interfieren con la información científica recibida en el aula. Estos conceptos asimilados en la vida cotidiana obstaculizarán la correcta asimilación de los conceptos científicos, motivo por el cual es necesario considerar que los resultados del aprendizaje no sólo dependen de las experiencias que se proponen a los alumnos, sino también de sus conocimientos previos, concepciones y motivaciones.

La psicología del alumno es el punto de partida, puesto que trata de acercar la *"estructura psicológica que posee el alumno a la estructura lógica de la disciplina"*¹⁶. Lo cual conduce a un enfoque disciplinario: *"dado que cada ciencia posee una estructura conceptual propia y no siempre coincidente con la de otras materias, la forma más razonable de organizar la enseñanza científica será estructurarla a partir de las relaciones con algunas disciplinas que la componen"*¹⁷. En síntesis, en la concepción constructivista del aprendizaje se concede gran importancia a las actitudes que los alumnos y profesores presentan en su actividad didáctica, de lo que surgen las siguientes cuestiones: ¿por qué el alumno no aprende o construye lo que queremos transmitirle?, ¿cuál es el origen de su fracaso?, ¿qué otras dificultades están asociadas a su falta de aprendizaje?, ¿qué debemos hacer como profesores?

¹⁴ Díaz Barriga Frida y Hernández Rojas Gerardo (2005), *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*, Mac Graw-Hill, Pág.40.

¹⁵ Driver Rosalind (1989), *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*,. Morata, Madrid, España, pp. 310

¹⁶ Gutiérrez, R. (1987), *Psicología y aprendizaje de las ciencias. El modelo de Ausubel*, Enseñanza de las Ciencias, vol. 5, núm. 2, mayo, España, pp. 118-126.

¹⁷ Ídem.

Las preguntas anteriores conducen necesariamente a interrogarnos sobre el sistema de pensamiento del alumno: las cuestiones que se plantean, su marco de referencia (lo que sabe o cree saber), su sistema de operar (los argumentos que acepta o no acepta), las formas de razonamiento que utiliza y su disponibilidad.

Dado que el profesor es sólo una parte en esta interacción es necesario tener claro que la construcción del conocimiento debe ser pausada y a la par del nivel cognitivo del alumno, a través de aquellas interacciones que tiene el alumno sobre conceptos de electromagnetismo y que lo obligan por lo menos a cuestionar sus creencias para reorganizar sus conocimientos.

Como afirma Hodson (1985): *"Los estudiantes desarrollan mejor su comprensión conceptual y aprenden más sobre la naturaleza de la ciencia, cuando participan en investigaciones científicas, así como cuando interactúan con su realidad por medio de modelos representativos de aspectos que estudian, con tal de que haya suficientes oportunidades y apoyo para la reflexión"*¹⁸.

En nuestro caso emplearemos dos lecturas: una de ellas es la historia de la electricidad desde los griegos hasta Alejandro Volta y la otra es evolución de conceptos sobre magnetismo y electromagnetismo, con la finalidad de contextualizar y delimitar los saberes de acuerdo a los contenidos de la signatura ya que de acuerdo con Barojas (1983) *"La historia de los conceptos de física ayuda como un enlace entre los contenidos temáticos y el contexto educacional"*¹⁹. En este sentido es importante ver que el uso adecuado de la historia nos apoya en la práctica docente, pues se vuelve un referente que integra elementos importantes al proceso de enseñanza y aprendizaje.

En la práctica docente es necesario replantear el uso que podemos hacer de la historia en la física, de tal manera que despierte interés y logre motivar la investigación sobre algunas leyes, conceptos o personajes importantes en la física.

¹⁸ Hodson Derek.(1985), *Philosophy of science, science and science education*, Studies in Science Education, Volume 12, pp.25-59

¹⁹ Barojas W. Jorge (1983), *Underdevelopment, Learning and History in Physics, Using History of Physics in innovatory Physics Education*, Edizioni La Goliardica Pavese, Pavia, Italy, pp. 244-266.

La evolución de conceptos sobre electromagnetismo se abordara a través de la historia de la física con fines pedagógicos, al recordar las palabras del profesor Anthony P. French al recibir la medalla Oersted en 1989, de acuerdo con Stuewer (1996):

"Una de las razones mas importantes para incluir la historia dentro de un curso de física es fundamentalmente esa de hacer apreciar a los alumnos que la física tiene una historia....,podemos transmitir la sensación de que la física es un sujeto vivo, que se desarrolla y que es el esfuerzo de seres humanos como nosotros"²⁰

Así mismo considero que el principal objetivo de los hechos históricos tiende a revelar la riqueza de los fenómenos en determinada etapa de la vida humana; aunque hay que tener cuidado, pues los que escriben la historia de la física deben privilegiar la obra y no la vida del científico, como nos lo manifiesta Stuewer (1996):

"La historia de la vida de un físico era muy simple. Él nacía, devenía de cierta manera interesado en la física....; escribe su tesis y obtiene su doctorado; muere. El resto y la parte esencia de su biografía puede ser leída solamente en las revistas científicas"²¹

Además de la historia se proponen otras estrategias didácticas para lograr la captura e interrelación de los conceptos del electromagnetismo. Para facilitar la organización se utilizan mapas conceptuales y para facilitar la comprensión de los conceptos las prácticas de laboratorio.

De acuerdo a Díaz y Hernández (2005) sobre la importancia de emplear los mapas conceptuales

"Los mapas conceptuales ideados por Joseph D. Novak son un aporte metodológico que se utiliza pedagógicamente para ilustrar conceptos y mostrar sus

²⁰ Roger H.Stuewer (1996), *History and physics*, University of Minnesota, EUA ,pp.3-5

²¹ Ídem.

relaciones, son una alternativa interesante para la evaluación de contenidos declarativos, es un recurso gráfico que permite representar jerárquicamente conceptos y proposiciones sobre un tema determinado, en donde es necesario tener en cuenta los siguientes criterios:

- *Considerar la calidad de organización jerárquica conceptual.*
- *Apreciar la validez de las distintas relaciones establecidas entre los conceptos involucrados. Esto quiere decir que todas las relaciones sean veraces.*
- *En su conjunto el mapa tenga una integración correcta de conceptos.*²²

Una vez que el alumno realiza su mapa conceptual es necesario realizar una evaluación de sus aprendizajes, a través rúbricas, cuando los alumnos presenten sus información, en ese sentido tenemos que:

*"Las rúbricas son guías de puntaje que permiten describir el grado en el cual un aprendiz está ejecutando un proceso o un producto"*²³

Por otro lado sobre el propósito de emplear el laboratorio en la enseñanza de las ciencias nos menciona M.Izquierdo, M. Quintanilla y N. Sanmarti (1997) lo siguiente:

*"El propósito de emplear el laboratorio en la enseñanza de las ciencias es facilitar la comprensión de conceptos científicos, favorecer el pensamiento crítico, desarrollar la capacidad de investigación, favorecer el desarrollo de actitudes científicas, motivar hacia el estudio de las ciencias y enseñar técnicas y habilidades propias del trabajo experimental."*²⁴

²² Díaz Barriga Frida y Hernández Rojas Gerardo (2005), *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*, Mac Graw-Hill, México, pp.384-386.

²³ *Ibíd.*, Pág.436

²⁴ Izquierdo M, Quintanilla. M y. Sanmarti. N (1997), *Avances de la didáctica de las ciencias experimentales*, Universidad de Huelva, España, pp.17-18.

También es necesario reconocer que también en el caso de la Escuela Nacional Preparatoria llegamos a emplear el modelo de la enseñanza directa, para cumplir ciertos objetivos del proceso de enseñanza y aprendizaje.

*"El modelo de enseñanza directa es una estrategia centrada en el docente. Utiliza la explicación y la modelización, y enseña conceptos y habilidades combinando la práctica y la retroalimentación. Aquí el docente tiene que identificar las metas. Este modelo transcurre en cuatro etapas, las cuales son: En la introducción, el docente revisa con los estudiantes lo aprendido previamente, comparte las metas del aprendizaje y provee razones sobre el valor de aprender del nuevo contenido. Durante la etapa de presentación, el docente explica el nuevo concepto o provee un modelo para la habilidad. En la práctica guiada el docente brinda a los alumnos oportunidades para práctica resta destreza o categorizar ejemplos del nuevo concepto. Finalmente durante la práctica independiente, se les pide a los estudiantes que practique la habilidad o concepto por si mismos, lo que estimula la transferencia de información."*²⁵.

Según (Beyer ,1987) describe a la enseñanza directa de la siguiente manera:

"La enseñanza directa se refiere a clases académicamente enfocadas y dirigidas por el docente, con la utilización de materiales secuencializados y estructurados. El nombre se refiere a actividades de enseñanza donde las metas están claras para los alumnos: el tiempo asignado para la secuencia es suficiente y continuo; la cobertura del contenido es extensiva; el desempeño de los alumnos es monitoreado y la retroalimentación con los alumnos es inmediata Aquí el docente controla las metas de aprendizaje, elige los materiales apropiados para las

²⁵ Eggen Paúl D. y Donald P.Kauchak (1999), *Estrategias docentes. enseñanza de contenidos curriculares y desarrollo de habilidades del pensamiento*, FCE, Argentina

*habilidades del alumno y marca el ritmo de la secuencia de enseñanza. La interacción es (...) estructurada, pero no autoritaria*²⁶

1.5 Metodología de trabajo

Los tiempos en los cuales vivimos como estudiantes son muy diferentes al que ahora viven nuestros educandos, las condiciones cambian, la realidad es otra. La enseñanza que recibimos fue tradicional y ahora la investigación educativa nos plantea diversos mecanismos con los cuales nosotros podemos apoyarnos para tener un impacto más profundo en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se tomo como referencia algunos trabajos de investigadores del CESU (Centro de Estudios sobre la Universidad), del CCADET²⁷ (Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico), que han funcionado con estudiantes del nivel medio superior en nuestro país, pues nos permite revalorar nuestra práctica docente al considerar aspectos importantísimos en el proceso educativo. Es decir tratamos de adaptarnos a la realidad de nuestros educandos a través del constructivismo.

En ese sentido nuestra metodología se centró en la historia del electromagnetismo que desencadena una postura constructivista de la enseñanza y el aprendizaje de la física al emplear mapas conceptuales, prácticas de laboratorio, crucigramas y sopa de letras.

Cada clase fue video filmada para posteriormente hacer el análisis individual y grupal de nuestras presentaciones, con la finalidad de tener una perspectiva más amplia sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje.

²⁶ Beyer, B. (1987), *Practical strategies for the teaching of thinking*, Boston: Allyn and Bacon, EUA, pp 48-49.

²⁷ Fernando Flores- Maria Esther Aguirre. (2003), *Educación en Física, incursiones en su investigación*, UNAM- Plaza y Valdez – CESU, México, pp. 215-217.

Primeramente se estructuró y presento ante grupo el tema circuitos eléctricos resistivos en la practica docente II, con base a el diseño de una planeación didáctica que incluía una evaluación diagnostica a través de un cuestionario sobre conocimientos previos de circuitos eléctricos resistivos, una lectura con su respectivo cuestionario sobre historia de la electricidad desde los griegos hasta Alejandro Volta en donde el alumno empieza a conocer y relacionar conceptos que han surgido a través de la historia de la electricidad, se fue reforzado con la realización de tres prácticas de laboratorio (1.-Pilas extrañas, 2-circuitos eléctricos de corriente directa y 3.-ley de ohm), examen, mapa conceptual, sopa de letras, crucigramas, participación y una simulación por computadora del programa *Crocodile Circuits* sobre los elementos de un circuito eléctrico. En cada uno de estos mecanismos de aprendizaje el alumno va construyendo su conocimiento y relacionándolo con diversos aspectos de su vida cotidiana.

Por último se desarrollo y presento ante grupo el tema magnetismo y electromagnetismo con base a una planeación didáctica, que incluía una evaluación diagnóstica a través de un cuestionario sobre conocimientos previos del tema, así mismo se elaboró una lectura para los alumnos sobre la evolución del magnetismo y electromagnetismo con su respectivo cuestionario, tres prácticas de laboratorio (1.-experimento de Oersted, 2.-Motor eléctrico de corriente directa y 3.-Inducción electromagnética), examen, mapa conceptual, sopa de letras, crucigramas, participación y una presentación en power point sobre algunas analogías en electromagnetismo.

Capítulo 2

Propuesta didáctica sobre circuitos eléctricos resistivos, magnetismo y electromagnetismo del Programa de Física IV Área I de la Escuela Nacional Preparatoria.

2 Introducción y características de la materia

Introducción

Con la finalidad de contribuir a organizar y estructurar los contenidos temáticos sobre circuitos eléctricos resistivos de corriente directa, durante las asignaturas de didáctica de la disciplina II, práctica docente II, se procedió a realizar una planeación didáctica que fuera capaz de aportar elementos importantes hacia nuestro trabajo de investigación, en donde *el decir y el mostrar* fuera analizado a través de su video filmación correspondiente, cabe resaltar que el diseño de esta planeación didáctica, tomo como referencia los contenidos 4.2 circuitos eléctricos resistivos del programa de estudios de la escuela nacional preparatoria correspondiente a Física IV, área I, por ser el lugar donde se realizaría la práctica docente II, con un tiempo de 3 semanas, considerando realizar una práctica de laboratorio cada semana (con 4 sesiones de 50 minutos).

a) Ubicación de la materia en el plan de estudios.

Esta asignatura está ubicada, dentro del plan de estudios, en el sexto año del bachillerato; pertenece al núcleo propedéutico del área I, Físico-Matemáticas e Ingenierías, su carácter es teórico-práctico.

b) Exposición de motivos y propósitos generales del curso.

Para esta parte nos remitiremos a lo planteado en el plan del curso expuesto por la Escuela Nacional Preparatoria:

"El programa de Física IV, área I, se propone hacer más significativa y efectiva la enseñanza de la Física, de manera que el alumno preparatorio que ingrese a las facultades del área, apruebe los exámenes de diagnóstico que se aplican en ellas, no se vea obligado a desertar en los primeros semestres de su carrera a causa de una mala preparación en el área I de nuestro bachillerato.

En resumen, el curso de Física IV, área I, tiene como propósitos concretos, que el alumno sea capaz de:

*-construir modelos cuantitativos de algunas leyes básicas de la Física y contrastar experimentalmente las predicciones derivadas de los modelos, solucionar problemas de su entorno mediante la aplicación de estos modelos, en las condiciones adecuadas a este nivel, comprender las idealizaciones implícitas en las ecuaciones consideradas como modelos matemáticos aproximados de la realidad."*¹.

¹ <http://dgenp.unam.mx/planesdeestudio/96/index.html>.

2.1 Planeación didáctica sobre circuitos eléctricos resistivos

Propósito de la unidad 4

Que el alumno elabore un modelo para la corriente eléctrica y efectúe predicciones sobre el comportamiento de los diferentes elementos de circuitos resistivos y explique la transmisión y disipación de energía en estos circuitos; así como que visualice distintas configuraciones de campos eléctricos y magnéticos; que interprete, en términos cualitativos, las ecuaciones de Maxwell; comprenda el funcionamiento de motores, generadores. Tiempo destinado (12 sesiones de 50 minutos).

Conceptos físicos claves de la unidad: corriente eléctrica, diferencia de potencial (voltaje), potencia eléctrica, resistencia, carga eléctrica, potencial eléctrico, campo y variación de flujo eléctrico y magnético.

Contenidos	Estrategias de enseñanza	Estrategias de aprendizaje	Selección de lecturas material didáctico y	Mecanismos de evaluación
<p>4.2 <u>Circuitos eléctricos resistivos</u></p>	<p>-Análisis de información organizada sobre historia de la electricidad</p> <p>-Definir intensidad de corriente, voltaje y resistencia eléctrica y establecer la forma de medirlas.</p> <p>-Establecer un modelo para la corriente eléctrica que explique y haga predicciones sobre los efectos observados en circuitos</p> <p>-Utilizar la analogía hidráulica para explicar el funcionamiento de un circuito eléctrico.</p> <p>-Realizar una práctica sobre la Ley de Ohm.</p>	<p>-Cuestionario sobre conceptos previos de circuitos eléctricos resistivos</p> <p>-Lectura de casa sobre historia de la electricidad hasta A. Volta.</p> <p>- Discusión grupal sobre cuestionario de la lectura</p> <p>-Construir baterías con diferentes materiales: limón con zinc y cobre, pila de volta, cinta de magnesio. Realización de práctica de laboratorio.</p> <p>-Diseño de un mapa conceptual por equipos sobre lectura.</p> <p>- Secuencia de pilas y resistencias.</p> <p>-Predecir la iluminación de circuitos con conexiones: serie y paralelo y mixto usando pilas y focos.</p> <p>-Construcción de un modelo para la corriente eléctrica (usando método de pares de puntos).</p> <p>-Análisis de circuitos eléctricos con pilas y focos (cálculo de la corriente y voltaje que circulan por un elemento).</p> <p>- "Simulación con computadora sobre circuitos eléctricos de corriente directa"²</p> <p>-Solución de problemas sobre circuitos eléctricos empleando programa por equipos.</p> <p>-</p>	<p>Lectura</p> <p>1.-historia de la electricidad desde los griegos hasta Alejandro Volta*</p> <p>Libro:Alvarenga Álvarez, Máximo y Beatriz, <i>Física General</i> (2003), Oxford, México.</p> <p>*Material para alumnos elaborado por Leon Salinas David e Campos Flores Ignacio.</p> <p>Libro:Hecht Eugene (1987), <i>Física en perspectiva</i>, Addison Wesley Ibero Americana, México. 1987.</p>	<p>Participación en clase, cuestionario, tareas, lecturas, examen trabajo en equipo e individual, práctica de laboratorio y elaboración de material, mapa conceptual, examen.</p> <p>Tiempo : 12 sesiones de 50 minutos</p>

² http://www.crocodile-clips.com/s3_4.htm

2.1.1 Contenidos declarativo, procedimental y actitudinal para el subtema 4.2 circuitos eléctricos

Tabla de contenidos: declarativo, procedimental y actitudinal en la enseñanza de circuitos eléctricos resistivos de acuerdo a la unidad 4 del plan de estudios de Física IV en la ENP.

Contenidos	Estrategias de enseñanza-aprendizaje	Recursos	Formas de evaluación
<p>Declarativo.- El alumno conocerá las características de los circuitos eléctricos resistivos de corriente directa.</p> <p>Procedimental.- Armará el alumno circuitos con conexión en serie y en paralelo con pilas y focos, prediciendo y relacionando la intensidad de luz del foco con la corriente que circula.</p> <p>Actitudinal.- Reconocerá el alumno la importancia del trabajo colaborativo en su aprendizaje sobre los circuitos eléctricos de corriente directa.</p>	<p>-A través de una lluvia de ideas los alumnos manifiestan las características que presentan los circuitos eléctricos con conexión en serie y conexión en paralelo, anotándolas en el pizarrón.</p> <p>-Predecir el comportamiento en un circuito en serie y un circuito en paralelo con tres focos conectados en cada uno de ellos y después variando el voltaje.</p> <p>-Experimentar en equipos con pilas y focos para armar circuitos en serie y paralelo.</p> <p>- Uso de la analogía hidráulica con un circuito eléctrico.</p> <p>-Establecer la ley de Ohm (con un circuito con conexión en serie, con una resistencia eléctrica y diferentes pilas medir la corriente que presenta al variar el voltaje)</p> <p>-Analizar, mediante gráficas, la relación de voltaje contra corriente (ley de Ohm).</p>	<p>Gis y pizarrón Material de Laboratorio Focos, pilas, caimanes, tablas de madera, sockets. formato de tres prácticas de laboratorio 1.-Pilas extrañas,2.- Circuitos eléctricos y 3.- Ley de ohm. Lectura sobre historia de la electricidad desde los griegos hasta Alejandro Volta.</p>	<p>Cuestionario</p> <p>Participación de equipos</p> <p>Reporte de práctica sobre (pila y circuitos eléctricos y ley de Ohm).</p> <p>Mapa conceptual Examen</p>

2.1.2 Contenidos procedimentales para el tema de circuitos eléctricos resistivos

Característica	Procedimiento (Trabajo por equipos de Máximo 5 integrantes)	Forma de evaluar
1.-Adquisición de la información	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis de lectura: historia de la electricidad desde los griegos hasta la aportación de Alejandro Volta. - Selección de conceptos importantes para realizar un mapa conceptual sobre la lectura. 	Participación 10% (Individual y equipo) Tareas: 15%
2.- Interpretación de la información	<ul style="list-style-type: none"> - Realización de un cuestionario donde identifica conceptos importantes sobre la electricidad e interpreta en sesión plenaria diversos ejemplos sobre las preguntas. -Identificar que es un circuito eléctrico y sus elementos. -Usar algunos modelos de baterías para interpretar el voltaje o diferencia de potencial. 	Cuestionario por equipos 10% (Historia de la electricidad desde los griegos hasta Alejandro Volta)
3.- Análisis de la información	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar por equipos un mapa conceptual sobre la historia de la electricidad con conceptos clave de la lectura. - Analizar y comparar las funciones de cada elemento de un circuito. - Hacer una batería con una moneda, jugo de limón y cinta de magnesio, hacer una batería voltaica con monedas de zinc y cobre. 	Práctica de laboratorio (Pilas, circuitos eléctricos y Ley de Ohm). 20%
4.-Comprensión y organización conceptual	<ul style="list-style-type: none"> - Encontrar relaciones entre conceptos diversos en los mapas conceptuales al comparar con otros equipos. -Comprender que hay una relación entre la corriente eléctrica que circula en un foco con el brillo que emite. 	Solución de problemas 20% (examen)
5.- Comunicación de la información	<ul style="list-style-type: none"> -Expresar ante grupo mapa conceptual sobre evolución de conceptos sobre electromagnetismo -Predecir por equipos el brillo de un foco en un circuito. -Realización de una pila por equipos. 	Mapa conceptual. 25% (Historia de la electricidad y circuitos eléctricos resistivos de corriente directa), interpretación de mapas conceptuales por equipos.

2.1.3 Síntesis de planeación didáctica por sesiones para el profesor.

Contenidos Temáticos (12 sesiones)	Mecanismos de evaluación
Presentación e Introducción del tema. Cuestionario de conocimientos previos sobre circuitos eléctricos	Cuestionario de conocimientos previos
Lectura : evolución de la electricidad con su respectivo cuestionario	Cuestionario
Realizar un mapa conceptual sobre los conceptos clave de la evolución de la electricidad. Tarea1: Pila de A.Volta, ¿qué es el volt? y Biografía de A. Volta.	Rubrica sobre mapa conceptual, tarea 1
Definición de diferencia de potencial (porque se llama volt), ¿de cuántas maneras puedes conectar un foco? Función de una batería en un circuito	Participación
Práctica "Pilas extrañas".	Practica 1
Identificar los elementos de un circuito eléctrico y sus funciones. Tarea 2: ¿qué es resistencia eléctrica, unidades?, ¿qué es corriente eléctrica, unidades?	Tarea 2, participación.
Uso del multímetro en diferentes circuitos, para realizar mediciones de corriente, voltaje y resistencia eléctrica.	Participación
Práctica con pilas y focos de corriente directa (circuito con conexión : serie, paralelo y mixto)	Practica 2
Predicción de brillo en un elemento de circuito Tarea 3: ¿Qué es corriente eléctrica? y Biografía de Ampere y ley de Ohm	Tarea, participación.
Importancia de la Ley de Ohm y características en los circuitos eléctricos resistivos.	Participación
Práctica sobre ley de Ohm y cálculo de corrientes en circuitos eléctricos serie y paralelo	Práctica 3
Simulación con computadora de circuitos eléctricos de corriente directa, resaltando la importancia en aparatos electrodomésticos. Tarea 4 ¿Qué es potencia eléctrica?, biografía de James Watt	Tarea 4, participación.
Ejercicio sobre circuitos eléctricos resistivos (el examen en realidad es casi el mismo sobre conceptos previos con algunas modificaciones para ver si hubo cambio).	Examen
Soluciones a los ejercicios	Participación
Análisis grupal, para resolver dudas y complementar ideas.	Participación.
Entrega de evaluaciones finales	
Dudas sobre calificaciones	
Evaluación de los alumnos al profesor.	Cuestionario.

2.2 Cuestionario sobre evaluación diagnóstica de circuitos eléctricos resistivos.

Instrucciones: Anota la respuesta que mejor consideres en cada uno de los siguientes enunciados.

Nombre: _____ **Grupo:** _____ **Edad** _____ **Sexo:** _____

1.- ¿Qué es un circuito eléctrico? _____

2.- ¿Cuáles son los principales elementos de un circuito eléctrico de corriente directa? _____

3.- ¿Qué es una fuerza electromotriz? _____

4.- ¿Qué es un conductor? _____

5.- ¿Qué es un aislante? _____

6.- ¿Qué es la corriente directa? _____

7.- ¿Qué es la corriente alterna? _____

8.- ¿Qué es un interruptor? _____

9- Da tres ejemplos de elementos resistivos _____

10.- Dibuja el símbolo de una batería

11.- Dibuja el símbolo de una resistencia

12.- ¿Cómo podrías calcular de una manera indirecta la potencia de un foco? _____

13.- Da tres ejemplos de elementos de un circuito que utilicen corriente directa _____

14.- ¿En honor de quien se asignaron las unidades de resistencia eléctrica? _____

15.- ¿Cuáles son las unidades de la corriente eléctrica? _____

16.- ¿Cuál es la función de una batería en un circuito eléctrico? _____

17.- ¿Cómo podrías hacer una batería? _____

18.- Dibuja un circuito eléctrico que presente conexión en serie

19.- Dibuja un circuito eléctrico que presente conexión en paralelo

20.- Dibuja un circuito con conexión mixta.

21.- ¿Qué es un cortocircuito?

22.- ¿Qué es un circuito abierto?

2.3 Documento para los alumnos sobre la historia de la electricidad desde los griegos hasta A.Volta.

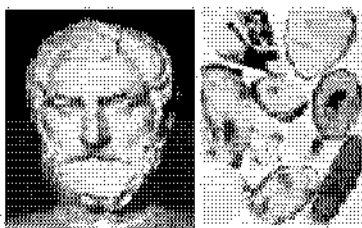
"We see more of things themselves when we see more of their origin"
G.K.Chesterton.

Introducción

Desde la época de los griegos se tenía idea sobre el comportamiento de algunos fenómenos, en los que estaban presentes las cargas eléctricas en reposo y movimiento y es hasta el invento de la pila voltaica que se marca una etapa decisiva en la evolución de los conceptos relativos a la electricidad.

El siglo XIX fue una época donde grandes científicos aportaron con su conocimiento sobre la física clásica, cuyos cimientos colocaron Galileo, Huygens y Newton. La riqueza de ideas y descubrimientos que dicho siglo aporta a todas las ramas de la investigación es tanta que hasta oscurece el resplandor de la centuria de los tres iniciadores. Las primeras décadas del siglo XIX crean las ciencias de la electrodinámica. Así tenemos que personajes como Galvani, Volta, Faraday, Hertz y Maxwell aportaron ideas e inventos que hicieron florecer la electricidad.

Desde tiempos inmemoriales el hombre se dio cuenta de que después de frotar con paño un tipo de resina llamada ámbar, ésta adquiría la capacidad de atraer algunos objetos ligeros, como trozos de papel. La historia registra a Tales de Mileto, filósofo y matemático griego, como el primero que hizo experimentos de esta naturaleza, aunque es bastante probable que desde antes se conociese este tipo de fenómeno. En griego, ámbar se dice *elektron* y de esta palabra se deriva electricidad. Durante muchos siglos este tipo de experiencias no fueron sino meras curiosidades.

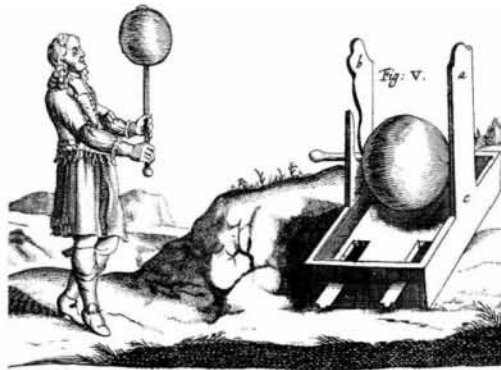


Thales de Mileto
624-547 ac

El ámbar es un mineral orgánico resultante de la polimerización espontánea de la resina de coníferas fósiles; translúcido, de color amarillo o pardo y brillo resinoso. Arde con facilidad, desprendiendo un olor agradable, y se electriza por frotamiento. Debido a su escasa densidad, flota en el agua de mar.

En el año de 1663, Otto Von Guericke (1602-1686) de Magdeburgo, Alemania, construyó el primer generador de electricidad. Este aparato cargaba objetos por medio de fricción. Sobre un armazón de madera Von Guericke montó una esfera de azufre sobre un eje. Mientras con una mano hacía girar la esfera, con la otra la presionaba. Así obtenía cargas eléctricas sobre la esfera, que atraían diversos objetos cercanos. El funcionamiento de esta máquina estaba basado en el experimento arriba descrito en que se frotaba una sustancia con otra. El famoso científico inglés Isaac Newton (1642-1727) propuso usar una esfera de vidrio en lugar

de una de azufre. Al transcurrir los años se diseñaron diferentes variantes, gracias a lo cual se construyeron máquinas cada vez con mayor capacidad de producir carga eléctrica.



Así, en las primeras décadas del siglo XVIII ya existían máquinas que producían cargas eléctricas por medio de fricción. Funcionaban esencialmente a base de discos que se hacían girar por medio de manivelas. Al girar se friccionaban con otra superficie y se cargaban, de la misma forma en que un trozo de vidrio se carga al frotarlo con un paño. Estas máquinas producían cantidades respetables de carga eléctrica y al acercarlas a otras superficies se producían chispas. Era muy frecuente encontrar estas máquinas en salones de juegos, pues hacían que los cabellos de las señoras se pusieran de punta al ser atraídos por las cargas generadas.

Hacia principios del siglo XVIII se inició la investigación detallada de los fenómenos eléctricos. Entre 1729 y 1736 dos científicos ingleses, Stephen Gray (1696-1736) y Jean Desaguliers (1683-1744) dieron a conocer los resultados de una serie de experimentos eléctricos muy cuidadosos. Encontraron que si frotaban un tubo de vidrio con un trozo de corcho y se unía con un alambre metálico se electrificaba el vidrio. Comprobaron que el corcho se electrificaba ya que al acercarle trozos de papel éstos eran atraídos por él. Este fenómeno persistía aun si el vidrio y el corcho se separaban a distancias de 300 metros. Si en lugar de efectuar la unión con un alambre metálico empleaban un hilo de seda, el corcho no se electrificaba. Además descubrieron que si la línea de transmisión hacía contacto con el suelo, o sea con la tierra, el corcho se descargaba.

Con todos estos experimentos llegaron a la conclusión de que la electrificación era un efecto que se presentaba en la superficie de los cuerpos, en donde aparecía lo que llamaron una "virtud" o "fluido" eléctrico al que en la actualidad se le llama carga eléctrica. Encontraron que la carga eléctrica podía moverse libremente de un cuerpo a otro a través de ciertos materiales que llamaron conductores (el cuerpo humano, los metales, el aire húmedo, etc.). También existen materiales que no conducen electricidad, a los que se llama aisladores o no-conductores (la madera, la seda, la cerámica, etcétera).

El científico francés, Francois du Fay (1698-1739), hizo otro tipo de experimentos que reportó entre 1733 y 1734. Frotó con tela de seda dos tubos de vidrio iguales. Al acercar los tubos vio que siempre se repelían. Así concluyó que dos materiales idénticos se repelen cuando se electrifican en formas idénticas. Como cada uno de los tubos adquiere el mismo tipo de carga, por lo que se puede afirmar que cargas

iguales se repelen. "El mismo du Fay hizo muchos experimentos con diferentes materiales y llegó a la conclusión de que existen dos tipos de electricidad"³; a una la llamó vitrosa (la que aparece cuando se frota con seda el vidrio) y a la otra resinosa (la que aparece cuando se frota al hule con piel).

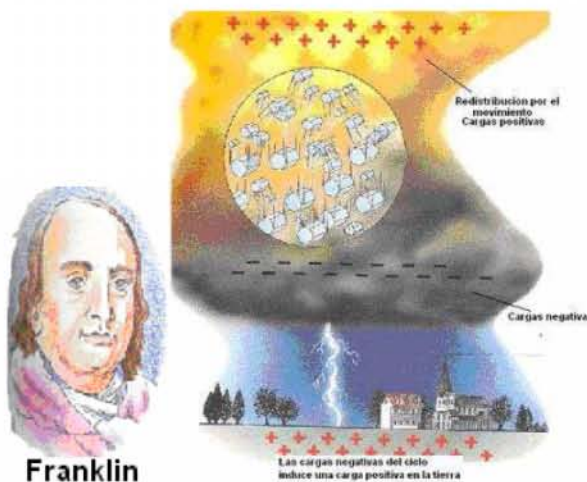
Hacia 1746 Pieter van Musschenbroek, en Leiden, Holanda, construyó el primer dispositivo para almacenar cargas eléctricas. "Se trataba de una botella de vidrio que estaba recubierta, tanto en sus paredes interiores como exteriores, de una capa muy delgada de panes de plata"⁴. En esta famosa botella de Leiden se pudieron almacenar cantidades de carga eléctrica, producidas por máquinas de fricción.

Posteriormente se diseñaron otros dispositivos más prácticos y cómodos para almacenar carga eléctrica, a los cuales se llamó condensadores.



Al principio la botella de Leiden tenía agua en su interior. Mr. Monnier fue el primer hombre quién descubrió que esta botella podía retener la electricidad por un tiempo.

Durante la siguiente década, Benjamín Franklin (1706-1790) realizó estos mismos descubrimientos en Estados Unidos, sin conocer los trabajos del francés. Según él, "el vidrio electrificado había adquirido un exceso de fluido (carga) eléctrico, a lo que llamo estado positivo. Al estado de la seda con la que frotó el vidrio lo llamó negativo"⁵, pues consideraba que había tenido una deficiencia de fluido (carga) eléctrico. Esta terminología de Franklin es la que se utiliza hasta hoy en día, aunque no se acepten las ideas con que las que la concibió este científico.



Franklin en el verano de 1752 durante una tempestad hizo volar una cometa de seda provista de una punta metálica y sujeta a una cuerda conductora, que terminaba en una clavija de hierro; ésta llevaba un hilo de seda que Franklin tomó con la mano. De la clavija metálica pudo sacar innumerables chispas; él estaba convencido de que las nubes no pueden estar cargadas negativamente, pero la experiencia le demostró lo contrario. Creía que las puntas de sus pararrayos roban a las nubes tempestuosas su electricidad.

Hacia mediados del siglo XVIII, mientras efectuaba algunos experimentos, Benjamín Franklin se dio cuenta de que durante las tormentas había efectos eléctricos en la

³Gamow Georg (1971), *Biografía de la física*, Salvat, España, pág. 106.

⁴Open cit, Pág. 107

⁵Hildret Skilling Hugh (1948), *Exploring electricity*, Ronilet Press Company, New York, pp.16-17.

atmósfera, y descubrió que los rayos eran descargas eléctricas que partían de las nubes a otras o hacia algún punto de la superficie terrestre. Franklin logró descargar cargas eléctricas de la atmósfera por medio de varillas muy picudas. A la larga, esto dio lugar a la invención del pararrayos, que consistía en una varilla metálica terminada en pico conectada a la tierra; las cargas eléctricas del rayo eran atraídas a la varilla y conducidas a la tierra. Con esto se evitaba que un rayo cayera sobre una casa, pues era conducido a tierra sin causar ningún daño. Posiblemente ésta fue la primera aplicación práctica de la investigación científica de la electricidad.

"La mayor parte de los relámpagos de la nube hacia el suelo son negativos: 90%, en promedio"⁶, Los restantes son casi siempre positivos, ya que los bipolares no pasan del 1%.

En resumen, existen en la naturaleza dos tipos de cargas eléctricas: positiva y negativa. Además, se puede concluir de una multitud de resultados experimentales que dos cargas eléctricas del mismo tipo (negativa-negativa o positiva-positiva) se repelen, mientras que dos cargas de tipos distintos (positiva-negativa) se atraen.

Entre los primeros en utilizar el concepto de carga eléctrica se encuentra Cavendish. Sus resultados sobre electricidad realizados entre 1760 y 1800, anticiparon muchos conceptos como la medida de la capacitancia de un condensador, la dependencia de la fuerza entre cargas con el inverso del cuadrado de la distancia y el concepto de resistencia, pero su oposición a publicar sus resultados motivo que estos no fueran conocidos durante su vida. No fue hasta que en 1879, "Maxwell descubrió sus manuscritos y cuadernos de notas y publicó esta información"⁷.

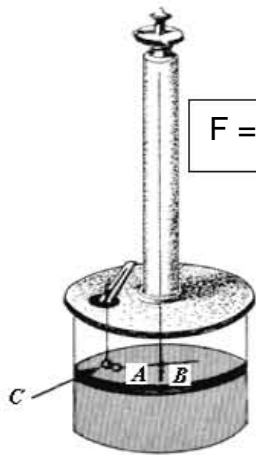
Hasta fines del siglo XVIII, en 1785, que el ingeniero militar francés "Charles Auguste Coulomb (1736-1806) pudo medir con bastante precisión las características de las fuerzas entre partículas eléctricamente cargadas. Para ello utilizó un péndulo de torsión (Figura 1) que consiste en una barra AB que está sujeta en por medio con un alambre vertical. Cuando uno de los extremos experimenta una fuerza, la barra gira y hace que el alambre se tuerza. Midiendo el ángulo que gira el alambre se puede determinar la magnitud de la fuerza que experimentó el extremo de la barra. Coulomb colocó en el extremo A de su péndulo una carga y acercó otra carga C. Cambiando los valores de las cargas y manteniendo la distancia entre A y C fija, encontró que mientras más grande es cada una de las cargas, mayor es la magnitud de la fuerza entre ellas"⁸ (ya sea de atracción si las cargas son opuestas, o de repulsión si son iguales). De hecho, si una de las cargas aumenta al doble, la fuerza aumenta al doble, si la carga aumenta al triple, la fuerza aumenta al triple y así sucesivamente. Además, mientras más separadas estén las cargas, menor será la fuerza.

Así si la distancia entre A y C aumenta al doble, la fuerza disminuye a la cuarta parte; si la distancia aumenta al triple, la fuerza disminuye a la novena parte, etc. Este conjunto de resultados recibe el nombre de ley de Coulomb.

⁶ <http://www.ciencia-hoy.retina.ar/hoy44/torm5.htm>

⁷ Open cit. Pág.90.

⁸ Heilbron J.L., *Elements of early modern physics*, Cambridge University Press, EUA, pp.225-227



$$F = Kq_1q_2 / r^2$$

La ley de Coulomb nos dice que la fuerza que se ejerce entre dos cargas eléctricas puntuales es directamente proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre ambas.

Donde:

F= Fuerza en Newton [N]

K= Constante de proporcionalidad $9 \times 10^9 \text{N.m}^2/\text{C}^2$

q_1 y q_2 = cargas en coulombs [C]

Figura 1. Aparato diseñado por Coulomb para medir la fuerza entre cargas eléctricas.

Por otro lado, hacia la última parte del siglo XVIII un gran número de personas empleó animales para estudiar las descargas eléctricas y utilizó como fuentes máquinas de fricción y botellas de Leiden. Una de estas personas fue Luigi Galvani (1737-1798), profesor de anatomía en la Universidad de Bolonia, Italia. Sus discípulos se dieron cuenta de que cuando se sacaban chispas de un generador y se tocaban simultáneamente las patas de una rana con un bisturí, éstas se contraían. Galvani estudió con más detalle este curioso fenómeno. En primer lugar, unió una extremidad de la rana a un pararrayos y la otra la fijó a tierra por medio de un alambre metálico. Descubrió que los músculos se estremecían cuando había tormenta, pues las cargas que recogía el pararrayos se transportaban a través del músculo hasta la tierra.

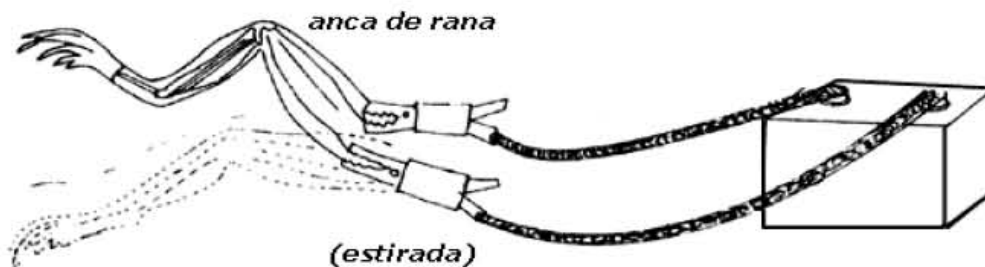


Figura 2. Si los metales hierro y cobre se unen, el anca de la rana se contrae debido al paso de una corriente eléctrica.

La conexión la realizó de la siguiente manera: en un extremo de la pata conectó un alambre de cobre, mientras que en el otro extremo conectó uno de hierro (Figura 2). En cierto momento, y de manera accidental, juntó los alambres y se dio cuenta de que la pata se contraía.

De sus experiencias anteriores sabía que esta contracción ocurría solamente cuando una carga eléctrica pasaba por la pata, pero ¡no había conectado ningún extremo a ninguna fuente de carga eléctrica! Así llegó a la conclusión de que si se formaba un circuito cerrado entre dos metales que pasara por la pata, se generaba una corriente eléctrica que circulaba por el circuito. Sin embargo, Galvani creyó que la fuente de la

electricidad estaba en lo que llamó "*electricidad animal a finales de abril de 1792*"⁹. Galvani se dedicó a hacer experimentos con diferentes animales creyendo que había descubierto y confirmado la veracidad de la electricidad animal. Con el tiempo se comprobó que sus hipótesis no eran correctas.

El nombre de Galvani ha quedado asociado al efecto eléctrico del paso de una corriente que se pueden observar en un galvanómetro, el nombre dado por Ampere en su honor al instrumento que detecta la presencia de una corriente eléctrica.

Alejandro Volta (1745-1827), profesor de la Universidad de Pavia, Italia, se enteró de los experimentos de Galvani y los volvió a hacer, usando lo que llamó ranas "galvanizadas". Sin embargo, no aceptó la explicación de Galvani. Volta pues se dio cuenta de que para lograr el efecto, solo se necesitaba cobre, hierro y el líquido del tejido muscular. Hizo una serie de experimentos muy cuidadosos, utilizando alambres de diferentes materiales; así descubrió que si usaba estaño y cobre lograba una corriente relativamente fuerte, mientras que si usaba hierro y plata el efecto era poco intenso.

Siguiendo esta línea de pensamiento dejó de usar ranas y puso su propia lengua entre los metales, logrando el mismo efecto; en seguida probó con diferentes líquidos entre los metales y siempre encontró el mismo efecto. El caso más satisfactorio fue cuando usó placas de zinc y cobre en un ácido líquido (Figura 3). De esta manera llegó a la conclusión de que el efecto descubierto por Galvani no tenía nada que ver con "electricidad animal" sino que se debía a una reacción química entre el líquido, llamado electrolito, y los dos metales. Es así como Volta construyó lo que posteriormente se llamó una pila voltaica, que fue el primer dispositivo electroquímico que sirvió como fuente de electricidad.

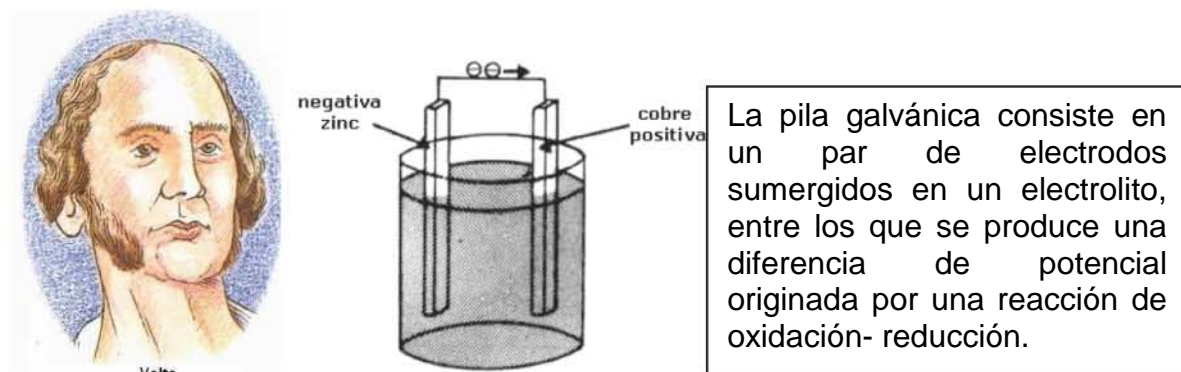


Figura 3. Esquema de una de las primeras baterías eléctricas de Volta.

Entre los extremos de los metales, fuera del electrolito, se genera una diferencia de potencial, o voltaje, que puede dar lugar a una corriente eléctrica. En la pila de la figura 3 el zinc adquiere carga negativa, mientras que el cobre adquiere carga positiva. Al zinc se le llama cátodo y el cobre recibe el nombre de ánodo. Así se tiene una fuente de electricidad distinta a la generada por fricción. Con este medio químico para obtener electricidad se abrieron nuevas posibilidades de aplicación práctica y experimental.

⁹ Hildret Skilling Hugh (1948), *Exploring electricity*, Ronilet press company, New York, pp.35-36.

La explicación de las reacciones químicas que ocurren en la pila o celda voltaica se dio muchos años después, ya que en la época de Volta la química apenas empezaba a desarrollarse como ciencia moderna. Solamente diremos que, por un lado, el zinc adquiere un exceso de electrones, mientras que por el otro, el ácido con el cobre al realizarse la reacción química se establecen cargas eléctricas positivas. Al unir el cobre con el zinc por medio de un alambre conductor, los electrones del zinc se mueven a través del alambre, atraídos por las cargas del cobre y al llegar a ellas se les unen formando hidrógeno.

Desde entonces se han construido diferentes tipos de pilas o baterías. Un avance importante fue la pila con el electrolito sólido, o sea, la llamada pila seca, como las que usamos hoy en día en los aparatos eléctricos portátiles.

El descubrimiento de Volta se expandió como reguero de pólvora. Muy pronto en muchos países europeos se construyeron pilas voltaicas de diferentes tipos, que fueron una buena forma para conocer las propiedades y efectos electroquímicos, térmicos, magnéticos, etc., de la electricidad.

Volta recibió en vida muchos premios y agasajos. En 1881 el Congreso Internacional de Electricistas decidió honrarlo dando su nombre a la unidad de diferencia de potencial: el volt, a la que se suele también llamar de manera más familiar, voltaje.

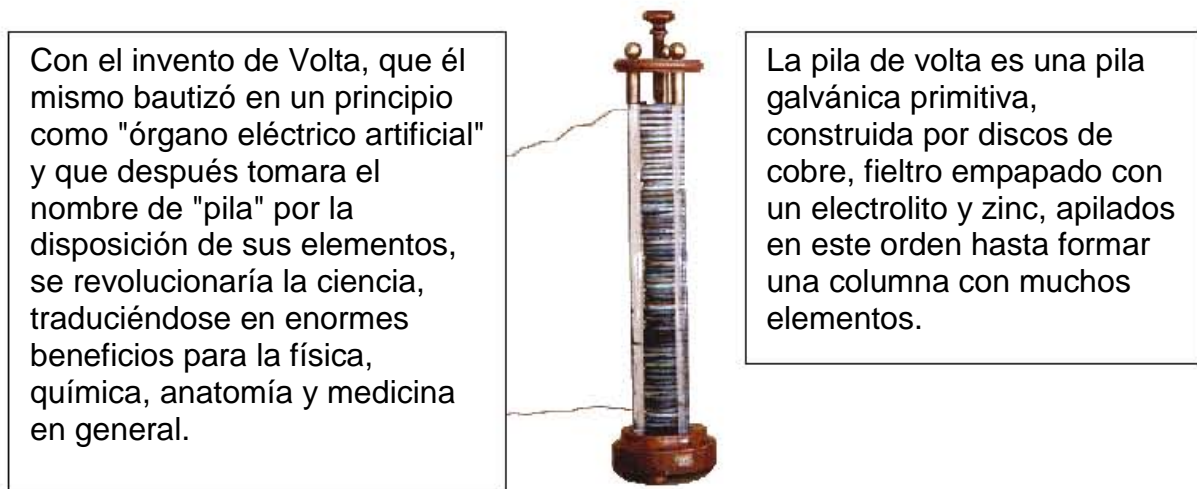


Figura 4. Pila de A. Volta de discos de cobre y zinc.

La posibilidad práctica de construir pilas voltaicas produjo una revolución en el estudio de la electricidad. Hemos de mencionar que en muchos laboratorios era muy poco factible construir las máquinas de electricidad por fricción, ya que presentaban diferentes inconvenientes como el tamaño y costo; sin embargo, las pilas eran relativamente baratas, logrando el avance de la ciencia química ya que estaban al alcance de muchos laboratorios; de otra manera no se hubieran podido realizar muchas investigaciones científicas. Gran parte de los primeros descubrimientos electroquímicos fueron hechos precisamente con pilas voltaicas. Poco después de haber recibido una carta de Volta en la que explicaba cómo construir una pila, William Nicholson (1753-1825) y Anthony Carlisle (1768- 1840) construyeron en Londres uno de estos dispositivos, y con el fin de conseguir una mejor conexión eléctrica,

conectaron cada una de las terminales de la pila a un recipiente con agua. Se dieron cuenta de que en una de las terminales aparecía hidrógeno y en la otra, oxígeno. Fue así como descubrieron el fenómeno de la electrólisis, en el que, por medio de una corriente eléctrica, se separan los átomos que componen la molécula del agua. Humphry Davy (1778-1829), también en Inglaterra, descompuso por medio de la electrólisis otras sustancias, y así descubrió los metales sodio y potasio al descomponer electroquímicamente diferentes sales minerales, como la potasa cáustica, la sosa fundida, etc. También obtuvo electroquímicamente los elementos bario, calcio, magnesio y estroncio. Poco después Faraday descubrió, también con las pilas voltaicas, las leyes de la electrólisis.

Entre los estudios de los fenómenos de la corriente eléctrica se encuentran los debidos a Georg Simon Ohm (1785-1854) profesor de la universidad politécnica de Colonia y más tarde de Munich, Utilizando la idea de la conducción del calor propuesta por Fourier entre dos cuerpos a distinta temperatura, Ohm propuso en 1827 el flujo de una corriente eléctrica (I) entre dos potenciales distintos (V) teniendo en cuenta la resistencia eléctrica del conductor (R), y formulo la ley que lleva su nombre ($I = V / R$) en *Die galvanische Kette Mathematische bearbeitet* (El circuito galvanico tratado matemáticamente).

Ohm no tenía una clara del significado de V en su ley, y la concibió como "*la fuerza electroscópica*". El significado correcto de diferencia de potencial fue interpretado por Gustav R. Kirchhoff (1824-1887) en 1845 cuando siendo aún estudiante formuló sus dos leyes:

- En la primera expresa la conservación de la carga eléctrica de forma que la suma de las corrientes que entran en un nodo es nula.
-
- En la segunda establece que en un circuito cerrado la suma de las diferencias de potencial es nula, de acuerdo a la conservación de la energía.

2.4 Cuestionario del documento sobre la Historia de la electricidad desde los griegos hasta A. Volta

Instrucciones: De acuerdo a la lectura sobre historia de la electricidad desde los griegos hasta Alejandro Volta responde las siguientes preguntas

- 1.- ¿Qué personaje registra la historia como el precursor en experimentos con ámbar?
- 2.- ¿Qué quiere decir electrón en griego?
- 3.- ¿En el siglo XVIII como se le llamaba a la carga eléctrica?
- 4.- ¿Qué son los conductores eléctricos?
- 5.- ¿Cuáles son los dos tipos de electricidad según el científico Francés Du Fay?
- 6.- ¿Cuál es la terminología de Benjamín Franklin sobre los fluidos (cargas eléctricas)?
- 7.- ¿Quién logró medir con bastante precisión la fuerza entre las cargas eléctricas?
- 8.- ¿De qué depende la fuerza entre las cargas eléctricas?
- 9.- ¿Por qué fenómeno obtenía cargas eléctricas Otto von Guericke?
- 10.- ¿Quién construyó el primer dispositivo para almacenar cargas eléctricas?
- 11.- ¿Qué es un pararrayos?
- 12.- ¿En que consiste el experimento de Luigi Galvani?
- 13.- ¿Qué entendía Luigi Galvani por electricidad animal?
- 14.- ¿Describe el funcionamiento de la pila de Alejandro Volta?
- 15.- ¿En honor de quien se designa la unidad para la diferencia de potencial?
- 16.- ¿En qué consiste el fenómeno de la electrolisis?
- 17.- ¿Cómo concibió al inicio su ley Ohm?
- 18.- ¿En que consisten las dos leyes de Kirchhoff?

2.5 Prácticas sobre electricidad

Práctica 1: Pilas extrañas

Introducción.

El empleo de las "pilas" como fuentes de fuerza electromotriz continua, logró una revolución científica en la ciencia, específicamente en el electromagnetismo, ya no se dependía de la botella de Leiden, cuyos efectos eran efímeros para muchos experimentos y no permitían trascender en las observaciones y fue precisamente el Italiano Alejandro Volta quien las desarrolló en 1800 con el fin de reproducir y rectificar los experimentos y teorías de Galvani. Este aparato fue el primero que desarrolló electricidad de manera continua. La pila consta de una columna cilíndrica formada por discos de cobre y zinc colocados alternadamente. Dos discos superpuestos de cobre y zinc reciben el nombre de "par electromotor". Estos pares están separados por rodajas de paño que se empapan en ácido sulfúrico diluido. Este conjunto está sostenido verticalmente por tres cilindros macizos de vidrio y en la parte inferior se encuentra un disco aislante de vidrio. Todo esto reposa a su vez en una peana de madera. Cuando la pila está montada, el extremo superior se carga positivamente (defecto de electrones) y el inferior negativamente (exceso de electrones), dando lugar a los polos positivo y negativo. Cuando se ponen en contacto estos polos a través de un cuerpo conductor, se produce una corriente eléctrica. La electricidad se produce al realizarse la reacción química entre los dos metales (cobre y zinc) con el electrolito. El uso de esta pila resultó engorroso y poco cómodo.



Objetivo.

- Realizar un modelo representativo de la pila de Volta con láminas de cobre y zinc, de tal manera que se obtenga una diferencia de potencial (o comúnmente llamado "voltaje").
- Realizar diferentes tipos de pilas usando limón, guayaba, papa y tiras de magnesio.
- Determinar la función de una pila en un circuito eléctrico.

Conceptos previos

Diferencia de potencial

Fuerza electromotriz

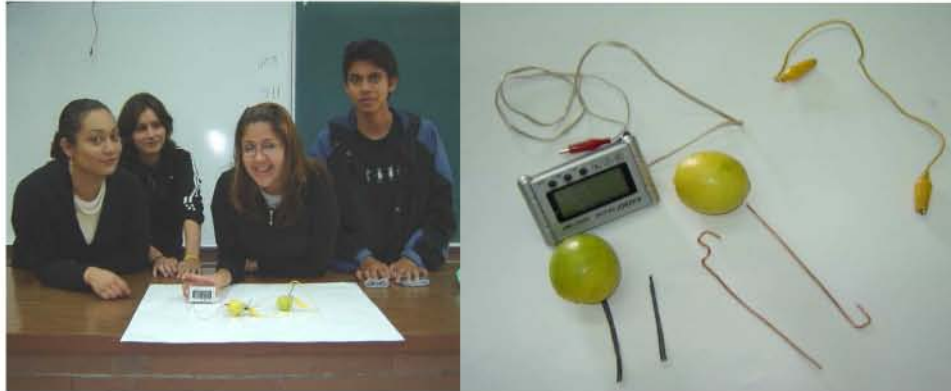
Galvanómetro

Multímetro.

Circuito eléctrico

Material

2 papas	1 moneda de cinco pesos
2 guayabas	1 multímetro
2 limones	1 Led
6 barras de cobre	2 cm de cinta de magnesio
6 barras de zinc	6 clips
1 Reloj digital	1 galvanómetro
2 caimanes	30 mililitros (sulfato de sodio al 1 molar)
papel filtro	



Desarrollo.

1.- Pila de Volta.- Reproducir el experimento de la pila Voltaica, con las barras de cobre y zinc y entre ellas un paño previamente empapado de una mezcla de electrolito (sulfato de sodio al 1 molar), colocar alternativamente los pares de barras de cobre y zinc, separados por un pedazo de paño humedecido, y por último atar un alambre al disco de zinc superior y otro al de cobre de la base., para medir la diferencia de potencial entre los extremos libres de ambas barras.

¿Qué sucedería con la diferencia de potencial en los extremos si una vez que están las 6 barras de cobre y zinc se van quitando de par en par las barras?

2.- Pila de limón, guayaba y papa. Insertar un par de electrodos en el limón; por ejemplo, un trocito de alambre de cobre y una tira de zinc. El "voltaje" de la batería del limón puede expresarse en términos de su fuerza electromotriz (fem). Medir la diferencia de potencial entre los electrodos con un multímetro, así como conectar en los electrodos un reloj digital, para visualizar la función de una pila en un circuito eléctrico.

Realiza varias modificaciones a la distancia de separación entre los electrodos y anota todas tus observaciones. Usa un galvanómetro para verificar que existe carga entre los electrodos, repetir el proceso con la guayaba y la papa. Investiga y explica cada uno de los fenómenos.

3.- Pila con una moneda de 10 o de 5 pesos.- Se coloca encima de la moneda jugo de limón y se aproxima la cinta de magnesio que al reaccionar con el ácido cítrico se convierte en la terminal negativa de la pila. Se puede colocar un multímetro entre un extremo de la cinta y una parte de la moneda para observar el voltaje (ver si es posible que encienda un led). Investiga y explica el fenómeno.

4.- Realizar una tabla, donde se indique el voltaje obtenido con las diferentes pilas e indicar: ¿cual fue tu mejor pila?

Nota: tienen que poner en su reporte observaciones y conclusiones

Bibliografía.

MAXIMO ANTONIO Y ALVARENGA BEATRIZ, (2003), *Física General con experimentos sencillos*, Oxford, México.

PÉREZ MONTIEL HÉCTOR. (2000), *Física General*, Grupo Patria Cultural, México

RESNICK, D. HALLIDAY, R. (1986), *Física*, CECSA, México.

WHITTAKER EDMUND. (1951), *A History of the Theories of An ether and Electricity*, Thomas Nelson and Sons Ltd, Canada

Práctica 2: Circuitos eléctricos

Objetivo:

Establecer reglas sobre la corriente y el voltaje a partir de un circuito conectado en serie y otro conectado en paralelo.

Conceptos previos:

Circuito eléctrico, diferencia de potencial, batería, circuito con conexión: serie, paralelo y mixto, corriente eléctrica, resistencia eléctrica.

Introducción:

Si conectamos dos alambres (conductores) a un foco y los unidos a su vez a las terminales positiva y negativa de una batería o una pila, la diferencia de potencial (voltaje) hace que la corriente eléctrica fluya a través de un circuito cerrado.

Un modelo sobre lo que ocurre en el interior del conductor es el siguiente: Millones de electrones separados de las orbitas exteriores de sus respectivos átomos, viajan en todas direcciones a través del alambre a velocidades muy pequeñas. Cuando se aplica una diferencia de potencial entre las terminales del alambre, los electrones responden de inmediato siendo repelidos por la carga más negativa (o menos positiva) que ha aparecido en una de las terminales y son fuertemente atraídas por la carga menos negativa (o más positiva) que ha aparecido en el otro extremo, volviendo su vagar a la deriva un flujo continuo ordenado que viaja de la terminal más negativa a la más positiva formando la corriente eléctrica. De igual manera, cuando se elimina la diferencia de potencial, los electrones reanudan su vagar azaroso a través del material conductor.

Las condiciones necesarias para que exista una corriente eléctrica en un circuito eléctrico son:

- Debe haber una diferencia de potencial o voltaje para proporcionar la energía que obliga a los electrones a moverse una dirección específica.
- Debe haber una trayectoria continua (cerrada) para que los electrones fluyan de la terminal negativa a la positiva de la fuente de voltaje.

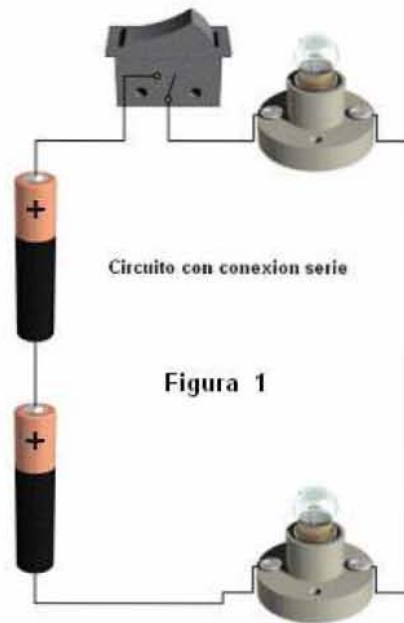
Los conductores o alambres ofrecen una cierta resistencia al paso de la corriente, (esta depende de la longitud, del calibre, del material de que esta hecho y de la temperatura), en el caso de un foco la resistencia es variable y depende de la corriente que circula por el circuito, por lo que solo basaremos el modelo en el brillo relativo de los focos.

Material:

- Tabla perfocel de 40 cm x 28 cm
- 4 focos de 1.5 Volts
- 4 sockets
- 2 interruptores
- caimanos
- 2 pilas de 1.5 volts
- Un multímetro

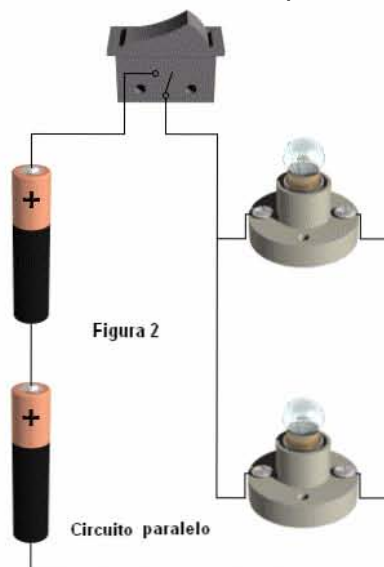
Desarrollo:

1.- Conectar dos focos en serie con un interruptor como se muestra en la figura 1.



- a) ¿Qué sucede con el brillo de los focos cuando el interruptor está abierto?
- b) ¿Qué sucede cuando el interruptor está cerrado?
- c) ¿Observa y anota como es el brillo de los focos?
- d) ¿Cómo deben ser las corrientes que pasan por cada foco? (comprueba tu predicción utilizando un multímetro)
- e) ¿Qué sucede si estando el interruptor cerrado sacas un foco de su socket?

2.- Conectar dos focos en paralelo con un interruptor como se muestra en la figura 2



- a) ¿Qué sucede con el brillo de los focos cuando el interruptor está abierto?
- b) ¿Qué sucede con los brillos de los focos cuando el interruptor está cerrado?
- c) Observa y anota como es el brillo de los focos en un circuito en serie y en uno en paralelo e indica si hay alguna diferencia entre ellos.
- d) ¿Cómo deben ser las lecturas de volts en los extremos de cada foco? (comprueba tu predicción con multímetro).
- e) ¿Qué sucede con el brillo de un foco si sacas de su socket al otro?

Observaciones y resultados

- 1.- ¿A qué denominamos circuito eléctrico?
- 2.- A partir del brillo relativo de los focos establece las reglas de los circuitos en serie y paralelo.
- 3.- A partir del brillo relativo de los focos establece las reglas de los circuitos en paralelo.
- 4.- ¿Cuál es la función de un interruptor?
- 5.- ¿Si asociamos la corriente al brillo de los focos, el hecho de que se conecten dos pilas en serie, afecta el valor del voltaje y de la corriente en cada uno de los circuitos?

Análisis

- 1.- ¿Qué ocurre con la resistencia de los focos en un circuito en paralelo, si el brillo entre ellos no es el mismo?
- 2.- ¿Por qué al conectar solamente dos pilas encontradas con el mismo borne no encienden los focos?
- 3.- ¿Qué sucede con el brillo de los focos en un circuito en serie o en paralelo, si aumentamos dos o más focos en las mismas condiciones?
- 4.- Cuando en un circuito se cierra un interruptor, la intensidad de luz varía con el tiempo, ¿a qué le atribuyes esta variación?
- 5.- ¿Por qué no se cumple la ley de Ohm para los circuitos de pilas y focos?

Nota: tienen que poner en su reporte observaciones y conclusiones

Bibliografía

- MAXIMO ANTONIO Y ALVARENGA BEATRIZ, (2003), *Física General con experimentos sencillos*, Oxford, México.
- PÉREZ MONTIEL HÉCTOR. (2000), *Física General*, Grupo Patria Cultural, México
- RESNICK, D. HALLIDAY, R. (1986), *Física*, CECSA, México.
- WHITTAKER EDMUND. (1951), *A History of the Theories of A ether and Electricity*, Thomas Nelson and Sons Ltd, Canadá

Práctica 3: Ley de Ohm

Introducción

La más básica y más utilizada en los circuitos eléctricos la ley de Ohm, se publicó en 1827 por el físico alemán Georg Simon Ohm en su gran trabajo, "La Cadena Galvánica, tratada matemáticamente". Sin la ley de Ohm no podríamos analizar un circuito eléctrico, pero cuando se publicó el trabajo de Ohm fue calificado por críticos como una maraña de evidentes fantasías, cuyo único fin consistía en detractar la dignidad de la naturaleza al relacionar el aspecto del calórico con fenómenos eléctricos. Ohm nació en Erlangen, Bavaria, siendo el mayor de siete niños en una familia de clase media baja. Pronto tuvo que retirarse de la Universidad de Erlangen pero regresó en 1811 para obtener su doctorado y conseguir la primera de varias modestas y mal pagadas colocaciones de maestro. Para mejorar su suerte, se aventuró en sus investigaciones eléctricas en cada oportunidad que le permitían sus pesadas tareas de la enseñanza, y sus esfuerzos culminaron con su famosa ley. A pesar de las críticas fuera de lugar sobre su trabajo, durante su vida Ohm recibió la fama que le era debida. La Real Sociedad de Londres lo premio con la medalla Copely en 1841 y la Universidad de Munich le otorgó la cátedra de Profesor de Física en 1849. Se le honró también después de su muerte cuando se denominó el ohm como la unidad de resistencia eléctrica.

La resistencia (R) de un conductor mide la oposición al flujo de corriente eléctrica. Un conductor posee la unidad de resistencia de 1 ohm, cuando una diferencia de potencial de 1 volt, sobre ella, produce una circulación de corriente de 1 ampere. La conductividad es la magnitud que expresa la aptitud de un circuito o un conductor para conducir la electricidad, su unidad en el S.I es el siemens (Ω^{-1}); y hasta hace no mucho representado también como mho. Es una medida de la facilidad con que puede circular una corriente a través de un conductor determinado (es decir, $G = 1/R$). Un conductor tiene una conductancia de 1 mho cuando 1 volt produce una corriente de 1 Amper a través de él.

Conceptos previos:

Circuito, resistencia eléctrica, amperímetro, Ley de Ohm, conductividad, diferencia de potencial, ajuste de curvas por pares de puntos y / o mínimos cuadrados.

Objetivo.

- Encontrar un modelo matemático, a partir de la relación entre la diferencia de potencial y la resistencia eléctrica.
- Encontrar gráficamente la relación entre la diferencia de potencial y la corriente eléctrica a través de una resistencia en un circuito eléctrico.
- Demostrar que la pendiente de la gráfica de "voltaje" contra corriente es la conductividad.

Material

- 8 pilas de 1,5 Volts (tamaño AA)
- 1 Resistencia eléctrica de precisión de 100 ohm.
- 1 Resistencia eléctrica de precisión de 1000 ohm.
- 2 caimanos
- 1 Multímetro



Desarrollo:

- 1.- Medir con el multímetro el valor de la resistencia (ver que la escala esté en ohms).
- 2.- Conectar un circuito eléctrico con la resistencia eléctrica, los dos caimanos, el multímetro con conexión en serie para medir corriente eléctrica e ir incrementando con las "pilas " de una en una la diferencia de potencial, hasta agrupar las 8 baterías, de tal manera que se vayan tomando lecturas de la corriente que circula por el circuito cada vez que se realiza una conexión con las pilas.
- 3.- ¿Por qué se debe conectar el multímetro (selección en amperímetro) en serie en un circuito?
- 4.- Realizar una tabla con los valores recabados de las lecturas de corriente y voltaje cada vez que se agrega una pila.
- 5.- Realizar una gráfica con los valores de la tabla, de tal manera que se obtenga en ella un modelo matemático con los pares de puntos, que describa el comportamiento del circuito eléctrico.
- 6.- ¿Cómo es la relación que existe entre la diferencia de potencial (voltaje) y la corriente que se obtienen en el circuito eléctrico?

Nota: tienen que poner en su reporte observaciones y conclusiones

Bibliografía

- MAXIMO ANTONIO Y ALVARENGA BEATRIZ, (2003), *Física General con experimentos sencillos*, Oxford, México.
- PÉREZ MONTIEL HÉCTOR. (2000), *Física General*, Grupo Patria Cultural, México
- RESNICK, D. HALLIDAY, R. (1986), *Física*, CECOSA, México.
- WHITTAKER EDMUND. (1951), *A History of the Theories of An ether and Electricity*, Thomas Nelson and Sons Ltd, Canada.

2.6 Propuesta didáctica sobre magnetismo y electromagnetismo en la Escuela Nacional Preparatoria

Introducción

Con la finalidad de contribuir a organizar y estructurar los contenidos temáticos sobre magnetismo y electromagnetismo, durante las asignaturas de integración para el trabajo de grado y practica docente III, se procedió a realizar una planeación didáctica que fuera capaz de aportar elementos importantes hacia nuestro trabajo de investigación, en donde *el decir y el mostrar* fuera analizado a través de su video filmación correspondiente. Cabe resaltar que el diseño de esta planeación didáctica, tomo como referencia los contenidos 4.3 campo magnetico y 4.4 inducción electromagnética` del programa de estudios de la escuela nacional preparatoria correspondiente a física IV, área I, por ser el lugar donde se realizaría la práctica docente III, con un tiempo de 3 semanas (considerando realizar una práctica cada semana (con 4 sesiones de 50 minutos)).

2.7 Planeación didáctica sobre magnetismo y electromagnetismo.

Contenidos	Estrategias de enseñanza	Estrategias de aprendizaje	Selección de lecturas y Material didáctico	Mecanismos de evaluación
<p>4.3 Campo magnético</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Cuestionario sobre conocimientos previos de magnetismo y electromagnetismo. -Lectura dirigida sobre evolución de conceptos sobre magnetismo y electromagnetismo -Resolver en grupo el cuestionario. Participaciones. -Explicar en que consisten los mapas conceptuales. 	<ul style="list-style-type: none"> -Lectura sobre evolución del electromagnetismo (con cuestionario individual, para después trabajar en equipos de 5 a 7 personas). -Realizar un mapa conceptual con base en la lectura (por equipos de 6 personas). -Establecer una aproximación sobre el concepto de campo eléctrico a través de una actividad experimental con el generador de Van der Graff. Aquí la finalidad es visualizar el concepto de campo eléctrico y diferencia de potencia. -Tarea 1. Regla de la mano derecha sobre la relación entre la corriente y el campo magnético. 	<ul style="list-style-type: none"> -Evaluación diagnóstica a través de un cuestionario de conocimientos previos sobre magnetismo y electromagnetismo. -Lectura sobre Evolución de conceptos sobre magnetismo y electromagnetismo. -Cuestionario sobre la lectura. -Mapa conceptual sobre la lectura. <p>Van der Graaff con una secuencia en el van der Graaff usando vaso de unicel y tiras de papel china, vaso de aluminio con chocó crispís, lámpara de Neón y foquitos de Neón</p> <p>Libros:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eugene Hecht (1987), Física en perspectiva, Addison-Wesley Iberoamericana, México. - Máximo Alvarenga (2003), Física General, Oxford, México. 	<p>Cuestionario sobre historia del electromagnetismo, participación individual, tareas.</p> <p>Mapa conceptual por equipos (los alumnos exponen su mapa durante 15 minutos)</p>
<p>4.4 Inducción electromagnética</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Realizar un experimento donde se visualicen las líneas de campo (con un imán debajo de un marco de papel china y espolvoreándole limaduras de hierro en la parte superior). -Visualizar las líneas de fuerza de un imán con limaduras de hierro, hoja tamaño carta y aerosol para pelo. -Realizar el experimento de Oersted. -Diseño de un motor eléctrico de corriente directa. -Realizar un experimento sobre inducción electromagnética - Diseño de un plato que funcione como bocina. -Presentación en Power point sobre analogías en electromagnetismo. 	<ul style="list-style-type: none"> -Describir el campo magnético producido por la corriente que circula a través de un conductor recto PRÁCTICA 1 (Aquí el profesor al inicio realiza el diseño de una brújula con una aguja y un plato de unicel y un imán) e identifica una forma de imantar objetos metálicos. -Tarea 2. Biografías sobre H.Christian Oersted, Michael Faraday, James C. Maxwell, Georg Simón Ohm, Carl F. Gauss y Andre Marie Ampere. -Verificar la configuración de un campo magnético producido por la corriente que circula a través de un conductor recto, una espira, un solenoide, así como por diversos imanes. -Construcción de un motor de corriente directa -PRÁCTICA 2 (Aquí el profesor realiza un modelo representativo de un motor) -Tarea 3. Funcionamiento de un motor de corriente directa. -Diseñar un dispositivo donde se observe la inducción electromagnética. Practica 3. 	<ul style="list-style-type: none"> - Eliezer Braun (1998), Electromagnetismo de la ciencia a la tecnología, Fondo de cultura económica, México. - Julia Taguena/ Esteban Martina (1998), De la brújula al espín, Fondo de cultura económica, México. 	<p>Prácticas de laboratorio (3 prácticas). examen.</p>

2.7 Síntesis de planeación didáctica sobre magnetismo y electromagnetismo para el profesor.

Contenido	Mecanismos de evaluación
Cuestionario de conocimientos previos sobre magnetismo y electromagnetismo	Panorama general de evaluación a realizar en la práctica docente: cuestionario, exposición de mapa conceptual, crucigrama, sopa de letras, 3 Prácticas, examen, asistencia
Lectura sobre historia del magnetismo y electromagnetismo con cuestionario	Cuestionario
Solución del cuestionario sobre la lectura	Participaciones individuales.
Información sobre como realizar un mapa conceptual con un ejemplo de física común a los alumnos.	
Realización de un mapa conceptual por equipos sobre la lectura y cuestionario (exposición por equipos de máximo 6 integrantes). Plenaria general sobre los mapas conceptuales	Mapa conceptual
Demostración con generador de Van des Graaff, para ilustrar el concepto de potencial eléctrico, diferencia de potencial y corriente eléctrica. Tarea 1 sobre la regla de la mano derecha.	Participaciones por equipos e individuales.
Revisión de tarea e Importancia del descubrimiento de Oersted.	Tarea 1
Realizar Práctica 1 sobre experimento de Oersted y obtención de líneas de fuerza en un imán con una hoja tamaño carta y spray para pelo, ver diferentes modelos con imanes así como con un alambre.	Práctica 1
Conclusiones por equipos sobre la práctica y su importancia en la vida cotidiana. Tarea 2 por equipos realizar dos biografías: de Hans Cristian Oersted, Michael Faraday, M. Ampere, G.S. Ohm, Gauss, Coulomb	Participaciones individuales, tarea 2.
Presentación de los mapas conceptuales por equipos y Revisión de tarea sobre las biografías e identificación de conceptos de electromagnetismo relacionados con los científicos.	Mapas conceptuales por equipos
Asesoría sobre la realización de los mapas conceptuales e identificación del campo magnetico en el experimento de Oersted. Tarea 3 sobre como funciona un motor eléctrico de corriente directa.	Práctica 2.
Tarea 3. Funcionamiento de un motor de corriente directa. Realizar Práctica 2 sobre diseño de un motor eléctrico, ver principio de funcionamiento del motor resaltando las interacciones entre campos magnéticos Conclusiones por equipos sobre la práctica y su importancia en la vida cotidiana.	Participaciones individuales.
Importancia de la inducción electromagnética. Presentación por parte del profesor	Tarea 3
Realizar Práctica 3 sobre experimento Inducción electromagnética y transformación de energía por medio de inducción con diferentes actividades circuito con foco, transformador, vaso que habla.	Práctica 3
Conclusiones por equipos sobre la práctica y su importancia en la vida cotidiana.	Participaciones individuales.
Visión integral sobre campo magnético e inducción electromagnética	Participaciones.
Presentación sobre analogías en electromagnetismo. Conclusiones por equipos sobre la exposición del profesor y los aprendizajes obtenidos. Examen sobre campo magnético e inducción electromagnética (es el mismo de los conceptos previos mas dos problemas).	Participaciones individuales. Examen
Entrega de calificaciones	
Evaluación de los alumnos al desempeño del profesor.	

2.8 Evaluación diagnóstica sobre magnetismo y electromagnetismo

Instrucciones: Anota la respuesta que mejor consideres en cada uno de los siguientes enunciados

Nombre _____ Edad: _____ Sexo _____ Grupo: _____

1.- ¿Qué estudia el magnetismo? _____

2.- ¿Cómo identificas un material magnético? _____

3.-¿Qué aportaciones realizó Michael Faraday en la Física?

4.- ¿Cómo funciona una brújula? _____

5- ¿Cómo harías una brújula? _____

6.- ¿Qué son las líneas de fuerza? _____

7.- Cita 6 ejemplos de objetos en donde este presente el magnetismo

8.- ¿En qué consiste el experimento de Oersted? _____

9.- ¿Qué sucede cuando circula corriente alrededor de un conductor?

10.- ¿Qué sucede cuando circula corriente en el mismo sentido por dos conductores paralelos? _____

11. . ¿Qué es la inducción electromagnética?

12.- ¿Cómo es la relación entre el magnetismo y la corriente que circula por un conductor?

13. ¿Cómo identificarías un campo magnético en un imán?

14.- ¿Cómo harías un motor eléctrico?

15.- ¿Qué experimentos conoces sobre magnetismo o electricidad?

16.- Dibuja un campo magnético.

2.9 Documento para los alumnos sobre evolución de algunos conceptos sobre magnetismo y electromagnetismo

Introducción

El estudio de los fenómenos magnéticos y sus acciones a distancia, como campo magnético, atracciones y repulsiones ha fascinado a la humanidad desde que se descubrieron las primeras piedras magnéticas y en donde existe una leyenda que se atribuye este nombre al pastor Magnes, quien observó cómo sus zapatos, provistos de tachuelas de hierro, se quedaban pegados al caminar por encima de dichas rocas. Como quiera que fuere, la magnetita, compuesta por óxido de hierro cristalino (Fe_3O_4), era relativamente fácil de hallar en las proximidades de Magnesia, una ciudad griega situada en el norte del Mar Egeo. Ya lo mencionaba Lucrecio:

"He visto saltar anillos de hierro de Samotracia y al mismo tiempo he visto moverse frenéticamente limaduras de hierro en el interior de recipientes de bronce, cuando se ponía debajo este mineral de magnesia"¹⁰. Lucrecio (siglo primero a.C.).



La magnetita es un mineral del grupo de los óxidos. Se presenta en grandes masas de color negro. Es frecuente en rocas magnéticas básicas. Es el imán natural.

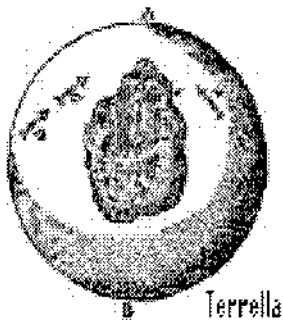
Algunos historiadores coinciden en que la brújula (aguja de material magnético que gira libremente sobre su centro y está montada sobre una base en la que se indican los puntos cardinales. La brújula tiene un extremo marcado que busca siempre el polo sur magnético terrestre) era ya utilizada por los chinos varios siglos antes de que los griegos tuvieran conocimiento de las propiedades de la magnetita. No obstante parece que su aparición en Europa tiene lugar hacia el año 1100 de nuestra era, coincidiendo con el interés despertado por la navegación.

*"En el año 376 a.C. un general chino llamado Huang Ti fue el primero en emplear una piedra imán como brújula. Los generales chinos y los comandantes militares durante la dinastía Han fueron los primeros en utilizar brújulas como las actuales, sin embargo por alguna razón sólo las utilizaban en tierra."*¹¹

¹⁰ Hecht Eugene` (1987), *Física en perspectiva*, Addison Wesley, México, Pág.519.

¹¹ Wood Robert. (1991), *Magnetismo de la brújula a los imanes superconductores*, Mac Graw Hill, España.

El primer documento escrito sobre los imanes data del 8 de agosto de 1269. Se trata de una carta que un ingeniero llamado Peter de Maricourt (Petrus Peregrinus o Pedro el Peregrino) escribe a un amigo suyo en París. En ella se describe el comportamiento de pequeñas esferas de magnetitas que simulaban la Tierra, llamadas *terrellas*,¹² "Peregrino fue quizás el primero en introducir el concepto de polo magnético", pues él observó que al colocarle una aguja en cualquier punto de su superficie se alineaba tenazmente de una manera determinada. Trazando líneas sobre esta piedra en las diversas direcciones tomadas por la aguja, encontró que todas ellas se cruzaban en dos puntos opuestos, de la misma manera que todos los meridianos (líneas de longitud) de la tierra se encuentran en los dos polos opuestos del mundo. Además, observó que si un trozo pequeño de la aguja se rompía y se ponía en contacto con la piedra, se mantenía vertical en, y sólo en, los dos polos.

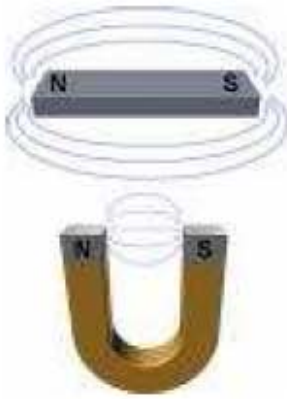


Pierre de Maricourt marcó las líneas que se formaban con una aguja alrededor de su *terrella* (un imán forrado de un material sintético) observando que se alineaban en la parte superior, pasaban estas líneas en los meridianos y por analogía propuso que se llamaran polos norte y sur.

Ya en el año 1436 aparece el primer mapa en el que se tiene en cuenta el hecho de que no en todos los sitios la brújula apunta al Norte exactamente (a esta conclusión hubiera podido llegar Pedro de Maricourt si hubiera medido, durante sus experimentos, la declinación de las pequeñas brújulas que colocaba sobre sus *terrellas*). Los fabricantes de brújulas de entonces corregían esta desviación montando sus agujas con el ángulo compensado. Y no fue hasta el año 1576 cuando un fabricante de brújulas inglés, Robert Norman, midió por primera vez el ángulo de inclinación de una aguja magnética, gracias a que se le ocurrió instalar una de ellas con un eje horizontal, logrando analizar que existía un ángulo de 11°, que era necesario para compensar la declinación, la cual había que equilibrar con el eje vertical como era habitual (McKeehan, 1971). Estos trabajos sirvieron de base a William Gilbert, médico de la reina Isabel I de Inglaterra, quien en el año 1600 publicó en latín el primer libro sobre imanes: *De Magnete*. En él recoge todos los conocimientos sobre magnetismo de la época: describe cómo utilizar el *versorium*, un instrumento inventado por él y que consta de una aguja de acero imanada, suspendida de un hilo sin trenzar, con el que podía medir el ángulo de atracción entre dos imanes. Como conclusión de sus experimentos, Gilbert insiste en que el extremo norte de una brújula es similar al polo sur magnético de la

¹² Hecht Eugene. (1987), *Física en perspectiva*, Addison Wesley, México, pp. 521-522.

Tierra, que la consideraba un gran imán permanente, él quería comprobar que el modelo de Copernico sobre el sistema solar era correcto y que la fuerza que unía a la tierra al sol era de origen magnetico. También prueba que un imán de hierro pierde su propiedad magnética si se le calienta adecuadamente, y la recupera si se enfría y se lo golpea simultáneamente.



Faraday imaginó que de un imán salen hilos o líneas, las cuales se esparcen, y las nombró líneas de campo magnética. Dichas líneas producidas por un imán, se esparcen desde el polo norte y se curvan para entrar al polo sur. La zona que rodea al imán y en la cual su influencia puede detectarse recibe el nombre de campo magnético. Al colocar limaduras de hierro cerca de un imán podemos detectar que en los polos su fuerza es más intensa.

Electricidad estática

Durante la primera mitad del siglo XVIII Dufay en Francia llegó a establecer la existencia de dos clases de electricidad, designadas más adelante positiva por Franklin (la del vidrio) y negativa (la del ámbar); mientras tanto, en Inglaterra, Gray descubrió que la electricidad podía pasar de unos cuerpos a otros a través de hilos metálicos y en Holanda von Kleist y Musschenbroeck descubrieron que podía llegar a acumularse en una botella especial o botella de Leiden.



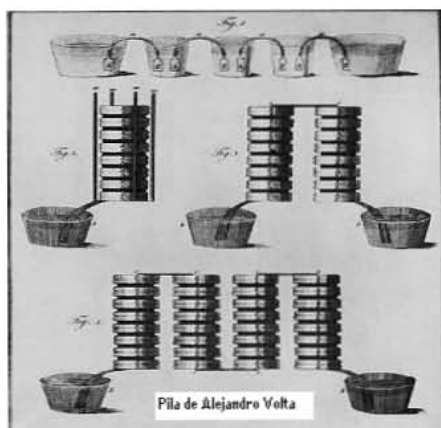
Botella de Leiden

En 1745 Pieter Van Musschenbroeck (1692-1761), profesor en la ciudad de Leiden Holanda logró encontrar un método para almacenar las cargas eléctricas, en un principio la botella de vidrio contenía agua en su interior y después solo aire. Gracias a esto se dieron las bases del condensador eléctrico.

Al mismo tiempo, se inventaron las primeras máquinas de electrización por rozamiento, un gran número de personas empleó animales para estudiar las descargas eléctricas y utilizó como fuentes máquinas generadoras y botellas de Leiden. Una de estas personas fue Luigi Galvani (1737-1798), profesor de anatomía en la Universidad de Bolonia, Italia. Sus discípulos se dieron cuenta de que cuando se sacaban chispas de un generador y se tocaban simultáneamente las patas de una rana con un bisturí, éstas se contraían. En la segunda mitad del

siglo aparecieron las primeras medidas cuantitativas de los fenómenos eléctricos y magnéticos: en 1750 John Michell utilizó una balanza de torsión para establecer que las fuerzas que ejercen los polos puntuales magnéticos entre sí varían inversamente con el cuadrado de la distancia que los separa, y, pocos años después, Charles Coulomb, utilizando una balanza de torsión por él diseñada, estableció en 1785 la ley que lleva su nombre para cargas eléctricas puntuales en reposo. En definitiva, la ley fundamental descubierta por Coulomb venía a establecer el mismo resultado anterior: la acción a distancia entre dos cargas puntuales dependía del inverso del cuadrado de la distancia entre ellas. De este modo las primeras leyes cuantitativas sobre la electricidad y el magnetismo parecían seguir la idea newtoniana de atracción entre cuerpos celestes: las fuerzas eléctricas y magnéticas entre dos cuerpos separados se ejercen como una *acción a distancia*, es decir, instantáneamente y sin intermediar materia alguna. ¿Cómo es esto posible?, se preguntaron los cartesianos de la época (Cazenobe, 1984).

El descubrimiento de la electricidad propiamente dicha no tiene lugar hasta el inicio del siglo XIX. En una carta dirigida al presidente de la Royal Society de Londres, con fecha del 20 de marzo de 1800, el italiano Alejandro Volta daba a conocer el primer generador eléctrico (pila de Volta), hecho que originó una desenfadada carrera por construir la pila de mayor número de elementos y sus posibles aplicaciones, entre ellas el descubrimiento de los primeros metales alcalinos (Davy) por electrólisis de sus sales fundidas (Bocanegra, 1997). Las pilas de Volta con el tiempo se fueron perfeccionando.



La pila de Volta que surgió a partir de la aportación de Galvani, está constituida por discos de cobre, fieltro empapado con un electrolito y discos de zinc, apilados en ese orden hasta formar una columna. Con la pila de Volta se logra tener un control más duradero de la corriente eléctrica, pues se tenía la botella de Leiden en donde los efectos que producía eran instantáneos y se tenía que volver a cargar por frotamiento al dispositivo.

Después aparecieron las pilas desarrolladas por: Becquerel, 1829; Daniell, 1837; Bunsen, 1841; Grove, 1839 (de gas) y los acumuladores de Planté, 1860. Por otro lado, el efecto Seebeck, publicado en 1823, o efecto termoeléctrico, hizo posible el descubrimiento de G. S. Ohm de 1826, por el cual la intensidad de corriente que recorre un circuito es el cociente entre la diferencia de potencial que suministra el generador y las resistencias del circuito: $I = V/(r+R)$. Estas conclusiones aparecieron publicadas en su célebre *Die Galvanische Kette mathematisch bearbeitet*, donde se sigue un paralelismo con la teoría del calor de Fourier (1822).

Por esta misma época, Weber diseñó instrumentos para medir y definir diversas magnitudes eléctricas y magnéticas, estudios que llevaron a establecer las equivalencias actuales entre ambas (Taton, 1988). En general, los autores suelen coincidir en que la fecha del nacimiento del electromagnetismo moderno es el 21 de Julio de 1820, día en el que aparece en Copenhague la publicación, en latín, de la famosa experiencia de Oersted: la desviación que sufre una aguja magnética situada en las proximidades de un conductor eléctrico con corriente. El descubrimiento tuvo lugar unos meses antes y, al parecer, no fue tan al azar como se cuenta generalmente; es aceptada que fue en el transcurso de una conferencia puesto que Oersted (1777-1851) llevaba desde 1807 realizando experimentos para encontrar alguna relación entre fenómenos eléctricos y magnéticos. La idea no era del todo nueva ya que parece confirmado que desde el primer tercio del siglo XVIII se buscaba tal relación, pues se conocía suficientemente la imanación del hierro por el rayo. Sin embargo, cuenta Gamow en su *Biografía de la Física*, que Oersted tuvo la idea, mientras se dirigía a clase, de que podría existir alguna interacción entre un imán y una corriente eléctrica, a pesar de que se había demostrado con anterioridad que las cargas eléctricas y los imanes en reposo entre sí no sufren interacción alguna.

*"Si la electricidad estática no afecta a los imanes, de ningún modo, acaso las cosas sean distintas si se hace la prueba con electricidad que se mueva a lo largo de un alambre que conecta los dos polos de una pila de Volta"*¹³

Al llegar a su aula realizó el experimento ante sus alumnos situando una brújula en las inmediaciones de un hilo conductor conectado a su pila de Volta. Repitió el experimento varias veces para asegurarse de que el efecto observado no dependía de las corrientes de aire generadas por el calentamiento del conductor ni otros factores, y así llegó a establecer rotundamente la orientación de la brújula por interacción con el conductor con corriente.



El experimento de Oersted puso de manifiesto por primera vez la estrecha relación entre el magnetismo y los fenómenos eléctricos. En este experimento se sitúa una brújula en las proximidades de un hilo conductor. Al hacer circular una corriente eléctrica continua por el conductor, la brújula se orienta perpendicularmente al hilo. Cuando cesa la corriente, la aguja de la brújula retorna a su posición inicial.

Tras publicarse en Copenhague el descubrimiento de Oersted, se publicó en Alemania, Inglaterra y Francia en *Annales de Chimie et de Physique*, donde el ambiente científico que reinaba en aquel momento en la Académie de Sciences,

¹³ Gamov George. (1971), *Biografía de la física*, Salvat editores, España, pp.112-113.

no cabe duda, debió ser idóneo para repetir las experimentaciones. Así fue, el lunes 11 de septiembre de 1820, cuando Arago comunica a los miembros de la Académie el resultado de la experiencia de Oersted, que había conocido días antes en el curso de un viaje por Europa. André Marie Ampère había escuchado con atención la exposición de Arago y en la reunión plenaria del lunes siguiente (18/9/1820) presentó a los miembros de la Académie una primera memoria donde demostraba que los hilos conductores que llevan corrientes eléctricas se atraen o repelen recíprocamente según unas leyes concretas. El mismo Ampère introdujo el término "electrodinámica" para hacer referencia a estos nuevos fenómenos.

Aquel mismo mes de septiembre Arago descubrió la imanación del hierro por las corrientes e inventó el electroimán. Durante el mes siguiente se realiza la publicación de los resultados obtenidos por Biot y Savart (30/10/1820). Estos investigadores midieron la dirección de las oscilaciones de una aguja imantada en función de la distancia a una corriente rectilínea, muy larga. Establecieron experimentalmente que la fuerza entre dos elementos muy pequeños de corriente depende del inverso del cuadrado de su separación y de la intensidad de las corrientes (Taton, 1988). Semanas después, basándose en estos resultados, Laplace dedujo matemáticamente la ley de Biot y Savart y, como consecuencia, resultó que el campo magnético creado por un elemento de corriente $d\mathbf{l}$ a distancia \mathbf{r} es transversal al plano que contiene a $d\mathbf{l}$ y \mathbf{r} . Esto no agradó a los newtonianos, que no entendieron entonces cómo la nueva fuerza a distancia (la fuerza magnética) se manifestaba perpendicularmente a la dirección en la que interaccionaban las corrientes. De esta forma, a fines de 1820 se conocían las primeras leyes cuantitativas de la electrodinámica y hacia 1826 Ampère ultimaba una teoría que trataba de explicar la naturaleza magnética de la materia afirmando que el contacto de las moléculas en el interior de un imán de hierro podría dar lugar a corrientes semejantes a las voltaicas.

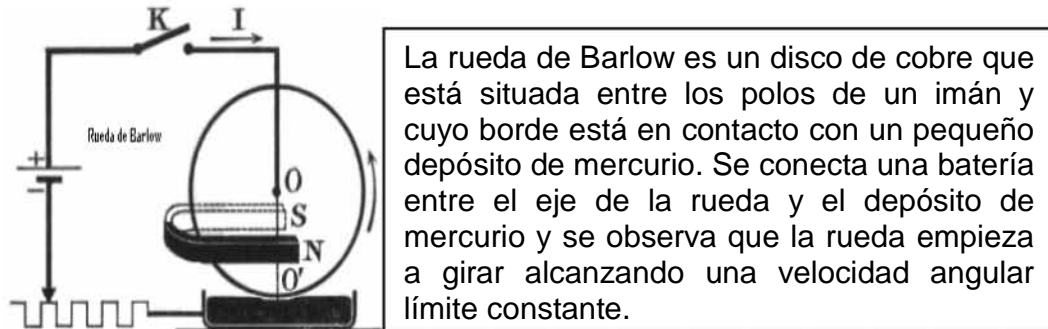


Un electroimán: imán que se produce por una corriente eléctrica que, al cesar interrumpe la imanación del sistema. El campo magnético presente dependerá en gran medida del número de espiras y de la corriente que circule en el dispositivo.

Inducción electromagnética

De la propia experiencia de Oersted se conjetura la posibilidad de obtener corrientes eléctricas por métodos electrodinámicos y por ello muchos investigadores buscaron durante años la relación inversa, es decir, la obtención de

corrientes inducidas. El mismo Ampère, junto con La Rive, realizó un experimento para obtener corrientes eléctricas por influencia de otras: una espira cuadrada está suspendida en el interior de una bobina circular colocada en el seno de un campo magnético generado por un imán de herradura; al cerrar y al abrir el circuito de la bobina, la espira se desvía siendo atraída o repelida por el imán. Ampère y La Rive no supieron interpretar este fenómeno y lo lamentaron años después. El 3 de septiembre de 1821 Faraday (1791- 1867) realiza su primera investigación experimental en electricidad: el giro de un imán alrededor de una corriente eléctrica y a la inversa, el giro de un conductor rectilíneo alrededor de un imán. Es el primer motor eléctrico, anterior incluso al que construye Barlow en marzo de 1822, una rueda dentada.



La rueda de Barlow es un disco de cobre que está situada entre los polos de un imán y cuyo borde está en contacto con un pequeño depósito de mercurio. Se conecta una batería entre el eje de la rueda y el depósito de mercurio y se observa que la rueda empieza a girar alcanzando una velocidad angular límite constante.

En 1824 Faraday realiza infructuosamente los primeros intentos para lograr las corrientes inducidas. En ese mismo año, Arago observa que las oscilaciones de una aguja magnética se amortiguan al colocar un disco metálico debajo de ella, y que al girar el disco gira la aguja. Es el magnetismo de rotación de Arago. Este descubrimiento hubiera dado origen a las corrientes inducidas si se hubiera interpretado debidamente. Foucault investigó más adelante estas corrientes y Tyndal construyó un péndulo hueco que contenía un metal de bajo punto de fusión. La energía disipada por las oscilaciones calentaban el metal, se fundía y goteaba. El 29 de agosto de 1831 Faraday descubre las corrientes inducidas: observó corrientes inducidas en un circuito provisto de un galvanómetro al abrir y cerrar otro circuito contiguo conectado a una batería, los cuales compartían un núcleo de hierro dulce. El 17 de octubre de 1831 descubrió que al acercar y al alejar un imán a una bobina se generaba igualmente una corriente inducida.

Estos resultados fueron publicados en 1832 en las *Philosophical Transactions* de la Royal Society con el título de *Experimental Researches in Electricity*, la primera de una serie monumental de 30 memorias que abarcó casi 25 años (Joshep Henry se adelantó en los EE.UU. pero no llegó a publicar su descubrimiento).

Faraday demostró que la condición esencial para que se produzca la inducción magnética de una corriente eléctrica es que el circuito conductor corte el sistema de líneas que representan la fuerza magnética que emana de un imán o de otra corriente. Con esto, los fenómenos de inducción electromagnética parecían escaparse de la interpretación de acción a distancia de los demás fenómenos electromagnéticos.

En 1832 Pixii construyó su motor-generador de corriente alterna, en el que un imán en herradura gira frente a una bobina en forma de herradura. Poco después, en 1834 Lenz establece el sentido correcto de las corrientes inducidas, esto es, el de oponerse a la causa que la genera; más adelante, entre los años 1845- 48 Franz Neumann (1798-1895) funda la primera teoría matemática de la inducción al estudiar la interacción entre dos circuitos basándose en la ley de Lenz. De esta época data su conocida fórmula que da los coeficientes de inducción mutua entre dos circuitos. Faraday fue un caso de excepcional relevancia. Sin mayor formación que la autodidacta, de aprendiz de encuadernador que leía con avidez todos los libros de ciencia que pasaban por sus manos, pasó a ayudante de laboratorio de Davy en la *Royal Institution*, donde vivió como científico profesional gracias a las subvenciones populares que mantenían dicha institución. En los sótanos de la Royal Institution gozaba de uno de los laboratorios mejor equipados del mundo y se le conocen más de cuatrocientas publicaciones. En ellas, las aportaciones más importantes están relacionadas con el descubrimiento de la inducción electromagnética y con la introducción, por primera vez, de conceptos como el de campo y líneas de fuerza, electrólisis, iones, aniones, etc. Entre sus descubrimientos destacan: las leyes de la electrólisis, el descubrimiento del benceno (1824), la licuefacción del cloro y otros gases (1823), la fabricación de vidrios pesados de borosilicato de plomo (1825-29), la jaula de Faraday, los fenómenos de inducción electromagnética, el descubrimiento del diamagnetismo (1845) y del paramagnetismo, la rotación del plano de polarización de la luz en el seno de un campo magnético o efecto Faraday. Éste último, llamado también efecto magneto-óptico, fue descubierto en 1845 al hacer pasar un haz de luz polarizada a través de su vidrio pesado colocado sobre un potente imán (Cantor, 1991). Sin embargo, la mayor aportación de Faraday a la ciencia son sus publicaciones y sus libros de laboratorio, pues, gracias a la lectura de las primeras se pudo inspirar James Clerk Maxwell (1831-1879) para realizar su labor sintetizadora y compiladora recogida en cuatro célebres publicaciones. En ellas rechaza la idea newtoniana de acción a distancia al considerar la existencia de un éter elástico que permite la propagación de los campos de fuerza y de las ondas electromagnéticas.

Gauss estableció el primer observatorio magnético en Göttingen, iniciando en él las observaciones continuas del campo magnético terrestre. Con este fin desarrolló el primer magnetómetro, para las medidas absolutas de la intensidad y orientación del campo magnético terrestre en 1832. En su obra sobre el magnetismo terrestre en 1839 propuso la medición del campo magnético, método que le permitió separar el campo magnético interno del origen externo. Con este análisis demostró que el campo representado por las medias anuales es únicamente de origen interno. En su honor la unidad de inducción magnética lleva su nombre (gauss). Un colaborador de Gauss fue Wilhelm Weber (1804-1891), profesor de la Universidad de Leipzig y Göttingen y sucesor de Gauss; Weber editó los estudios sobre magnetismo en *Resultate aus den Beobachtungen der magnetischen Verein* (Resultados de las observaciones en el campo del magnetismo). Él propuso que las partículas de un cuerpo son intrínsecamente magnéticas, pero que solo en ciertos materiales se mantienen todas ellas

alineadas. En honor suyo se dio su nombre a la unidad de flujo magnético (el weber). Otra unidad es el Tesla que es igual a 1 weber por m^2 o 10^4 gauss.

Inspirado en los trabajos sobre la propagación del calor de Fourier, en los de óptica ondulatoria de Fresnel y en las ideas de campo y líneas de fuerza de Faraday (introducidos por él en 1845), Maxwell termina por perfilar definitivamente su obra cumbre, *A Treatise on Electricity and Magnetism* (1873), sus conocidas cuatro leyes de Maxwell en derivadas parciales, que sintetizan los conocimientos de electricidad y magnetismo, y lleva a cabo la segunda gran unificación de fenómenos físicos (aparentemente distintos) de la historia de la ciencia: los fenómenos eléctricos y magnéticos tienen el mismo origen y la luz no es más que la propagación de una perturbación electromagnética en el vacío y otros medios; en resumidas cuentas, las cargas eléctricas generan los fenómenos eléctricos y el movimiento de dichas cargas genera los fenómenos magnéticos (Hendry, 1986).

Entre las confirmaciones experimentales de la teoría electromagnética de Maxwell están el disco de Rowland (1878), con el que su autor confirmó la predicción de que un disco cargado en movimiento genera un campo magnético, el experimento de Roentgen de la lámina dieléctrica polarizada, la cual, en movimiento, se comporta igual que una corriente eléctrica, y el descubrimiento de las ondas electromagnéticas de Hertz (1888), uno de los más espectaculares de la historia de la Ciencia. Tras la muerte de Maxwell, acaecida prematuramente en 1879 (año en que nace Einstein), se va desarrollando poco a poco la nueva teoría electromagnética.

2.9.1 Cuestionario sobre la lectura Evolución de conceptos sobre magnetismo y electromagnetismo.

Instrucciones: De acuerdo a la lectura sobre la evolución de conceptos sobre magnetismo y electromagnetismo responde las siguientes preguntas.

- 1.- ¿Cuál es la leyenda del pastor Magnes?
- 2.- ¿Qué es la magnetita?
- 3.- ¿Qué es una brújula?
- 4.- ¿Qué son las *terrellas*?
- 5.- ¿Quién fue uno de los primeros en introducir el concepto de polo magnético?
- 6.- ¿Qué sucede con el comportamiento de una brújula si se parte a la mitad de su tamaño?
- 7.- ¿De qué trata el libro de *Magnete*?
- 8.- ¿Cuál es la relación que hace *Gilbert* entre una brújula y la tierra?
- 9.- ¿Cómo puede perder sus propiedades un imán?
- 10.- ¿Cuál fue una de las aportaciones de Alejandro Volta?
- 11.- ¿Cuál se considera que es la fecha del nacimiento del electromagnetismo?
- 12.- ¿En qué consiste el experimento de Hans Christian Oersted?
- 13.- ¿Quién introdujo el término electrodinámica?
- 14.- ¿Quién inventó el electroimán?
- 15.- ¿Cómo es el campo de un imán en función de su distancia de separación?
- 16.- ¿Cuál es el proceso inverso en el experimento de Oersted?
- 17.- ¿A quién se le debe uno de los primeros motores eléctricos?
- 18.- ¿Cómo generamos una corriente inducida?
- 19.- ¿Según Maxwell cómo se propagan los campos de fuerzas y las ondas electromagnéticas?
- 20.- ¿Qué concepto se predijo con el disco de Rowland?
- 21.- ¿En qué consiste la acción a distancia?
- 22.- ¿Cómo podemos generar un campo magnético?
- 23.- ¿Qué es un campo magnético?

2.10 Análisis de conocimientos previos sobre magnetismo y electromagnetismo

Introducción

El conocer los conceptos previos escolares sobre magnetismo y electromagnetismo a través de la evaluación diagnóstica nos da elementos importantes pues complementa y fortalece las estrategias que serán empleadas durante el proceso de enseñanza y aprendizaje en el bachillerato.

Al determinar los conceptos previos de los alumnos sobre electromagnetismo, encontramos al menos un triple rastreo original al detectar: lo que sabe el alumno, lo que se ignora y lo que se tiene mal aprendido, o lo que se tiende a reproducir de modo acrítico.

Por ejemplo en el caso del concepto de campo magnético tanto para profesores como para alumnos ha resultado difícil de enseñar y entender, por lo que han aparecido complicaciones que se deben a varias razones y entre las que destacamos las siguientes:

- a) Existe una problemática para realizar una introducción cualitativa del campo magnético, dado el nivel de abstracción de los conceptos implicados.
- b) No es tan fácil relacionar los conceptos del campo magnético con la experiencia cotidiana de los alumnos, como puede ocurrir con los conceptos de mecánica.
- c) y sobre todo que durante el proceso de enseñanza, se olvida frecuentemente, que las interacciones entre partículas pueden describirse de diversas formas (fuerzas, campos, energías, etc.), y podemos desorientar a los alumnos si no se clarifican correctamente los conceptos, estableciendo sus relaciones, sus diferencias y ámbitos de aplicación.

En lo particular un alto porcentaje de alumnos desconocen por ejemplo: ¿en qué consiste el experimento de Oersted?, ¿qué son las líneas de fuerza?, ¿qué es la inducción electromagnética?, ¿qué experimentos conoces sobre magnetismo?

Esto nos hace suponer que nunca lo han estudiado o que su aprendizaje en secundaria o en cuarto año de preparatoria no fue significativo.

Tenemos conceptos básicos de magnetismo que han sido escasamente investigados. A continuación se presenta un resumen, en el "cuadro I"¹⁴, con las principales aportaciones de algunos autores respecto a la identificación de las dificultades de aprendizaje en el electromagnetismo.

¹⁴ Guisasola, J., Almudi, J.M. y Zubimendi, J.L., *Dificultades de aprendizaje de los de los estudiantes universitarios en la teoría del campo magnético y elección de los objetivos de enseñanza*, Enseñanza de las ciencias 2003, España, pp.79-94.

Cuadro 1

Autor/es Año Nivel	Dificultades de aprendizaje
Meneses y Caballero 1995 Universidad	Concluyen que la mayoría de los estudiantes universitarios de Magisterio piensan que: <i>a)</i> la fuerza magnética es una fuerza central; <i>b)</i> la fuerza magnética actúa sobre cargas en reposo; <i>c)</i> confunden la fuerza magnética y el campo magnético, <i>d)</i> confunden los campos eléctricos y el magnético.
Bar, Zinn y Rubin 1997 Secundaria	Estudian las preconcepciones de los estudiantes sobre la interacción magnética y la gravitatoria. Concluyen que la mayoría de los estudiantes piensa que para que se produzcan ambas interacciones es necesario un medio material. En el caso de la gravedad, el aire; y en el caso de la fuerza magnética, un medio «conductor» similar al de la atmósfera terrestre.
Maarouf y Benyamna 1997 Secundaria	Estudian las concepciones de los estudiantes frente a cuatro fenómenos relacionados con la interacción magnética. La mayoría de los estudiantes explica la fuerza magnética en términos de un agente mediador que va del cuerpo que la produce al receptor. Atribuyen al magnetismo el estatus de una «sustancia» localizada en el entorno de los cuerpos que interaccionan.
País de Sousa 1997 Universidad	En su trabajo de tesis doctoral concluye que los estudiantes piensan que: <i>a)</i> la fuerza magnética actúa sobre las cargas en reposo; <i>b)</i> un hilo de corriente está cargado electrostáticamente; <i>c)</i> las fuerzas magnéticas son centrales; <i>d)</i> no explican la interacción de un imán sobre un material de hierro.
Bagno y Eylon 1997 Universidad	En la primera parte del trabajo, investigan sobre las ideas centrales que tiene estudiantes de primer curso de universidad en el ámbito del electromagnetismo. Concluyen que la mayoría posee representaciones memorísticas de ecuaciones que no siempre son las más representativas. Así, indican que la ecuación que más se menciona es la ley de Ohm y que son muy minoritarias las ecuaciones de Maxwell como representativas del electromagnetismo.

En nuestra práctica docente III, en el Plantel 7 Ezequiel A. Chávez, se lograron conocer algunos conceptos previos escolares sobre magnetismo y electromagnetismo, que se pueden resumir en el cuadro 2:

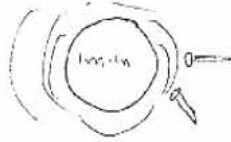
Cuadro 2

Pregunta	Conceptos previos escolares encontrados
¿Qué es magnetismo?	Es la fuerza de atracción o repulsión entre dos metales. Es cuando dos masas están cargadas opuestamente y por eso se atraen. Es un campo que se forma si le hacemos pasar electricidad.
¿Cómo identificas un material magnético?	Por sus polos o si son atraídos. Con un imán Por que atrae a los metales. Cuando este tiene atracción por otro de carga contraria. Por su conductividad
¿Cómo harías una brújula?	Con un imán Con un pequeño imán que es atraído al centro de la tierra. Con imanes en los cuatro polos. Con un imán y un pedazo de hilo el imán apunta hacia el norte.
¿Qué son las líneas de fuerza?	Un 60% de los alumnos carece de una idea sobre este concepto Son las líneas que muestran como actúan las cargas entre los cuerpos. Son las que limitan un campo magnético. Es como se representa en un plano la atracción o repelencia de dos objetos que son magnéticos. Las fuerzas que tienen los campos magnéticos..
¿Qué es la inducción electromagnética?	Un 65% de alumnos carece de una idea sobre este concepto. La capacidad de atraer un cuerpo mediante magnetismo. Cuando a un cuerpo se le suministra una corriente eléctrica. Es la transferencia de electricidad de un cuerpo a otro. Cuando circula corriente por un conductor. Cuando la electricidad circula en un circuito paralelo o mixto. Cuando se carga eléctricamente a un cuerpo. Una forma de pasar o introducir electricidad.
¿Cómo identificarías un campo magnetico en un imán?	Acercándole un metal y midiendo la distancia desde donde lo atrae. Observando si atrae objetos metálicos. Con un poco de limadura de fierro sobre una hoja de papel. Con otro imán al intentar juntarlos. Por sus polos (+ y -)
¿En que consiste el experimento de Oersted?	Un 98% de alumnos de nuestra muestra no logran tener idea sobre este experimento. En demostrar por medio de la mano derecha los campos magnéticos.
¿Cuál es la relación entre el magnetismo y la corriente que circula por un conductor?	De atracción. Inversamente proporcional. En que ambos son traslación e intercambio de electrones. Son diferentes

Los conocimientos previos de los alumnos en lo referente a dibujar el campo magnético de un imán, encontramos lo siguiente:

Ejemplo de respuestas de los estudiantes del grupo 604 en ENP 7.

Nombre Martín Flores Edad: 18 Sexo M Grupo: 604



Concepciones previas identificadas.

La mayoría de los estudiantes explica la fuerza magnética en términos de un agente mediador que va del cuerpo que la produce al receptor. Atribuyen al magnetismo el estatus de una "sustancia" localizada en el entorno de los cuerpos que interaccionan.

Nombre Juárez Torres Edad: 17 Sexo F Grupo: 604



Los estudiantes piensan que la fuerza magnética actúa sobre las cargas en reposo. Confunden la electrostática con el magnetismo.

Nombre Pedraza Navarrete David Edad: 18 Sexo M Grupo: 604



La idea de campo magnético con líneas que salen de un polo y se aproximan a otro. Las fuerzas magnéticas son centrales. Afirman que solo existe campo en los polos.

Nombre Bojórquez O. Nayeli Edad: 17 Sexo F Grupo: 604



El magnetismo como algo "que ejerce fuerza". Tienen la noción de atracción, considero que se debe en gran medida a lo que ven en las caricaturas.

2.11 Examen sobre magnetismo y electromagnetismo

Nombre _____ Edad: ____ Sexo: ____ Grupo: 604

Instrucciones: Lee con cuidado cada pregunta y escribe tu mejor respuesta.

- 1.- ¿Qué es un campo magnético?
- 2.- Explica dos aportaciones realizadas por Michael Faraday
- 3.- ¿En que consiste el experimento de Oersted?
- 4.- Explica tres aplicaciones del electromagnetismo
- 5.- ¿Explica qué sucede cuando circula corriente en el mismo sentido por dos conductores paralelos?
6. ¿Qué es la inducción electromagnética?
- 7.- ¿Cómo funciona un motor eléctrico de corriente directa?
- 8.- Dibuja el campo magnético formado por: un imán de herradura y un imán de barra.
- 9.- ¿Cuáles son las unidades de flujo magnético?
- 10.- Realiza un mapa conceptual con los siguientes conceptos:
Imán, voltaje, corriente eléctrica, magnetismo, Oersted, Faraday, Terrella, campo magnético, polos magnéticos, A. Volta, Electrodinámica, Gilbert, electromagnetismo, acción a distancia, Maxwell, magnetita.

2.12

Prácticas sobre magnetismo y electromagnetismo

Práctica 1 Experimento de Oersted

Introducción

La invención de la pila por Volta (1800) abrió una nueva era para la electricidad y el magnetismo. Desde ese instante, los investigadores intentaron encontrar una relación entre estos dos conceptos, a pesar de que muchos creían que la electricidad estática y la electricidad voltaica eran fenómenos completamente diferentes. Durante décadas se disponía de evidencia de que existía algún tipo de relación entre los fenómenos eléctricos y magnéticos. Por ejemplo, el volumen de 1735 del Philosophical Transactions of the Royal Society of London contenía un artículo titulado "De un efecto extraordinario del rayo en la comunicación del magnetismo". Un rayo cayó en la casa de un hombre de negocios, golpeando una caja llena de tenedores y cuchillos que se dispersaron por toda la habitación.... Pero lo más sorprendente fue que todos quedaron fuertemente imantados.

El magnetismo se fue desarrollando con el estudio de las propiedades de los imanes y se consideraba independiente de la electricidad.

Sin embargo, en 1820 mientras trabajaba en su laboratorio, Hans Christian Oersted montó un circuito eléctrico, y colocó cerca una aguja magnética (brújula). Al no haber corriente en el circuito (circuito abierto), la aguja magnética se orientaba en la dirección norte-sur y no sucedía nada, pero cuando se cerraba el circuito y el alambre estaba paralelo a la aguja magnética, ésta se desviaba, tendiendo a orientarse en dirección perpendicular al conductor. Al interrumpir el paso de la corriente, la aguja se orientaba a su posición inicial. Estas observaciones realizadas por Oersted demostraron que una corriente eléctrica podía actuar como un imán, originando desviaciones en una aguja magnética. Así se observó por primera vez que existía una relación entre la electricidad y el magnetismo: una corriente eléctrica es capaz de producir efectos magnéticos.



Objetivo

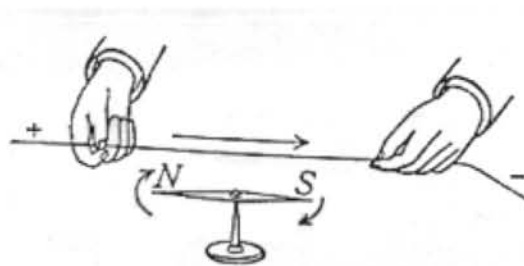
1. Identificar las líneas de fuerza de diversos imanes con limaduras de hierro.
2. Visualizar la relación entre un campo magnético (con una brújula) y el paso de una corriente por un conductor en las proximidades de este.

Conceptos previos

Corriente eléctrica
Diferencia de potencial
Campo magnético
Relación corriente- campo magnético

Material

- 1 Marco de papel china
- 3 imanes (1 de herradura, 1 de barra y 1 magnetita)
- 1 pedazo de tabla perfocel
- 1 brújula.
- 1 pila de 1.5 volts tamaño AA
- 1m de alambre magneto calibre 22
- 5 cm. de cinta de doble adhesión.



Descripción

1. Coloca debajo del marco de papel china un imán a la vez y encima del papel china espárcelo la limadura de hierro como si fuera sal por todo el contorno de liman, repite este proceso con los tres imanes e identifica las líneas de fuerza de los imanes, así como sus respectivos polos magnéticos.
2. Coloca la brújula sobre la mesa. Espera a que apunte al norte.
3. Coloca el alambre sobre la aguja de la brújula, (primero con una sola espira) también en dirección norte-sur (es decir paralelos). Dobra los extremos del alambre de modo, que queden cerca uno del otro.

4. Toma un extremo del alambre con una mano y presiónalo contra uno de los extremos de la batería, de tal manera que se cierre el circuito.
5. Toma el otro extremo con la otra mano y presiónalo momentáneamente sobre el otro extremo de la batería. La aguja oscilará (algunos grados oscila). Desconecta rápidamente. La aguja oscilará volviendo a la posición norte-sur. Después enrolla todo el alambre sobre la brújula. ¿Qué sucede si colocamos en forma perpendicular al alambre con la brújula?.
6. Podemos repetir el experimento con las conexiones de la batería invertidas. Observemos y anotemos que sucede ahora con la brújula.
7. ¿Por qué se desplaza la brújula en un sentido y después en otro al invertir la polaridad de la conexión a la pila.?
8. Realiza dibujos sobre el comportamiento de la brújula antes y después de conectar el alambre a la pila.
9. ¿Qué conceptos de física puedes encontrar en este experimento?

Nota: tienen que poner en su reporte observaciones y conclusiones

Bibliografía

- ALVARENGA BEATRIZ Y MAXIMO ANTONIO, (2003), *Física General con experimentos sencillos*, Oxford, México.
- PÉREZ MONTIEL HÉCTOR. (2000), *Física General*, Grupo Patria Cultural, México
- RESNICK, D. HALLIDAY, R. (1986), *Física*, CECOSA, México.

Práctica 2 Motor eléctrico

Introducción

El motor eléctrico es un aparato que convierte la energía eléctrica en energía mecánica. Un motor de corriente continua o corriente directa está constituido por una bobina suspendida entre los polos de un imán. Al circular una corriente eléctrica en la bobina, esta adquiere un campo magnético y actúa como un imán, por lo tanto es desplazada en movimientos de rotación, debido a la fuerza que hay entre los dos campos magnéticos.



Objetivo

A partir de una actividad experimental, establecer la relación que existe entre dos campos magnéticos, uno de los cuales es producido por un imán (de bobina) y el otro por un alambre magneto conectado a una batería de 1.5 Volts (tamaño D), que te permita explicar el principio de funcionamiento de un motor de corriente directa.

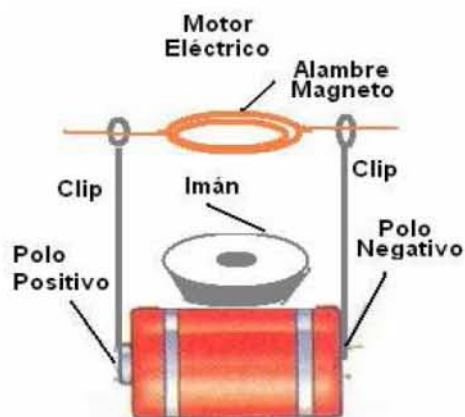


Figura 1

Material

- 1 Batería de 1.5 Volts (tamaño D)
- 2 Clips de 5 cm de largo
- ½ metro de alambre magneto delgado (calibre 24 o 26)
- 1 Imán de bocina (mediano) o de Neodimium (2.4 cm. x 0.7 cm.)
- 1 Lima de uñas o lija de madera
- 1 Cinta adhesiva plástica.
- 1 pinzas de electricista

Descripcion

Efectuar el arreglo experimental que se muestra en la figura 1, siguiendo los siguientes pasos:

- Colocar el alambre magneto entre dos de nuestros dedos para hacer la bobina, dar de 5 a 7 vueltas a los dedos, dejando una distancia de aproximadamente 3 cm entre la bobina y las puntas.
- Con la lima y /o lija quitar el aislante a el alambre magneto.
- Colocar firmemente el clip entre los bornes de la pila, para después sujetarse con la cinta adhesiva plastica
- Colocar el imán la parte superior de la pila
- Por último darle un pequeño empujón a la bobina.
-

Análisis de resultados

1. ¿Qué ocurre en la bobina al conectarse a la batería?
2. ¿Qué fenómeno se presenta al interactuar el imán con la bobina?
3. ¿Qué ocurre en la bobina al invertir el polo del imán? y ¿por qué ocurre esto?
4. Describe el comportamiento de un motor de corriente directa, tomando como referencia la práctica que acabas de realizar

Nota: tienen que poner en su reporte observaciones y conclusiones

Bibliografía

- BRAUN ELIEZER. (1998), *Electromagnetismo de la ciencia a la tecnología*, FCE, México.
- HECHT. (1987), *Física en perspectiva*, Addison Wesley Iberoamericana, México.
- HEWITT G. PAUL. (1995), *Física General*, Addison Wesley Iberoamericana, EUA.
- PÉREZ MONTIEL HÉCTOR. (2000), *Física General*, Grupo Patria Cultural, México

Práctica 3: Inducción electromagnética

Introducción

El fenómeno de la inducción electromagnética está presente en transformadores, generadores y motores por mencionar algunos dispositivos de uso cotidiano en las ciudades.

Faraday inició en 1825 una serie de experimentos con el fin de comprobar si se podía obtener electricidad a partir del magnetismo, pero no fue sino hasta 1831 que pudo presentar sus primeros trabajos con respuestas positivas. Después de muchos intentos fallidos, debidamente registrados en su diario, Faraday obtuvo un indicio en el otoño de 1831. El experimento fue el siguiente: enrolló un alambre conductor alrededor de un núcleo cilíndrico de madera y conectó sus extremos a un galvanómetro *G*; ésta es la bobina *A* de la figura 1. En seguida enrolló otro alambre conductor encima de la bobina anterior. Los extremos de la segunda bobina, *B* en la figura 1, los conectó a una batería. La argumentación de Faraday fue la siguiente: al cerrar el contacto *C* de la batería empieza a circular una corriente eléctrica a lo largo de la bobina *B*. De los resultados de Oersted y Ampère, se sabe que esta corriente genera un efecto magnético a su alrededor. Este efecto magnético cruza la bobina *A*, y si el magnetismo produce electricidad, entonces por la bobina *A* debería empezar a circular una corriente eléctrica que debería poder detectarse por medio del galvanómetro. Sus experimentos demostraron que la aguja del galvanómetro no se movía, lo cual indicaba que por la bobina *A* no pasaba ninguna corriente eléctrica. Sin embargo, Faraday se dio cuenta de que en el instante en que conectaba la batería ocurría una pequeña desviación de la aguja de galvanómetro. También se percató de que en el momento en que desconectaba la batería la aguja del galvanómetro se desviaba ligeramente otra vez, ahora en sentido opuesto. Por lo tanto, concluyó que en un intervalo de tiempo muy pequeño, mientras se conecta y se desconecta la batería, si hay corriente en la bobina *B*. Siguiendo esta idea Faraday descubrió que efectivamente se producen corrientes eléctricas sólo cuando el efecto magnético cambia, si éste es constante no hay ninguna producción de electricidad por magnetismo.

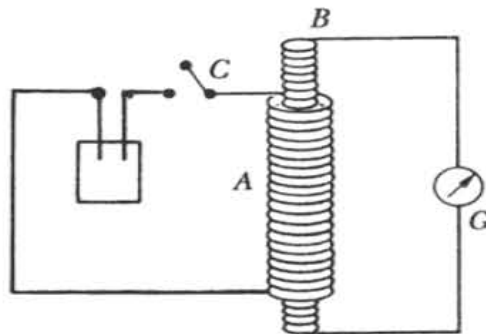


Figura 1. Esquema del experimento de Faraday con que descubrió la inducción electromagnética

Conceptos previos:

- Inducción electromagnética
- Corriente eléctrica
- Campo magnético
- Fuerza electromotriz



Tres momentos de la inducción con un galvanómetro

Objetivo

Construir un dispositivo en donde el alumno visualice el fenómeno de la inducción electromagnética, empleando un imán, una bobina y dos leds.

Equipo y material

- 2 leds (diodos emisores de luz)
- Un cilindro de cartón (base que trae el rollo de papel aluminio usado en la cocina)
- 6 a 8 imanes de neodimium (2.4 cm. x 0.7 cm.)
- Medio kilogramo de alambre magneto calibre 24
- 1 lija

Descripción

1.- Enrollar en el rollo de papel aluminio el medio kilogramo de alambre magneto calibre 22, de tal manera que los espacios entre el alambre sea mínimo, para lo cual deberá hacerse con mucho cuidado el enrollamiento.

- 2.- Los extremos del alambre magneto deben lijarse de la punta hasta un centímetro alrededor de esta.
- 3.- Conectar los leds en los extremos del alambre (de tal manera que sus extremos opuestos coincidan, cátodo con ánodo). Ver figura 2. El alambre magneto tiene un recubrimiento usar una lija para quitar el recubrimiento en cada extremo lijar medio centímetro.
- 4.- Juntar los imanes (mínimo 4) de tal manera que se coloquen en un resorte, para que sean desplazados uniformemente dentro del tubo de cartón y secuenciado de arriba hacia abajo, ¿Qué sucede si el desplazamiento es lento?.
- 5.- ¿Qué sucede con los leds cuando desplazas hacia arriba y hacia abajo la bolsa de plástico con los imanes?

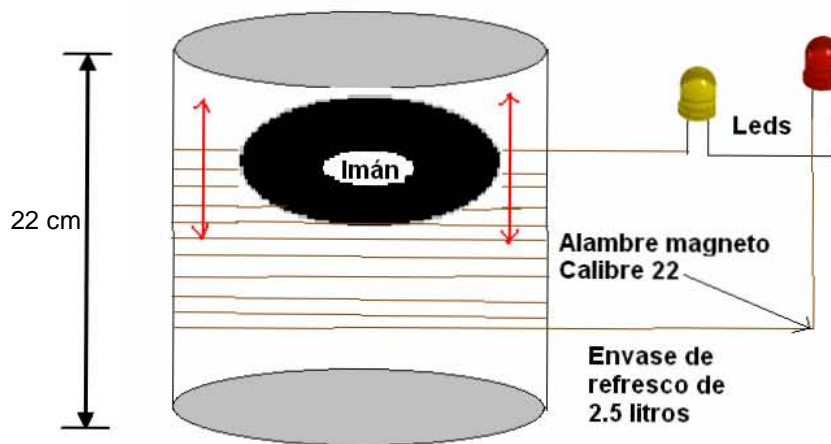


Figura 2

Nota: tienen que poner en su reporte observaciones y conclusiones

Bibliografía

- BRAUN ELIEZER. (1998), *Electromagnetismo de la ciencia a la tecnología*, FCE, México.
- HECHT. (1987), *Física en perspectiva*, Addison Wesley Iberoamericana, México.
- HEWITT G. PAUL. (1995), *Física General*, Addison Wesley Iberoamericana, EUA.
- PÉREZ MONTIEL HÉCTOR. (2000), *Física General*, Grupo Patria Cultural, México

2.13 Evaluación de los alumnos al profesor

Este instrumento tiene como finalidad recabar tu opinión sobre el desempeño del profesor durante su práctica docente, selecciona con veracidad para cada pregunta, marcando con una x el número que te parezca más adecuado de acuerdo a la siguiente escala:

- 1.- Completamente en desacuerdo
- 2.- Parcialmente en desacuerdo
- 3.- Indiferente
- 4.- Parcialmente de acuerdo
- 5.- Completamente de acuerdo

INDICADOR	1	2	3	4	5
1. El profesor dio a conocer los objetivos o propósitos a lograr de los contenidos de las diferentes clases impartidas					
2. El profesor llegó puntualmente a la clase y utilizó efectivamente el tiempo destinado al desarrollo de los contenidos programados en esa clase					
3. El profesor expuso ejemplos claros de los temas que se vieron en clase					
4. El profesor ayudó al grupo a establecer conclusiones congruentes a los temas expuestos en la clase					
5. Consideras que el profesor organizó adecuadamente los contenidos temáticos expuestos en clase					
6. En las actividades y discusiones el profesor facilitó y estimuló la participación de todos					
7. El profesor utilizó tus respuestas para reforzar el trabajo de grupo					
8. Las actitudes personales del profesor y sus explicaciones te ayudaron a mantenerte atento					
9. El profesor trató por igual a todos los alumnos sin descalificar a nadie					
10. Se expresa claramente en las explicaciones					
11. Informa oportunamente el avance académico de los estudiantes					
12. Promueve la argumentación razonada entre los miembros del grupo en la búsqueda de acuerdo					
13. Usa ejemplos personales o habla sobre experiencias externas a la clase					
14. Hizo la aclaración de dudas de forma amable y cortés (preguntas-respuesta)					
15. Los vídeos, los experimentos, los dispositivos, las lecturas, etc. (<i>personal a cada profesor según el caso</i>) en la clase usados por el profesor despertaron en ti el interés por la clase.					
16. Las actividades planteadas por el profesor te permitieron comprender mejor el tema.					
17. Promovió el cuidado y buen uso de los materiales y equipo.					
18. Estableció criterios de evaluación y calificación desde el inicio del tema o unidad					
19. Realizó una evaluación diagnóstica (examen de conocimientos previos o ideas previas al tema) al principio del tema o unidad					
20. Utilizó diferentes instrumentos de evaluación (apuntes, tareas, exámenes, reporte de actividades de laboratorio, presentación de trabajos, trabajo en equipo etc.) para valorar tu avance					
21. El profesor se mostró abierto para considerar tus inconformidades y cuestionamientos sobre tu calificación					
22. Consideras que tu calificación refleja tu aprendizaje sobre el tema o unidad					

Vaciado de datos en porcentaje sobre la evaluación al profesor sobre el tema de circuitos eléctricos resistivos.

INDICADOR	1	2	3	4	5
1. El profesor dio a conocer los objetivos o propósitos a lograr de los contenidos de las diferentes clases impartidas				16%	84%
2. El profesor llego puntualmente a la clase y utilizo efectivamente el tiempo destinado al desarrollo de los contenidos programados en esa clase				3%	97%
3. El profesor expuso ejemplos claros de los temas que se vieron en clase				30%	70%
4. El profesor ayudo al grupo a establecer conclusiones congruentes a los temas expuestos en la clase				30%	70%
5. Consideras que el profesor organizo adecuadamente los contenidos temáticos expuestos en clase				27%	63%
6. En las actividades y discusiones el profesor facilitó y estimuló la participación de todos			7 %	39%	54%
7. El profesor utilizó tus respuestas para reforzar el trabajo de grupo			1 2 %	21%	67%
8. Las actitudes personales del profesor y sus explicaciones te ayudaron a mantenerte atento				39%	61%
9. El profesor trató por igual a todos los alumnos sin descalificar a nadie				18%	82%
10. Se expresa claramente en las explicaciones			5 %	39%	56%
11. Informa oportunamente el avance académico de los estudiantes	6 %	3 %	9 %	49%	33%
12. Promueve la argumentación razonada entre los miembros del grupo en la búsqueda de acuerdo	3 %	9 %	3 %	45%	40%
13. Usa ejemplos personales o habla sobre experiencias externas a la clase	1 %	9 %	30 %	33%	27%
14. Hizo la aclaración de dudas de forma amable y cortés (preguntas-respuesta)			6 %	9%	85%
15. Los vídeos, los experimentos, los dispositivos, las lecturas, etc. en la clase usados por el profesor despertaron en ti el interés por la clase.		3 %	9 %	6%	82%
16. Las actividades planteadas por el profesor te permitieron comprender mejor el tema.			3 %	30%	67%
17. Promovió el cuidado y buen uso de los materiales y equipo.			3 %	27%	70%
18. Estableció criterios de evaluación y calificación desde el inicio del tema o unidad			3 %	15%	82%
19. Realizó una evaluación diagnóstica (examen de conocimientos previos o ideas previas al tema) al principio del tema o unidad				12%	88%
20. Utilizó diferentes instrumentos de evaluación (apuntes, tareas, exámenes, reporte de actividades de laboratorio, presentación de trabajos, trabajo en equipo etc.) para valorar tu avance				9%	91%
21. El profesor se mostró abierto para considerar tus inconformidades y cuestionamientos sobre tu calificación		7 %	3 %	24%	66%
22. Consideras que tu calificación refleja tu aprendizajes sobre el tema o unidad	9 %	1 2 %	3 %	33%	45%

Capítulo 3

Análisis de resultados

Análisis e interpretación de resultados.

Durante nuestra práctica docente II se realizó una planeación didáctica sobre circuitos eléctricos resistivos de corriente directa con base a los objetivos planteados en el programa de física IV área 1 de la Escuela Nacional Preparatoria

En la práctica docente III se realizó una nueva planeación didáctica sobre magnetismo y electromagnetismo con base a los objetivos planteados.

a) Evaluación de los resultados sobre circuitos eléctricos resistivos de corriente directa.

Introducción

En este capítulo trataremos de realizar un ejercicio de reflexión sobre el tema de la evaluación en nuestra práctica docente II; partiendo de la estructura misma de nuestra planeación de práctica docente la cual fue cuidadosamente analizada con ayuda de las aportaciones de: (Supervisor MADEMS Profesora Maria Luisa Trejo Mendieta (ENP7), Profesor de práctica docente Edgar Méndez Pedrero (CCH-SUR) y Profesora de Didáctica de la disciplina Pilar Segarra A (Facultad de ciencias UNAM)).

El grupo de prueba donde se llevo a cabo dicho proceso fueron los alumnos que cursan el 6^{to} año de la Escuela Nacional Preparatoria 7 "Ezequiel A. Chávez"; en términos generales las evaluaciones de los primeros dos periodos del grupo 604 (25 alumnos, 15 hombres y 10 mujeres) presentaban un alto índice de reprobación (80%); "La selección y uso de estrategias en la situación escolar también depende en gran medida de otros factores contextuales (Ayala y Barragete 1991, Thomas y Rohwer, 1986)"¹ ; Ante esto me comprometí con la profesora supervisora a impartir las clases durante 3 semanas, de tal manera que tuviera más tiempo e independencia para poder calificar a través de los instrumentos de evaluación pertinentes, premisa que debía tomar en cuenta, pues era mejor partir de esta realidad y había que poner énfasis en la evaluación en nuestra planeación didáctica del tema circuitos eléctricos, de tal manera, que se cumplieran los objetivos principales del proceso de enseñanza y aprendizaje; para eso se tenía que invitar a el alumno a involucrarse en la construcción de su conocimiento mediante una "evaluación atractiva", básicamente aquella que es incluyente del alumno por ser diversa y buscar características importantes del mismo durante su proceso de aprendizaje; Pues hoy estoy seguro de lo que implica la evaluación

¹ Díaz Barriga Frida y Hernández Rojas Gerardo (2005), *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*, Mac Graw Hill, México.

"evaluar no es calificar"² Alonso, Gil y Martínez (1995); La evaluación es la columna vertebral en nuestra actividad docente; es lo que nos permitirá de alguna manera poder llegar en tiempo y forma de un punto A a un punto B en el proceso de enseñanza y aprendizaje (ideal, pero con objetivos y buen trabajo se puede "alcanzar algo"). Como señala Gimeno Sacristán:

*"Cualquier proceso didáctico, intencionalmente guiado conlleva una revisión de las consecuencias, una evaluación del mismo. La evaluación sirve para pensar y planificar la práctica didáctica"*³.

Los instrumentos de evaluación empleados durante la práctica docente II fueron:

- a) Cuestionario de evaluación diagnóstica
- b) Participación 10% (Individual y equipo)
- c) Tareas: 15%, Cuestionario por equipos 10% (Historia de la electricidad)
- d) Prácticas de laboratorio 20% (1.-Pilas extrañas, 2.-Circuitos eléctricos de corriente directa y 3.- ley de Ohm.)
- e) Examen 20%
- f) Mapa conceptual 25% (Historia de la electricidad, por equipos).

En este sentido el proceso reflexivo sobre la evaluación en nuestra práctica docente II, estará enfocada en dos vertientes:

Los avances del alumno y lo que evaluamos en nuestra práctica docente.

Para poder decir que tanto avanzó el alumno es necesario saber que lugar ocupaba antes del proceso educativo, en ese sentido se realizó una **evaluación diagnóstica** del tema circuitos eléctricos resistivos de donde se lograron encontrar los siguientes aspectos más representativos:

- Los alumnos desconocen qué es un elemento resistivo en un circuito eléctrico, el 88% lo desconocían.
- Los alumnos no tienen idea de cual es el símbolo de una batería, en cambio el símbolo de una resistencia es conocido por casi el 50%.
- Los alumnos no tienen idea de que "aparatos" usan corriente directa en un circuito eléctrico, algunos de ellos se confunden y dicen: "que el horno de microondas, la televisión, las lámparas de la calle usan corriente directa".
- Los alumnos desconocen en su mayoría 87% las unidades de corriente eléctrica; algunos afirman que están dadas en Watts, otros Volts y Ohms.
- Los alumnos tienen una idea de como pueden hacer una batería eléctrica, casi la mayoría 90%, responde: "con placas de cobre y zinc y un electrolito"; considero que esto se debe posiblemente a que en su clase de química cuando analizaron el proceso químico de oxidación tomaron el ejemplo de la batería.

² Alonso, M., D.Gil y J. Martínez - Torregrosa. (1995), *Concepciones docentes sobre la evaluación en la enseñanza de las ciencias*, en Alambique, num. 4, México.

³ J.Gimeno Sacristán (1989), *El currículum: una reflexión sobre la práctica*, ediciones Morata, S.A, España.

- Los alumnos desconocen que es un corto circuito y circuito abierto, algunos de ellos afirman que un corto circuito ocurre: " cuando un circuito hace un choque de electricidad entre si", " cuando la energía choca y se interrumpe".

Por un lado cabe mencionar que al principio muchos estudiantes son incapaces de distinguir claramente entre la intensidad de corriente y la diferencia de potencial. En términos generales este era el diagnóstico sobre lo que el alumno conocía, junto con lo que nos menciona Héctor Riveros en su libro, sobre la motivación intrínseca que trae el alumno cuando no somos capaces de atraerlos hacia el estudio de la física, "*por su parte los alumnos se esfuerzan poco por estudiar: de todos modos el profesor no me va a pasar*"⁴, por lo que la estrategia didáctica planeada se modificó y se puso énfasis en los conocimientos previos que tenían los alumnos sobre el tema, de esta manera se convirtió en nuestra mejor herramienta como docentes, al pensar en lo que sabe el alumno y sobre el como se puede enseñar mejor los contenidos a tratar.

*"Una estrategia didáctica es un plan de acción general conformado por procedimientos, acciones originales y flexibles, diseñadas de tal forma que faciliten los procesos de enseñanza y aprendizaje. El diseño de una estrategia didáctica implica elegir técnicas grupales y técnicas didácticas, además de articular su aplicación"*⁵.

En lo referente a la **participación del alumno**, se rompieron esquemas, dada la visión del aprendizaje en la Escuela Nacional preparatoria de ser receptivo, lográndose una evaluación formativa a través de una participación activa en clase, ésta fue gracias a las tareas, cuestionarios y prácticas, se utilizó la lista de asistencia para garantizar equidad en las participaciones, cabe mencionar que se realizaban también preguntas intercaladas durante la clase y cuando no sabían responder al que le tocaba se le daba oportunidad a otro alumno de tal manera que todos los alumnos tenían igual oportunidad, dependiendo de la participación, nosotros como facilitadores del aprendizaje guiábamos las intervenciones de acuerdo a su argumentación; en este aspecto al finalizar las sesiones más del 90% de los alumnos participó activamente al tener en cuenta que también sus ideas contaban y que era necesario esforzarse por aprender a comunicar esos saberes.

Cuando se dio la oportunidad de participar todo el grupo por equipos la estrategia de preguntas intercaladas sobre la lectura previa de la historia de la electricidad, funcionó bien pues ellos lograron sacar ideas generales; aquí los alumnos al principio se angustiaban de saber si era correcta su participación, o en otros casos cuando les faltaba un integrante del equipo "*sentían que perdían puntos al no tener más ideas*"; Por otro lado cuando se presentó una simulación por computadora sobre circuitos eléctricos de corriente directa se les presentó el **ejercicio por equipos** sobre dos circuitos eléctricos (con cuatro focos cada uno)

⁴. Riveros Rotge Héctor G, Jiménez Cisneros Emma y Riveros Robles David (2004), *Cómo mejorar mi clase de física Nivel Medio Superior*, Trillas, México.

⁵ *Ibíd.*, p 78.

con conexión paralelo y mixto, funciono bien la modelización con el paquete computacional; pues ellos lograron obtener las características de corriente y voltaje en cada elemento en la mayoría de sus circuitos.

Se **evaluaron cuatro tareas**, las cuales se revisaban el día de la entrega y retroalimentaban las aportaciones de los alumnos, aquí fue necesario después de la primera tarea, indicarles la importancia de las fuentes de información, pues el uso de Internet y Encarta facilitó el copia y pega en un 85% de los alumnos y lo que les dejaba era muy pobre al ser revisadas en plenaria, por lo que se les indico que ellos tenían que argumentar sus aportaciones, conforme fueron entregando las demás tareas, se dieron cuenta de la importancia con los temas que se analizaban, así el 87% realizo las restantes tres tareas con buena calidad, después de observación sobre las fuentes y el para que de las tareas.

Se evaluaron **tres prácticas de laboratorio**, a continuación detallamos algunos resultados de las prácticas:

1. La primera práctica llamada "Pilas extrañas", tenía como finalidad por un lado de vincular la aportación de Alejandro Volta en los circuitos eléctricos y lograr que ellos entendieran que se estableció un "cambio" en la forma de realizar investigación sobre fenómenos eléctricos y magnéticos al relacionar su lectura sobre la historia de la electricidad desde los griegos hasta Alejandro Volta con su práctica para entender la importancia de la pila de Volta, respecto de lo que se tenía en su momento Botella de Leiden y pasar a una nueva forma de "almacenar energía", los alumnos establecieron las diferencias entre ambos dispositivos, sus alcances y la relación que guardan en un circuito eléctrico así como realizar otras pilas con diferentes materiales, como la pila de guayaba, la pila de limón, la pila con una moneda; aquí cabe destacar como ellos mismos lo afirmaban " *jamás hubiera pensado que podía realizar una pila con una guayaba, limón o papa*", lograron observar con un voltímetro la diferencia de potencial en los extremos de los electrodos de cobre y zinc.
2. En la segunda práctica de circuitos eléctricos con pilas y focos (usaron material que ellos compraron tales como: sockets, pilas, cables), los alumnos, identificaron los elementos básicos de un circuito eléctrico, encontrar algunas características de circuitos serie y paralelo y mixto, en lo particular relacionaron el brillo del foco con la corriente que circula por el circuito, así como el comportamiento de cada uno de los circuitos al quitarle un elemento (un foco) lograron relacionar la conexión en paralelo con la conexión que existe en su casa para corriente alterna.
3. En la tercera práctica de la ley de Ohm ellos usaron un circuito eléctrico con resistencias de precisión de 100Ω y 1000Ω , 8 pilas AA de 1.5 Volts, caimanos y un multímetro, aquí el objetivo es encontrar primero las características de un circuito con conexión en serie al aumentar la diferencia de potencial gradualmente (una pila, después dos y así sucesivamente) y tomar lecturas de la corriente que circula en el mismo; ellos lograron emitir sus conclusiones por equipo sobre la dependencia de la corriente eléctrica de la diferencia de potencial, por otro lado lograron encontrar un modelo matemático

representativo de dicho comportamiento en forma grafica y analítica a través del método de pares de puntos, para llegar a el modelo de la ley de Ohm. En términos generales el trabajo colaborativo fue una metodología que llevó poco tiempo aprender pues sus reportes de prácticas nos muestran logros en sus aprendizajes. Ellos mismos se sentían comprometidos por investigar o traer material sobre la práctica siguiente, para esto se delegan responsabilidades entre ellos.

En la evaluación del **mapa conceptual** fue necesario darles una información previa a los alumnos sobre el uso de los mapas conceptuales como técnica de enseñanza y aprendizaje al encontrar los conceptos claves de un tema y las relaciones entre conceptos de acuerdo a un nivel jerárquico, previamente se realizo un mapa conceptual grupal sobre un tema conocido para ellos relativo a el movimiento rectilíneo y acelerado, después se procedió a organizar el mapa conceptual por equipos de 5 alumnos a partir de una información, que los alumnos habían analizado sobre la evolución de la electricidad desde los antiguos griegos (tales de Mileto) hasta la aportación de Alejandro Volta con su pila; para elaborar el mapa consistió de 3 etapas básicamente: la primera fue identificar los conceptos clave en la lectura (mínimo 25 conceptos), los alumnos hicieron un primer borrador y me lo entregaron, la siguiente clase se les hace unas preguntas y observaciones con la finalidad de retroalimentar ideas y aclarar aspectos relativos al diseño de su mapa conceptual, por último los alumnos entregaron su nuevo mapa conceptual y se procedió a presentar su información a sus compañeros, en donde ellos podían elegir cualquier técnica para exponer su mapa; algunos hicieron uso de un proyector de acetatos, otros usaron papel bond y explicaron su información aquí cabe aclarar que los alumnos lograron articular y explicar mejor su información en esto influyo el trabajo en equipo; con esto considero que el uso de mapas conceptuales les permite tener una autonomía en su aprendizaje, el trabajo colaborativo que se debe ir fomentando desde el inicio de las clases y desde luego les permite tener un esquema general sobre la información analizada al observar que no hay mapas conceptuales iguales y que cada uno de estos depende de como estructuren los equipos su información, ante esto, "los alumnos se convierten en jueces al escuchar exponer los trabajos de sus demás compañeros", el 75% logro explicar un buen mapa conceptual.

En lo relativo al formato del **examen** esté contenía una gran parte de reactivos del el cuestionario de evaluación diagnostica, complementado con el calculo de la corriente que circula por circuitos con conexión serie, paralelo y mixto; existió un avance conceptual considerablemente del 70%; en el caso de los circuitos el que tenia conexión serie les fue más fácil realizar el cálculo, comparado con las otras dos conexiones; lograron en su mayoría determinar las variables involucradas en la ley de ohm. Uno de los problemas que les agrado: ¿Imagina que quieres diseñar una lámpara con 3 pilas y dos focos, dibuja el diseño de tu lámpara y justifica tu respuesta?; la mayoría hace una conexión en serie de las pilas (95%), pero en lo referente a la conexión de los focos, aquí el 68% afirmaba que con una conexión en serie y el 32% con una conexión en paralelo, en lo referente a esta ellos afirman: "creo que es mejor así, pues si se funde un foco el otro seguirá trabajando" o "para que los focos tengan mayor luminosidad" .

Se realizó una evaluación de los **contenidos actitudinales del alumno** hacia el proceso de enseñanza y aprendizaje de la física, en donde se obtuvo:

- El 60% de los alumnos les gusta exponer en equipo en la clase de física.
- El 97% está de acuerdo que el profesor sea el que exponga los temas, esto confirma que están acostumbrados a una enseñanza tradicional y que hay que hacer muchos esfuerzos para introducir pequeñas pinceladas del constructivismo.
- El 72% considera que aplica los conocimientos de su clase de física en su vida cotidiana, sin embargo considero que creen que lo que saben es lo correcto.
- El 100% considera que comprende mejor un tema de física si realizan una simulación con computadora; al igual que sus compañeros de clase les ayudan a entender los conceptos de circuitos eléctricos resistivos.
- El 100% considera que las prácticas de laboratorio les ayudaron a entender mejor los temas de circuitos eléctricos resistivos.

En lo referente a la **autoevaluación** considero que esta fue exitosa debido a las aportaciones de los profesores de práctica docente II y didáctica de la física, pues el tener una visión amplia sobre evaluación, previo a nuestra práctica docente II, abrió un panorama mayor sobre la importancia de cada instrumento, el porqué y cómo de la evaluación, así como el papel del alumno en el aula; nuestro interés por ser mejores docentes, congruentes con lo planeado y los resultados satisfactorios; considero que el hecho de que el 96% de acreditación de los alumnos, y la satisfacción de los mismos al terminar las presentaciones me afirman que vamos por buen camino y que cada día necesitamos aprender más, a través de la actualización didáctica de nuestra práctica.

En la **evaluación de los alumnos hacia el profesor** diseñado en la asignatura de didáctica de la física II, los resultados en general fueron satisfactorios, se cumplió con: evaluación diagnóstica, objetivos, puntualidad, exposición clara de contenidos, estuvieron atentos, motivación, trato igual a los alumnos, existió interés, utilizo diferentes instrumentos de evaluación; **la evaluación del profesor supervisor** fue muy satisfactoria hacia nuestro trabajo.

Así mismo se empleó la **analogía hidráulica** para explicar las funciones de un circuito eléctrico, como una estrategia de enseñanza y aprendizaje, en ese sentido tenemos que el razonamiento por analogía se considera un proceso de aprendizaje constructivo y dinámico para la adquisición de nuevos conocimientos, que ayuda a crear un puente conceptual entre dominios de conocimiento no relacionados y fomenta tanto la comprensión.

La analogía ofrece la posibilidad de construir una práctica educativa en la que los nuevos conocimientos se consolidan sobre la base de los conocimientos anteriores, permitiendo, a la vez, fomentar la búsqueda y el descubrimiento de nuevas relaciones entre distintos dominios de contenido.

Según González L. (1997) la analogía puede desempeñar varias funciones en el ámbito educativo:

*"1) la analogía puede utilizarse como un conjunto compacto de instrucciones para reconstruir la experiencia de los sujetos, 2) también permite expresar algunas experiencias que son difíciles de describir en términos puramente lingüísticos sin tener que recurrir a una descripción literal, y 3) además es un medio de comunicación vivo que se encuentra más cercano a nuestra experiencia perceptiva, cognitiva o emocional"*⁶.

Todo esto permite que se pueda transferir de forma más dinámica aquello que es semejante y útil de un dominio ya conocido hacia otro dominio desconocido para que este último pueda ser comprendido e integrado en la base de conocimientos del sujeto.

La analogía como proceso de aprendizaje proporciona un contexto en el que se puede experimentar activamente y constituye un medio tanto para la asimilación de las nuevas experiencias en la estructura conceptual existente como para la acomodación de la estructura conceptual a las nuevas experiencias. Y en ese sentido tenemos que:

*"Cuando las analogías van dirigidas hacia la adquisición de nuevo conocimiento, el proceso de acceso al concepto análogo previo depende de que exista algún tipo de semejanza saliente ente los dos dominios"*⁷.

Las analogías sirven sobre todo como instrumento de reflexión del alumno a través del análisis y la búsqueda de los fallos y limitaciones que afectan a cada analogía. Por tanto, las analogías han de entenderse como un recurso de indudable valor para el aprendizaje de procedimientos. Y quizás por ello, a su vez, el pensamiento analógico debería verse también como un modo de pensar espontáneo en los alumnos que convendría desarrollar y encauzar a través de su proceso de aprendizaje

⁶ González Labra José María. (1997), *Aprendizaje por analogía*, Trotta, España.

⁷ *Ibíd.*, Pág. 39

El análisis sobre la evaluación empleada en la práctica docente II, nos indica un avance importante con respecto a la anterior práctica docente I, en muchos aspectos, como fueron: la evaluación diagnóstica, la diversidad de instrumentos, el trabajo de tesis etcétera, pero sobre todo que existió coherencia entre el decir y el mostrar, es decir entre lo planeado y lo hecho durante las presentaciones ante alumnos; aspecto que nos replantea la importancia de una evaluación diversa e incluyente del alumno, durante el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Por otro lado es necesario que los alumnos evalúen el trabajo del profesor y en este sentido la evaluación del proceso de enseñanza y aprendizaje por parte de los alumnos del 604 de la ENP 7, fue muy favorable en términos generales e impulsa a seguir preparándose, pues dicho ejercicio da confianza en quien aprende, a través del fortalecimiento de la práctica educativa. Evaluar la práctica docente fue una actividad reflexiva que nos muestra la importancia de la evaluación en física, cuando lo planeado rinde frutos a través del aprendizaje significativo e incluyente del aprendiz.

Rúbrica para evaluar un mapa conceptual

Historia de la electricidad hasta Alejandro Volta.

Grupo: _____ Equipo: _____ Integrantes: _____

Conceptos	Adecuado 3 puntos	Regular 2 puntos	Inadecuado 1 punto
Comienza con el concepto más importante del tema.			
Usa relaciones horizontales y verticales al relacionar conceptos			
Es un mapa que atrae la atención al verlo (presentación y coherencia)			
Selecciono las palabras clave, logrando encontrar las relaciones importantes			
Las líneas de enlace contienen palabras que establecen relaciones claras entre los conceptos.			
Enfatiza y muestra las asociaciones de ideas en el mapa			
Explico con voz clara, seguridad y en tiempo su mapa conceptual.			
Logra interpretar correctamente su mapa			
Los ejemplos son correctos			
El nivel jerárquico entre los conceptos es adecuado.			

Nota:

El valor máximo de puntos es 30 que equivale a 10 y de acuerdo a su presentación se asignaba un determinado valor, al final se suman los aciertos y se saca el promedio de calificación en su presentación del mapa conceptual.

Examen sobre circuitos eléctricos de corriente directa.

Nombre: _____ Grupo: _____

1.- ¿Que es un circuito eléctrico? _____

2.- ¿Qué es un conductor de la electricidad? _____

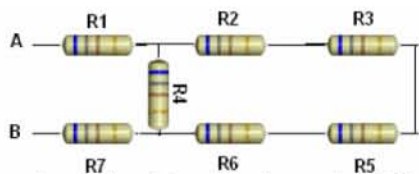
3.- ¿Puedes dar tres ejemplos de elementos resistivos? _____

4.- ¿Enuncia la ley de Ohm?

5.- Si tienes dos circuitos eléctricos, conectado uno en serie y otro en paralelo, con la misma batería ambos y focos de la misma potencia, ¿como es el brillo en cada uno de los circuitos eléctricos? justifica tu respuesta _____

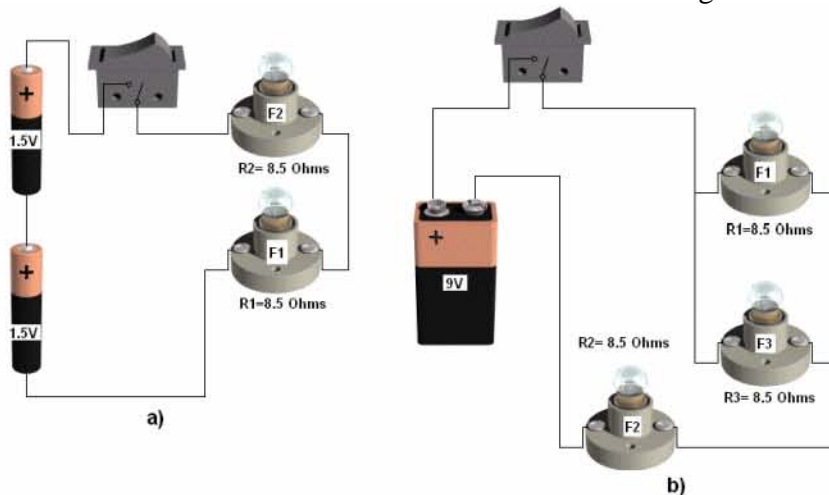
6.- Encuentra la resistencia equivalente en los siguientes circuitos eléctricos.

a)



Los valores de las siete resistencias son de 680 Ohms

7.- Encuentra la corriente en los focos F1 Y F2 de los siguientes circuitos:



8.- ¿Cuál es la equivalencia de la unidad Volt en el sistema internacional de unidades?

9.- ¿Cual es la función de una batería en un circuito eléctrico? _____

10.- ¿Explica el experimento de la pila de volta? _____

Nota: El valor de cada pregunta es de un punto

Evaluación final sobre circuitos eléctricos resistivos con algunos instrumentos

Nombre del alumno	Calificación final	Prácticas 20%	Participación 10%	Tareas 15%	Examen 20%	Ejercicio 10%	Mapa conceptual 25%
Lilia	7	1.7	1	1	0.6	0.7	2
Jessica	6.6	1.7	1	0.8	0.6	0.7	1.8
Miriam	7.5	1.7	1	1.2	0.6	0.7	2.3
Alejandra	5.8	1.7	0.8	1.2	0.4	0.7	1
Aldo	6.7	1.7	1	1	1	0	2
Jesús	7.3	1.7	1	1.2	1.4	0	2
Guillermo	8	1.7	1	1.2	1.4	0.7	2
Antonio	6.4	1.7	1	1.2	0.8	0.7	1
Jesús	6.3	1.7	0.8	1	1	0	1.8
Erick	7.5	1.7	1	1.3	1	0.7	1.8
Noe	7.6	1.7	1	1.2	1.2	0.7	1.8
Guillermina	8.5	1.7	1	1.2	1.6	0.7	2.3
Gamaliel	6.7	1.7	1	1.3	0.9	0	1.8
Noe	8.3	1.9	1	1.4	2	1	1
Lorena	6.7	1.7	1	1.3	1	0.7	1
Alejandro	6.8	1.9	1	1.4	0.8	0.7	1
Fernando	6.6	1.9	1	1	0.7	1	1
Carina	7.9	1.7	1	1.2	1	0.7	2.3
Rafael	6.9	1.7	1	1	0.7	0.7	1.8
Víctor	7.5	1.7	1	1.1	1	0.7	2
Jesús	NP	0	0	0	0	0	0
Amaury	6.9	1.7	0.8	1.2	1.2	1	1
Adrián	6	1.7	0.8	1	0.8	0.7	1
Cristina	6.4	1.7	1	1.2	0.8	0.7	1
Karen	6.2	1.7	0.5	0.6	0.4	0.7	2.3

De acuerdo a esta tabla podemos observar que el índice de aprobación de los que asistieron es del 100% en este caso, podemos también afirmar que el examen es un instrumento de evaluación con poco índice de acreditación que va afectando en su calificación final, pero que no implica que el alumno no acredite.

Como vemos hay aspectos de la evaluación muy parejos entre todos los alumnos como lo es en el cuestionario, las prácticas, y el mapa conceptual, que ayudan a ir incrementando su calificación final.

3.2) Análisis e interpretación de resultados sobre magnetismo y electromagnetismo.

Introducción

La práctica docente III fue el espacio donde se probó la segunda parte de la tesis, en lo referente al magnetismo y electromagnetismo, se llevaron a la práctica varios instrumentos de evaluación en la Escuela Nacional Preparatoria 7 Ezequiel A. Chávez en el grupo de física 604 de la profesora Maria Luisa Trejo Mendieta como supervisora con una planeación de 12 horas frente a grupo con apoyo del profesor de practica docente Edgar Méndez Pedrero del CCH plantel sur. El grupo 604 es de sexto año área I y consta de 38 alumnos cuyas edades están comprendidas entre los 17 y 19 años, de donde se desprende el siguiente análisis.

Análisis de instrumentos de evaluación durante la presentación del tema magnetismo y electromagnetismo. A continuación se realiza una lista con los diversos instrumentos utilizados durante nuestra práctica docente III.

- 1) Tareas
- 2) Mapa conceptual
- 3) Examen
- 4) Prácticas de laboratorio
- 5) Crucigrama
- 6) Sopa de letras
- 7) Cuestionario
- 8) Evaluación de los alumnos al profesor

1) Tareas.

Se planearon tres tareas, las cuales tenían como propósito el investigar y profundizar parte de los conceptos de magnetismo y electromagnetismo, las cuales fueron:

- a) Tarea 1. Regla de la mano derecha
- b) Tarea 2 Biografías por equipos de los siguientes científicos: Hans Cristian Oersted, Ampere, Maxwell, Faraday.
- c) Tarea 3 Como funciona un motor de corriente directa.

En el caso de las tareas, el empleo de estrategias de aprendizaje por parte de los alumnos, en particular con base al desarrollo de habilidades de búsqueda de información, habilidades organizativas, habilidades de comunicación, habilidades sociales, habilidades metacognitivas y autorreguladoras; es evidenciado en gran medida al planear una estrategia de enseñanza por parte del profesor, la cual fue revisada en clase y ampliada en el contexto de la articulación de ideas hacia el proceso de consecución de aprendizajes.

“El enseñante actúa como un guía y provoca situaciones de participación guiada con los alumnos...de manera previa planeará la tarea y vigilará su cumplimiento, evaluando también la eficacia de la aplicación así como de los productos del trabajo realizado”⁸.

En este sentido tenemos un análisis sobre los resultados obtenidos en las tareas.

En la tarea 1: Regla de la mano derecha; cuya finalidad era visualizar la relación entre la corriente eléctrica y la dirección del campo magnético cuando circula corriente por un conductor y entender lo que sucede en el experimento de Oersted de acuerdo a las características presentes en el fenómeno. Aquí cabe destacar que un porcentaje inferior al 50% realizó su tarea y que aquellas personas que lo realizaron recurren al uso de Internet con el clásico corta y pega.

Se revisó la tarea uno y se explicó el fenómeno y se les indicó a los alumnos la pertinencia de una búsqueda efectiva y diversa de su información a través del uso de su biblioteca del plantel, libros de la materia, los cuales fueron dados en las referencias bibliográficas sobre el estudio del electromagnetismo al inicio de la presentación. Es de notar que pocos alumnos recurren a los libros de texto dados al inicio de las clases, existe poco hábito de visitar la biblioteca del plantel y de comprometerse con su aprendizaje.

Esta problemática tiene varias vertientes, pero en particular me enfocaré a la visión de lo que representa aprender a aprender; cuyos objetivos se centran en enseñar, a que los alumnos se vuelvan aprendices autónomos, independientes y autorregulados. Esto se escucha bonito pero en el fondo va inmersa una filosofía que aún los profesores y alumnos en este nivel de enseñanza y los alumnos de la Escuela Nacional Preparatoria no hemos podido asimilar (unos dirían quizás que esta filosofía no es de la institución !somos positivistas 100%!). Dentro de los puntos importantes o vertientes podemos mencionar los siguientes:

- Falso dilema de lo que significa el proceso de aprendizaje y de enseñanza por parte de alumnos y profesores.
- Culturalmente no existe un proceso donde en el aprendizaje del alumno se involucren los padres.
- En los planes de estudio de las asignaturas, los contenidos conceptuales son muy numerosos, por lo que es imposible cubrirlos en su totalidad, agotándose el tiempo y limitando las actividades que pueden realizar los alumnos.

⁸ Frida Díaz Barriga y Gerardo Hernández Rojas. (2002), *Estrategias Docentes para el aprendizaje significativo: fundamentos, adquisición y modelos de intervención*, Mac Graw Hill, México, pp. 134-135.

*"Parece que en la actualidad los planes de estudio de todos los niveles educativos, lo que promueven son aprendices altamente dependientes de la situación instruccional, con muchos o pocos conocimientos conceptuales sobre distintos temas disciplinares, pero con pocas herramientas o instrumentos cognitivos que les sirvan para enfrentar por sí mismos nuevas situaciones de aprendizaje"*⁹

En la tarea dos, la finalidad fue integrar a los alumnos en equipos para exponer a sus compañeros las aportaciones de dos biografías de hombres de ciencia de una lista en la que destacan Hans Cristian Oersted, Michael Faraday, James Clerk Maxwell, Johann Kart Friedrich Gauss. Aquí un 35% de alumnos compran biografías en la papelería escribiendo textualmente, aspecto que se nota al leer y al explicar a sus compañeros, pues mostraron una deficiencia en su capacidad de síntesis y de expresión verbal. Aproximadamente otro 45% recurren a una búsqueda de información por Internet, pero al exponer su investigación en equipo no muestran diferencia en su síntesis y expresión verbal. Aquí cabe mencionar que fue necesario hacerles ver la importancia de trabajar en equipo, pues la empatía y estructuración de información en equipo da buenos resultados.

Es importante mencionar en esta investigación que aquellos estudiantes que obtienen resultados satisfactorios, han aprendido a aprender a aprender porque:

- Controlan sus procesos de aprendizaje.
- Se dan cuenta de lo que hacen
- Captan las exigencias de la tarea y responden consecuentemente.
- Planifican y examinan sus propias realizaciones.
- Emplean estrategias de estudio pertinentes a cada situación.
- Valoran los logros obtenidos y corrigen sus errores.

En la tarea tres, previa a la realización de la práctica 2, sobre el funcionamiento de un motor de corriente directa, sucedió que un alto porcentaje de alumnos investigó en más de una fuente y lograron identificar las variables físicas presentes en el funcionamiento de un motor de corriente directa, práctica que lograron relacionar en parte con el experimento de Oersted. Aquí cabe destacar que las ideas que surgieron al revisar la tarea, les ayudaron a relacionar conceptos e ideas de la anterior práctica sobre el experimento de Oersted y de algunos conceptos como la conservación de la energía y la acción a distancia.

*"Aprender a aprender implica la capacidad de reflexionar en la forma en que se aprende y actúa en consecuencia, autorregulando el propio proceso de aprendizaje mediante el uso de estrategias flexibles y apropiadas que se transfirieren y adaptan a nuevas situaciones"*¹⁰.

⁹ Frida Díaz Barriga y Gerardo Hernández Rojas. (2002), *Estrategias Docentes para el aprendizaje significativo: fundamentos, adquisición y modelos de intervención*, Mac Graw Hill, México, pp.114-115.

¹⁰ Open cit.

2) El mapa conceptual.

Un medio para promover el aprendizaje significativo es la construcción de mapas conceptuales. Esta técnica propuesta por Novak, quien señala que un mapa conceptual es un recurso esquemático para presentar un conjunto de significados conceptuales incluidos en una estructura de proposiciones. En un sentido más particular Moreira (1988) propone que los mapas conceptuales son diagramas que indican relaciones entre conceptos organizados jerárquicamente, de tal forma que procuran reflejar la estructura conceptual de una disciplina o una parte de ella. Los alumnos lograron construir su mapa conceptual con el tema historia del magnetismo y electromagnetismo.

El uso de un mapa conceptual ayudó a interpretar la lectura sobre la historia del magnetismo y electromagnetismo, en donde se formaron 6 equipos de hasta 7 alumnos como máximo, de donde podemos mencionar que si existió un avance importante en la capacidad de síntesis y divulgación de la información, pues los alumnos para realizar su mapa conceptual emplearon el uso de rotafolios y proyector de acetatos, logrando en gran medida presentaciones de buena calidad; los alumnos lograron establecer relaciones jerárquicas entre conceptos de la historia del magnetismo y electromagnetismo con conceptos que ellos fueron sacando de una lectura previa con cuestionario, sopa de letras, prácticas de laboratorio y crucigrama; en algunos casos relacionaron más de 30 conceptos con líneas e ideas de enlace entre uno y otro. Aquí cabe destacar que fue importante explicarles aspectos como: ¿Qué es un mapa conceptual?, ¿cómo estructurar un mapa conceptual?, así como ejemplos sobre mapas conceptuales como el de la siguiente imagen.



Alumnos preparando su mapa conceptual sobre la historia del magnetismo y electromagnetismo, donde establecen relaciones jerárquicas entre los conceptos.

Rúbrica para evaluar un mapa conceptual

Evolución de conceptos sobre magnetismo y electromagnetismo.

Grupo: _____ Equipo: _____ Integrantes: _____

Conceptos	Adecuado 3 puntos	Regular 2 puntos	Inadecuado 1 punto
Comienza con el concepto más importante del tema.			
Usa relaciones horizontales y verticales al relacionar conceptos			
Es un mapa que atrae la atención al verlo (presentación y coherencia)			
Selecciono las palabras clave, logrando encontrar las relaciones importantes			
Las líneas de enlace contienen palabras que establecen relaciones claras entre los conceptos.			
Enfatiza y muestra las asociaciones de ideas en el mapa			
Explico con voz clara, seguridad y en tiempo su mapa conceptual.			
Logra interpretar correctamente su mapa			
Los ejemplos son correctos			
El nivel jerárquico entre los conceptos es adecuado.			

El valor máximo de puntos es 30 que equivale a 10 y de acuerdo a su presentación se le asigna un determinado valor, al final se suman los aciertos y se saca el promedio de calificación en su presentación del mapa conceptual.

3) El examen

El examen presentado fue aprobado por un 61% de los alumnos, el contenido en su mayoría fue conceptual y procedimental en donde se presentaron los siguientes aspectos:

Dificultades conceptuales en el aprendizaje del magnetismo y electromagnetismo

Fenómeno	Dificultades de aprendizaje
Magnetismo	Les cuesta trabajo relacionar el campo magnético terrestre con los polos de un imán.
Campo magnético	Relacionan las unidades de fuerza, carga y velocidad en el fenómeno del campo magnético; si hay alguna de estas para ellos existe un campo magnético
Experimento de Oersted	Solo un pequeño porcentaje no identifican el campo magnético que existe alrededor de un alambre por donde circula corriente eléctrica a pesar de visualizar el desplazamiento de la brújula en su práctica correspondiente.
Inducción electromagnética	Ellos en su mayoría comentan que es el "proceso inverso al experimento de Oersted". otros lo visualizan como transferencia de cargas eléctricas en movimiento y la interacción de un imán con un campo magnético.

Dificultades en relación con los contenidos procedimentales en el aprendizaje del magnetismo y electromagnetismo

Procedimiento	Problemas de aprendizaje
Identificación de un problema	No reconocen las variables que pueden intervenir en una situación problemática.
Relación entre variables	No reconocen que una variable puede tomar diferentes valores Emplean poco las variables presentes en el fenómeno, les cuesta trabajo deducir algunas de ellas en una situación problemática. Reconocen las relaciones directas, preferentemente las causales, pero en las inversas les causan problemas; por ejemplo: ¿la magnitud del campo magnético de un imán es inversamente proporcional a $1/r^2$?
Emisión de suposiciones	Conjeturan poco, les cuesta trabajo responder por ejemplo la siguiente pregunta: ¿qué sucede cuando circula corriente en el mismo sentido por dos conductores paralelos y que están muy cercanos?.
Observación	No son capaces de describir un fenómeno con sus características más importantes, lo describen parcialmente.
Establecimiento de conclusiones	No logran sintetizar el fenómeno de la inducción, funcionamiento de un motor.
Destrezas comunicativas	Asumen la información escrita con escaso espíritu crítico, la repiten tal cual, sin realizar una síntesis o análisis.

También se encontraron los siguientes aspectos:

- Deficiencias al explicar aplicaciones del electromagnetismo, pues sólo las enunciaban y no explicaban el funcionamiento.
- Los alumnos lograron en su mayoría eliminar la relación de polos magnético norte y sur con cargas estáticas positivas y negativas, ellos lograron entender que un campo magnético puede ser generado por una carga en movimiento.
- Relacionan el campo magnético con una fuerza que emana de los polos de un imán e identifican las líneas de fuerza

4) Prácticas de laboratorio

A continuación se describen los resultados obtenidos con las tres prácticas de laboratorio, las cuales fueron:

- a. Práctica 1 "Experimento de Oersted".
- b. Práctica 2 "Motor de Corriente directa"
- c. Práctica 3 "Inducción electromagnética"

En la práctica 1, "Experimento de Oersted", el objetivo fue de reproducir la experiencia de Hans Cristian Oersted; de los logros que podemos mencionar destacan:

- Los alumnos visualizan en un plano las líneas de fuerza de diferentes imanes con limaduras de hierro, observando la mayor concentración de éstas en los extremos de los imanes.
- Los alumnos logran asimilar la relación de la electricidad y el magnetismo, a través del campo creado alrededor de un conductor al circular una corriente y entender el funcionamiento de una brújula.

En la práctica 2, "Motor de Corriente directa", uno de los objetivos fue el de entender el principio de funcionamiento de un motor de corriente directa al identificar y relacionar las principales variables físicas presentes, al diseñar un motor de corriente directa con materiales sencillos en forma individual. De los principales logros que podemos mencionar destacan:

- Algunos alumnos logran relacionar el fenómeno del experimento de Oersted con su bobina diseñada en el motor de corriente directa con una pila de 1.5 Volts.
- Al final de la práctica entre todos los alumnos salen las siguientes ideas, al preguntarles que identifiquen algunas variables físicas presentes en el funcionamiento del motor de corriente directa: el principio de conservación de la energía, el fenómeno de la acción a distancia, aumento de la temperatura, movimiento.

- Solamente un equipo de alumnos lograron hacer uso de su creatividad para ver que "existe más potencia en los motores al colocar hasta tres pilas en serie".

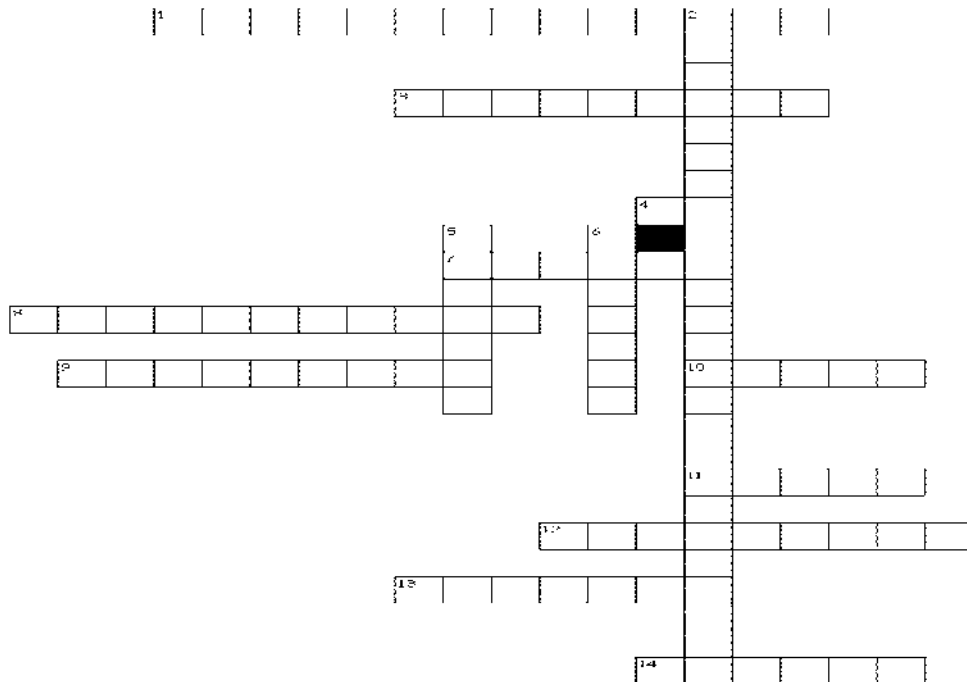
En la práctica 3, "Inducción electromagnética", se logró entender el fenómeno de la inducción electromagnética identificando conceptos y variables presentes en este fenómeno. En esta práctica podemos mencionar los siguientes aspectos.

- Dependiendo del flujo de los imanes se induce en la bobina una corriente eléctrica, aspecto que se ve al encender uno de los leds conectados al extremo de la bobina.
- El fenómeno de la magnitud de la inducción depende en gran medida del número de espiras; así como de la intensidad del campo magnético del imán.
- Una variable importante en el fenómeno de la inducción electromagnética fue la función que juega el movimiento entre el imán y la bobina. Para desplazamientos lentos no se manifestaba dicho fenómeno, aspecto visualizado por medio de un galvanómetro y de los leds.
- El fenómeno de la inducción está presente si se desplaza el imán o la bobina, pero sólo uno a la vez.

5) Crucigrama

Este instrumento de enseñanza y aprendizaje diseñado, fue bien aprovechado y del agrado de los alumnos, pues lograron en parte poner en práctica los aprendizajes al ir identificando el concepto y su definición o relación con el electromagnetismo (construido por David León Salinas).

MAGNETISMO Y ELECTROMAGNETISMO



HORIZONTALES

1. Concepto de física en donde están presentes las variables de fuerza, carga y velocidad.
3. Uno de los primeros en introducir el concepto de polo magnético.
4. ¿Es posible separar los polos magnéticos?
7. Introdujo el término de electrodinámica.
8. Imán que se produce por una corriente eléctrica, que al cesar interrumpe la imanación del sistema.
9. En un imán el campo magnético es inversamente proporcional a la:
10. Unida de inducción magnética.
11. Descubrió la imanación del hierro por las corrientes e invento el electroimán.
12. Imán natural del grupo de los óxidos que se presenta en grandes masas y es de color negro.
13. Escribió la obra de Magnete.
14. Diseñó una rueda con un disco de cobre que estaba entre los polos de un imán y cuyo borde está en contacto con un pequeño depósito de mercurio.

VERTICALES

2. Fenómeno que se presenta al variar el flujo de inducción que atraviesa un circuito cerrado
5. Imaginó que de un imán salen hilos o líneas
6. Logró encontrar la relación entre electricidad y magnetismo.

6) Sopa de letras

Este instrumento ayuda a irse familiarizando con los conceptos y términos, lo cuales, se van trabajando en el grupo sus respectivos significados o aportaciones en el tema del electromagnetismo, mediante participación individual.

ELECTROMAGNETISMO

A O O K M C O U L O M B I M L P
C C D C A A I I G M R S A M O N
C I E L I P G A C U A R S L A D
I R M E R T R N J E I X O U A N
O T A D E A E U E C R S W D A O
N C G V T W L N O T M C I E A G
A E N O A A O U G A I C U N L I
D L E L B L R L G A I T I L L L
I E T T Z T A N R R M B A R E B
S O E A V L E U T A O O C W R E
T P Z J S T S C P B B F P T E R
A M U E I O E R S T E D Y M T T
N A T C L L O T I U C R I C A C
C C O O E P O L O N O R T E K C
I S P A N I U Q A M E R E P M A
A C I M Á N I D O R T C E L E H

ACCIÓN A DISTANCIA
BATERÍA
CAMPOELÉCTRICO
CAMPOMAGNÉTICO
ELECTRODINÁMICA
MÁQUINA
POLO NORTE
VOLTAJE

BARLOW
BRÚJULA
CIRCUITO
DE MAGNETE
GILBERT
MARICOURT
TERELLA
POLO SUR

AMPERE
BOBINA
COULOMB
ELECTRICIDAD
LUCRECIO
MAXWELL
TESLA
POLOS

ARAGO
LED
GAUSS
IMÁN
MAGNETITA
OERSTED
VOLTA
MAGNÉTICOS

7) Cuestionario sobre la lectura historia del magnetismo y electromagnetismo.

Es parte de la lectura dirigida "Historia del magnetismo y electromagnetismo", uno de sus objetivos es de situar conceptos sobre el electromagnetismo a través de preguntas concretas de tal manera que el alumno se vaya adentrando al conocimiento de los conceptos sobre electromagnetismo y de las relaciones entre estos.

- 1.- ¿Cuál es la leyenda del pastor Magnes?
- 2.- ¿Qué es la magnetita?
- 3.- ¿Qué es una brújula?
- 4.- ¿Qué son las *terrellas*?
- 5.- ¿Quién fue uno de los primeros en introducir el concepto de polo magnético?
- 6.- ¿Qué sucede con el comportamiento de una brújula si se parte a la mitad de su tamaño?
- 7.- ¿De qué trata el libro de *Magnete*?
- 8.- ¿Cuál es la relación que hace *Gilbert* entre una brújula y la tierra?

- 9.- ¿Cómo puede perder sus propiedades un imán?
- 10.- ¿Cuál fue una de las aportaciones de Alejandro Volta?
- 11.- ¿Cuál se considera que es la fecha del nacimiento del electromagnetismo?

- 12.- ¿En que consiste el experimento de Hans Christian Oersted?
- 13.- ¿Quién introdujo el término electrodinámica?
- 14.- ¿Quién invento el electroimán?
- 15.- ¿Cómo es la fuerza de un imán en función de su distancia?
- 16.- ¿Cuál es el proceso inverso en el experimento de Oersted?
- 17.- ¿A quién se le debe uno de los primeros motores eléctricos?
- 18.- ¿Cómo generamos una corriente inducida?
- 19.- ¿Según Maxwell como se propagan los campos de fuerzas y las ondas electromagnéticas?
- 20.- ¿Qué concepto se predijo con el disco de Rowland?
- 21.- ¿En qué consiste la acción a distancia?
- 22.- ¿Cómo podemos generar un campo magnético?
- 23.- ¿Qué es un campo magnético?

8) Evaluación de los alumnos al profesor

Este instrumento tiene como finalidad recabar tu opinión sobre el desempeño del profesor durante su práctica docente, selecciona con veracidad para cada pregunta, marcando con una x el número que te parezca más adecuado de acuerdo a la siguiente escala:

- 1.- Completamente en desacuerdo
- 2.- Parcialmente en desacuerdo
- 3.- Indiferente
- 4.- Parcialmente de acuerdo
- 5.- Completamente de acuerdo

INDICADOR	1	2	3	4	5
1 El profesor dio a conocer los objetivos o propósitos a lograr de los contenidos de las diferentes clases impartidas					
2 El profesor llegó puntualmente a la clase y utilizó efectivamente el tiempo destinado al desarrollo de los contenidos programados en esa clase					
3 El profesor expuso ejemplos claros de los temas que se vieron en clase					
4 El profesor ayudó al grupo a establecer conclusiones congruentes a los temas expuestos en la clase					
5 Consideras que el profesor organizó adecuadamente los contenidos temáticos expuestos en clase					
6 En las actividades y discusiones el profesor facilitó y estimuló a la participación de todos					
7 El profesor utilizó tus respuestas para reforzar el trabajo de grupo					
8 Las actitudes personales del profesor y sus explicaciones te ayudaron a mantenerte atento					
9 El profesor trató por igual a todos los alumnos sin descalificar a nadie					
10 Se expresa claramente en las explicaciones					
11 Informa oportunamente el avance académico de los estudiantes					
12 Promueve la argumentación razonada entre los miembros del grupo en la búsqueda de acuerdo					
13 Usa ejemplos personales o habla sobre experiencias externas a la clase					
14 Hizo la aclaración de dudas de forma amable y cortés (preguntas-respuesta)					
15 Los vídeos, los experimentos, los dispositivos, las lecturas, etc. (personal a cada profesor según el caso) en la clase usados por el profesor despertaron en ti el interés por la clase.					
16 Las actividades planteadas por el profesor te permitieron comprender mejor el tema.					
17 Promovió el cuidado y buen uso de los materiales y equipo.					
18 Estableció criterios de evaluación y calificación desde el inicio del tema o unidad					
19 Realizó una evaluación diagnóstica (examen de conocimientos previos o ideas previas al tema) al principio del tema o unidad					
20 Utilizó diferentes instrumentos de evaluación (apuntes, tareas, exámenes, reporte de actividades de laboratorio, presentación de trabajos, trabajo en equipo etc.) para valorar tu avance					
21 El profesor se mostró abierto para considerar tus inconformidades y cuestionamientos sobre tu calificación					
22 Consideras que tu calificación refleja tu aprendizaje sobre el tema o unidad					

Vaciado de datos en porcentaje sobre la evaluación al profesor sobre el tema de magnetismo y electromagnetismo.

Estos porcentajes ayudan a crear una reflexión sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje.

INDICADOR	1	2	3	4	5
1 El profesor dio a conocer los objetivos o propósitos a lograr de los contenidos de las diferentes clases impartidas				15.5 %	84.5 %
2 El profesor llego puntualmente a la clase y utilizo efectivamente el tiempo destinado al desarrollo de los contenidos programados en esa clase				3.3%	96.7 %
3 El profesor expuso ejemplos claros de los temas que se vieron en clase				30%	70%
4 El profesor ayudo al grupo a establecer conclusiones congruentes a los temas expuestos en la clase				30%	70%
5 Consideras que el profesor organizo adecuadamente los contenidos temáticos expuestos en clase				35%	65%
6 En las actividades y discusiones el profesor facilitó y estimuló a la participación de todos.			5%	40%	55%
7 El profesor utilizó tus respuestas para reforzar el trabajo de grupo			9%	23%	68%
8 Las actitudes personales del profesor y sus explicaciones te ayudaron a mantenerte atento				39%	61%
9 El profesor trató por igual a todos los alumnos sin descalificar a nadie				18%	82%
10 Se expresa claramente en las explicaciones			8%	40%	52%
11 Informa oportunamente el avance académico de los estudiantes	6%	3%	9%	48%	34%
12 Promueve la argumentación razonada entre los miembros del grupo en la búsqueda de acuerdo	3%	8%	3%	46%	40%
13 Usa ejemplos personales o habla sobre experiencias externas a la clase	3%	5%	30%	34%	28%
14 Hizo la aclaración de dudas de forma amable y cortés (preguntas-respuesta)			6%	9%	85%
15 Los vídeos, los experimentos, los dispositivos, las lecturas, etc. en la clase usados por el profesor despertaron en ti el interés por la clase.		1%	8%	21%	70%
16 Las actividades planteadas por el profesor te permitieron comprender mejor el tema.			3%	30%	67%
17 Promovió el cuidado y buen uso de los materiales y equipo.			3%	27%	70%
18 Estableció criterios de evaluación y calificación desde el inicio del tema o unidad			4%	15%	81%
19 Realizó una evaluación diagnóstica (examen de conocimientos previos o ideas previas al tema) al principio del tema o unidad				13%	87%
20 Utilizó diferentes instrumentos de evaluación (apuntes, tareas, exámenes, reporte de actividades de laboratorio, presentación de trabajos, trabajo en equipo etc.) para valorar tu avance				9%	91%
21 El profesor se mostró abierto para considerar tus inconformidades y cuestionamientos sobre tu calificación		6%	3%	24%	67%
22 Consideras que tu calificación refleja tu aprendizaje sobre el tema o unidad	9%	12%	3%	30%	46%

Así mismo es necesario mencionar que se realizó una presentación en power point sobre algunas analogías de M. Faraday y J.C. Maxwell sobre el electromagnetismo, en donde esta estrategia de enseñanza y aprendizaje logra acercar al alumno al pensamiento científico, pues se dan cuenta de algunas relaciones que han empleado los hombres de ciencia para llegar a establecer el significado de algún concepto, en especial sobre electromagnetismo a través de un diálogo conforme avanza la presentación ellos expresan sus inquietudes con lo que hasta ese momento conocen del tema.

Analogías empleadas por Michael Faraday

La manera de interpretar algunos aspectos del electromagnetismo por parte de Michael Faraday era bajo la visión de que:

"Las fuerzas eléctricas y magnéticas, en estrecha semejanza con la gravedad, actuaban a distancia a través del espacio vacío, sin ningún agente intermediario que transportase su influencia de unos cuerpos a otros"¹¹.

Con su obra Faraday, se introdujo una tradición intelectual que perdura hasta nuestros días basada en el concepto de "campo.". Este experimentador poseía apenas preparación matemática y no pudo por ello formalizar de manera abstracta el conjunto de sus descubrimientos, pero sentó bases firmes experimentales y teóricas sobre el conocimiento de las ciencias físicas y químicas.

En primer lugar, Faraday no creía en la teoría atómica de la materia, heredada por los griegos, la cual viene a decir que todo lo que existe se compone de diminutos corpúsculos materiales y espacio vacío entre ellos. A su juicio carecía de sentido hablar de vacío, pues el espacio en toda su extensión estaba ocupado por una distribución continua de materia, aunque de diferente género de la que compone a los objetos corrientes, pues como ya se había mencionado, ellos creían en la existencia del éter, aquella sustancia sutil e invisible que transmitía la gravedad de unos cuerpos a otros de un modo ignorado.

"Según Faraday, el éter que llenaba todo el espacio se componía de líneas o tubos de fuerza que conectaban cargas eléctricas opuestas o polos magnéticos opuestos"¹².

Es entonces cuando empieza a relacionar la idea de líneas de fuerza de un imán con el éter.

"No teniendo en su mente la posibilidad de un espacio vacío, Faraday se dispuso a imaginar la acción de fuerzas electromagnéticas como si estuviesen producidas por unos "tentáculos" o "hilos" que transmitían los tirones y empujones entre cargas eléctricas y polos magnéticos a través del espacio intermedio"¹³.

¹¹ Alemán Berenguer Rafael A. (1998), *Grandes metáforas de la física*, Celeste, España, Pág.57.

¹² Stephen F. Masón.(1995), *Historia de las ciencias*, Alianza, México, Pág. 118.

¹³ *Ibíd.*, Pág.55.

A la región por donde circulaban esos tentáculos e hilos hipotéticos se llamó campo de fuerzas.

"Ya que había renunciado por principio a las fuerzas a distancia, él precisaba de algo que propagase las fuerzas electromagnéticas de un cuerpo a otro y fuese coherente con los resultados experimentales conocidos en aquel momento"¹⁴.

Así nació el concepto de línea de fuerza y campo magnético de Faraday. Con el fin de visualizar un tanto mejor lo que hasta entonces sólo era un conjunto de atractivas imágenes mentales, Faraday procedió a esparcir limaduras de hierro en torno a un imán situado sobre la superficie de un vidrio. Pronto comprobó que las limaduras quedaban magnetizadas y se orientaban alrededor del imán, manifestando así su presencia. Las líneas de fuerza magnética eran tan reales como los mismos imanes aun cuando no pudiesen ser vistas, y los suaves arcos formados por las limaduras de hierro así lo probaban. Poco a poco el modelo se fue haciendo más rico y complejo. No existían acciones magnéticas a distancia, sino líneas de fuerza que se extendían en el espacio entre polos y ejercían tales influencias. Un cierto número de líneas magnéticas agrupadas formaba lo que se llamó un tubo de fuerza, que Faraday imaginaba con un comportamiento similar a los tubos elásticos de caucho, cuyo grosor indicaba la intensidad del magnetismo allá donde se encontrara.



Los tubos de Faraday

El debilitamiento de la fuerza al alejarnos del polo magnético implicaba que el tubo se ensanchaba dejando un número menor de líneas en cada unidad de sección transversal. Estos tubos de fuerza poseían la propiedad de contraerse

¹⁴ *Ibíd.*, pp. 55-58.

longitudinalmente y expandirse en su anchura. Cuando dos polos magnéticos del mismo signo se aproximan, los extremos de los tubos de fuerza conectaban entre sí y tiraban el uno del otro, originando las atracciones mutuas conocidas. En cambio, si los polos eran opuestos, los tubos no podían conectarse y su expansión lateral tendía a separarlos, lo que explicaba la repulsión típica de estos casos. En la actualidad la idea de campo se ha generalizado, llegando a ser mucho más elaborada y refinada que la primigenia concepción de Faraday. Se entiende el concepto de "campo como una propiedad física que se extiende sobre una región del espacio, y se describe por una función de la posición y del tiempo"¹⁵.

El empleo de Analogías por James C. Maxwell sobre electromagnetismo.

Maxwell utilizó a lo largo de todo su trabajo sobre el electromagnetismo el *método de las analogías físicas*, exhibiendo en su manejo una extraordinaria flexibilidad de pensamiento para proponer imágenes y modelos que, si bien muchas veces parecían muy poco verosímiles, le permitirían elaborar sistemas matemáticos que podían aplicarse con provecho en la resolución de aquellos problemas por los que estaba interesado. En un artículo sobre el electromagnetismo de acuerdo con Alemán (1998) expresa lo siguiente:

“Para conseguir ideas físicas sin adoptar una teoría física debemos familiarizarnos con la existencia de analogías físicas. Entiendo por analogía física esa similitud parcial entre las leyes de una ciencia y las de otra que hace que las unas iluminen a las otras.”¹⁶

El enfoque metodológico de las analogías físicas adoptado por Maxwell en sus trabajos muestra también cierta influencia de la *filosofía escocesa del sentido común*. En efecto, los filósofos escoceses de esa época, entre los que estaba Hamilton –profesor de Maxwell en la Universidad de Edimburgo–, insistían una y otra vez en un *principio abstraccionista* del conocimiento que implicaba el uso de la comparación, una idea que se repetirá a menudo en la utilización que Maxwell hacía de las analogías físicas y matemáticas. Esta manera de razonar había sido recomendada también por Faraday, de acuerdo con Alemán (1998) nos comenta lo siguiente:

“Creo que en la práctica de la ciencia física, la imaginación debería ser ejercitada para presentar la materia investigada desde todos los puntos de vista posibles, e incluso imposibles; para buscar analogías de semejanza y, digámoslo así, de oposición, inversas o contrapuestas [...] No podríamos razonar sobre la electricidad sin concebirla como un fluido, o una vibración, o alguna otra forma o estado”¹⁷.

¹⁵ Real academia de ciencias exactas, físicas y naturales. (2002), *diccionario esencial de las ciencias*, Espasa, España,

¹⁶ Alemán Berenguer Rafael A.(1998) , *Grandes metáforas de la física*, Celeste, España, Pág.58

¹⁷ Ídem.

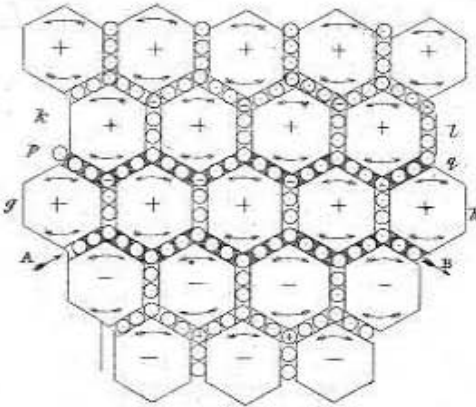
Lo que se tenía en ese contexto desde el punto de vista de la física era una concepción mecánica, que había dado resultados muy fructíferos, desarrollada por hombres como Galileo, Newton, Pascal y Hooke.

"El principio del siglo XIX vio el máximo alcanzado por la filosofía "mecanicista", una perspectiva en la cual el universo se asemejaba aun mecanismo vasto y complejo, conocible en su totalidad si uno pudiera simplemente abarcar suficiente detalle y operando en todo respecto y en todo momento de acuerdo con las leyes del movimiento de Newton"¹⁸

Maxwell se propuso elaborar una teoría del electromagnetismo fundada en la existencia de un medio continuo - el éter electromagnético-, invisible y omnipresente, cuyas propiedades mecánicas pudiesen dar cuenta de las líneas de fuerza inventadas por Faraday (más bien diríamos descubiertas experimentalmente con ayuda de limaduras de hierro y un cristal o algún papel).

Con este propósito, Maxwell comenzó por suponer que su éter se componía de un sistema de ruedecillas y engranajes a imagen y semejanza de las máquinas del siglo XIX. Dado que el campo magnético parecía exhibir una naturaleza curvilínea, el físico escocés lo presentó mediante una serie de rodillos o cilindros rodantes cuyos giros reprodujesen con exactitud todos los efectos magnéticos conocidos por entonces. Sin embargo los rodillos contiguos que girasen en el mismo sentido se moverían en sentidos contrarios en su zona; sugería que una capa de partículas, que actuaban como ruedas de engranaje, estaba colocada entre los vórtices contiguos de manera tal que la rotación de cada vórtice causase que los vórtices vecinos girasen en la misma dirección. Maxwell representaba el medio magneto - eléctrico como un éter celular, descrito como una colmena. Cada célula consistía en un vórtice molecular circundando por una capa de partículas del tipo rueda de engranaje que sufrían un movimiento de traslación si los vórtices adyacentes tuviesen velocidades angulares diferentes, correspondiendo el movimiento de esas partículas al flujo de una corriente eléctrica en un campo magnético. El modelo de vórtices fue empleado para representar las líneas de fuerza.

¹⁸ Arons B. Arnold. (1970), *Evolución de los conceptos de la física*, trillas, México, Pág. 538.



El modelo mecánico de vértices propuesto por Maxwell es una analogía para explicar la inducción electromagnética. La velocidad angular de los vértices (pentágonos con signos +, - con flechas) corresponde a la intensidad del campo magnético y una corriente eléctrica puede fluir por la periferia de estos.

Más tarde, en 1844, para evitar las paradojas a que conduce la noción de acción a distancia, Faraday propuso considerar que cada átomo está conectado a cualquier otro a través de líneas de fuerza, por lo que la acción de éstas se extiende sobre todo el espacio. Así, desapareció para Faraday la noción de espacio vacío, que no necesitaba de un éter transmisor de las acciones eléctricas o magnéticas: la sustancia de la fuerza permea todo el espacio y el interior de la materia común. Argumentó que, en todo caso, las líneas de fuerza podrían corresponder, alternativamente, a algún estado de éter, como una vibración o una tensión, etc., por lo que el medio magnético en el espacio podría ser el propio éter. En cualquiera de estas formas, estamos en presencia de una *concepción de campo* del fenómeno magnético que se abre paso, por vez primera, en la descripción de los fenómenos físicos.

A manera de conclusiones, podríamos citar las palabras del genio de Maxwell de acuerdo con Alemán (1998):

“Creo que en la práctica de la ciencia física, la imaginación debería ser ejercitada para presentar la materia investigada desde todos los puntos de vista posibles, e incluso imposibles; para buscar analogías de semejanza y, digámoslo así, de oposición, inversas o contrapuestas [...] No podríamos razonar sobre la electricidad sin concebirla como un fluido, o una vibración, o alguna otra forma o estado.”¹⁹

¹⁹ Alemán Berenguer Rafael A. (1998), *Grandes metáforas de la física*, Celeste, España, pp. 65-66.

Evaluación final del grupo 604 de práctica docente III sobre magnetismo v electromagnetismo.

En está tabla se realiza una síntesis sobre la calificación final del grupo, en donde se puede observar un alto índice de aprobación y es necesario aclarar que el resto no aprueba al faltar a su compromiso de realizar las actividades planteadas en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Nombre del alumno	Calificación final	Practicar 20%	Participación 10%	Tareas 15%	Examen 20%	Ejercicio 10%	Mapa conceptual 25%
Diana	7.51	1.46	0.7	1.15	1.4	0.6	2.2
Abrahán	6.93	1.53	0.4	1.1	1	0.7	2.2
Keren	7.26	1.66	0.7	1.3	1	0.9	1.7
Juan C	8.45	2	0.7	1.15	1.2	1	2.4
Alejandro	4	0	0.4	1.1	0.8	0	1.7
Tania	7.73	1.53	0.7	1.3	1.2	0.8	2.2
Jesús	7.63	1.66	0.5	1.2	1.4	0.9	2.2
Diana	7.83	1.66	0.7	1.3	1.4	0.9	2.2
Mario	6.48	1.33	0.7	1.3	1.2	0.8	2.2
Ángel	1.35	0	0.2	0.7	0	0	0
David	7.26	1.8	0.9	1.4	1.2	0.9	1.9
Jimena	7.77	1.66	0.7	1.3	1.2	1	2.2
Erika	8.32	2	0.8	1.3	1.2	1	2.4
Mirna	7.30	1.8	0.7	1.3	0.8	1	2.4
Araceli	8.11	1.8	0.7	1.2	1.2	0.8	2.4
Carlos	6.27	1.53	0.2	1.2	0.8	0.9	2.2
Génesis	8.07	1.73	0.7	1.3	1.4	1	2.2
Salvador	9.26	2	1	1	1.6	0.7	2.4
Juan José	6.18	1.53	0.6	1.2	0.8	0.7	2.2
Eduardo	1.80	0	0	0	0.8	0	0
Raúl	6.47	1.8	0.7	1.2	1	0.9	2.4
Fabián	1.88	0.46	0	0.9	0	0.6	1.7
Eduardo	7.50	1.8	1	1.3	1.4	0.9	1.7
Gloríela	7.05	1.8	0.7	1.1	1	0.9	1.9
Cruz	7.71	1.8	0.4	1.4	1.2	0.9	2.4
Elizabeth	NP	0	0	0	0	0	0
David	9.25	2	1	1.4	1.6	1	2.4
Oscar	7.01	1.8	0.6	1.4	0.8	0.8	1.9
Alfredo	6.05	1.6	0.7	1.3	0.8	0.7	1.7
Cesar	7.11	1.8	0.6	1.3	1	0.8	1.9
Eduardo	8.00	2	0.4	1.1	1.4	0.9	2.4
Olga	7.02	1.73	0.5	1.2	0.8	1	2.4
Noe	7.53	1.66	0.7	1.3	1.2	0.9	2.2
Oscar	4.59	1.06	0.2	0.9	0.6	0.7	1.7
Osvaldo	7.11	1.53	0.5	1.3	1	0.8	2.2
Tenoch	NP	0	0	0	0	0	0
Rubén	6.18	1.2	1	1.3	1.2	0.7	1.7
Verónica	8.24	1.8	0.7	1.4	1.4	0.9	2.4
Nayeli	6.21	1.8	0.4	1.3	1.2	0.9	1.9
Irma	7.01	1.2	0.8	1.3	1.2	0.7	2.2

Conclusiones

Conclusiones

Los propósitos de diseñar y probar en el bachillerato actividades de aprendizaje y enseñanza de una manera integral a partir de una planeación didáctica sobre algunos conceptos del electromagnetismo fueron hechos realidad y se presenta un modelo sobre el abordaje de conceptos a través del uso de la historia, sin olvidar la cuestión experimental con materiales accesibles a los alumnos. En el proceso de nuestra práctica docente, especialmente la II y III fue necesario entender y comprender la importancia que tiene el proceso de investigación y la docencia, pues es fundamental en toda actividad de enseñanza y aprendizaje.

Por otro lado también podemos afirmar:

- La planeación didáctica sobre electromagnetismo ayuda a responder las preguntas básicas del proceso de enseñanza y aprendizaje sobre él: ¿qué?, ¿cómo? y ¿para que?
- Los conocimientos previos de los alumnos sobre circuitos eléctricos resistivos, magnetismo y electromagnetismo, fueron un referente importante, que ayudó a establecer nuevas rutas en el proceso de enseñanza y aprendizaje. En este sentido tenemos que los alumnos identifican un material magnetico con un imán, con la electrostática, con algo que ejerce fuerza alrededor del imán aspectos que coinciden con estudios clasificados por (Guisasola, 2003).
- El empleo de la historia de la física del siglo XIX en la enseñanza y aprendizaje de conceptos sobre electromagnetismo nos crea un puente de enlace hacia el conocimiento en el bachillerato, pues sitúa las condiciones e ideas que dieron lugar a estos descubrimientos a través de una lectura guiada con cuestionario.
- El diseño de materiales, prácticas y experiencias de cátedra con materiales sencillos sobre electromagnetismo ayuda a comprender mejor los conceptos, pues los conceptos científicos según Vigotsky crecen hacia abajo, hacia lo cotidiano, hacia el dominio de la experiencia personal, adquiriendo sentido y significado.
- El uso de mapas conceptuales en la enseñanza y aprendizaje del electromagnetismo ayuda a desarrollar habilidades de comunicación e investigación en los alumnos del bachillerato, pues con este instrumento ellos lograrán establecer relaciones jerárquicas entre los conceptos involucrados en esta temática; pero es necesario la retroalimentación del profesor al ir construyendo su mapa conceptual por equipos que después exponen ante todo el grupo.

- El trabajo colaborativo en las prácticas de laboratorio ayuda a los alumnos a socializar los aprendizajes sobre algunos conceptos de electromagnetismo, pues fortalece e integra el conocimiento; para esto es necesario delegar responsabilidades en cada uno de los integrantes.
- El empleo de analogías en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la ciencia es también un enlace entre el conocimiento del alumno y los conceptos científicos, el uso de este recurso debe hacerse con mucho cuidado a través de conocer las ideas previas del alumno.
- La diversificación del currículo en la enseñanza y aprendizaje del electromagnetismo fortalece la autoestima y ayuda a construir el conocimiento en el alumno, donde el profesor es un mediador en dicho proceso.
- Fue difícil creer que existían contradicciones entre lo que realizaban de tarea y lo que realizaban en el examen, considero que aquí hay una problemática del alumno pues a pesar de realizar la tarea, resolverla ante el grupo algunos no lograban retener la información al realizar su examen; quizás el grado de significación para ellos no fue lo suficiente.
- Es necesario diseñar estrategias de enseñanza y aprendizaje en los alumnos de la Escuela Nacional Preparatoria acordes a su nivel cognitivo y a su contexto; en donde la evaluación del curso o tema contemple diversas habilidades que puede desarrollar el alumno y no sea un solo instrumento de evaluación el que certifique sus aprendizajes.
- La evaluación formativa en el aula es un instrumento que fortalece los contenidos conceptuales, actitudinales y procedimentales, dando sentido al proceso educativo.
- En todo proceso educativo el alumno debe evaluar el desempeño académico del profesor, pues entre el decir y el mostrar debe haber gran semejanza. Un buen referente sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje es el utilizado durante nuestras prácticas docentes.
- La simulación con computadora para el análisis de circuitos eléctricos resistivos es un buen referente para predecir el comportamiento de sus elementos.
- Una rubrica sobre la explicación de mapas conceptuales por equipos, ayuda a integrar los elementos importantes a través de los cuales los alumnos construyen sus conocimientos.
- Considero que este trabajo es una alternativa fundamentada como lo es la historia y que puede ser llevada a la práctica de la enseñanza y aprendizaje del electromagnetismo

- Adoptar una postura constructivista significa cambiar los modelos en que hemos aprendido y hacer de nuestra práctica educativa un proceso de formación, y no sólo de información para nuestros alumnos. Esta propuesta se puede interpretar como una respuesta al afán de formación integral del individuo, pues considera la posibilidad de intervenir simultáneamente en aspectos cognoscitivos como psicosociales. Los individuos no aprenden únicamente contenidos y conocimientos, también aprenden a vivir en grupos sociales, a moverse dentro de ellos, ser independientes y, paralelamente, más comprensivos con las diferencias y más abiertos al diálogo.

Bibliografía

- ALEMÁN B. RAFAEL ANDRÉS. (1998), *Grandes metáforas de la física*, Celeste, España.
- ALONSO, M., D. GIL Y J. MARTÍNEZ - TORREGROSA. (1995), *Concepciones docentes sobre la evaluación en la enseñanza de las ciencias*, *Alambique*, N° 4, México.
- ALVARENGA BEATRIZ Y MAXIMO ANTONIO, (2003), *Física General con experimentos sencillos*, Oxford, México.
- ALVAREZ M. JUAN. M. (2001), *Evaluar para conocer, examinar para excluir*, Ediciones Morata, Madrid.
- ALVAREZ M. JUAN M. (2001), *Didáctica, currículo y evaluación*, Ediciones Miño, España.
- ARONS B. ARNOLD (1970), *Evolución de los conceptos de la física*, Trillas, México.
- ARONS B. ARNOLD (1976), *Cultivating the capacity for formal reasoning: Objectives and procedures in an introductory physical science course*, *American Journal of physics*, EUA.
- AUSUBEL, D.P., NOVAK, J.D. Y HANESIAN, H. (1993), *Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo*, Trillas.
- BALLESTEROS M Y BATALLOSO M (2000), *Evaluación como ayuda al aprendizaje*, Grao, España.
- BALMES J. LUCIANO. (1980), *De las ideas*, Aguilar, Argentina.
- BAROJAS W. JORGE. (1983), *Underdevelopment, Learning and History in Physics*, *En Using History of Physics in innovatory Physics Education*, F.Bevilacqua, y P.J. Kennedy. Edizioni La Goliardica Pavese, Pavía, Italy, pp. 244-266.
- BEBE D. PAPP. (1945), *Historia de la Física*, FCE, Buenos Aires.
- BEISER E. (1961), *Basic concepts of physics*, pp. 168-170, Addison Wesley, Publishing Company, Inc, EUA.
- BEYER, B. (1987), *Practical strategies for the teaching of thinking*, Boston: Allyn and Bacon, Inc. EUA.
- BERNAL, J.D. (1975). *Historia de la Física clásica*, Siglo XXI, México.
- BERNAL, J.D. (1996). *A History of classical physics*, Cambridge University Press, EUA.

- BEUCHOT MAURICIO. (2000), *Tratado de Hermenéutica analógica, hacia un modelo de la interpretación*, pp. 43-44, UNAM, México.
- , *Hermenéutica, analogía, metonimia y metáfora*, IIFL, UNAM, México.
- BLATT J. FRANK. (1991), *Principios de Física*, Prentice Hall Hispanoamericana, México.
- BOCANEGRA, J.M. ET AL. (1997), *Ciencia y Sociedad en el Siglo XIX*, editorial Málaga.
- BOLIVAR E. (2001), *Definición de la cultura*, Itaca, México
- BRAUN ELIEZER. (1998), *Electromagnetismo de la ciencia a la tecnología*, FCE, México.
- BRYANT C. JAMES, ROLLER DUANE AND ROLLER H.D.ROLLER (1964), *Electricity and magnetism*, University Press Cambridge, Massachusetts.
- BUCHDAH G. (1998), *Styles of Scientific Thinking*, University of Cambridge, EUA.
- CAAMAÑO AURELI. (1998), *Los trabajos prácticos en ciencias*, GRAO, IES, Barcelona.
- CANTOR, G. ET AL. (1991), *Faraday*. Alianza Editorial, España.
- CARMONA GERARDO Y PATRICIA GOLDSTEIN. (1995), *Michael Faraday*, FCE, México.
- CASTILLO A. S. (2001), *Compromisos de la evaluación educativa*, Prentice Hall, España.
- CARRETERO MARIO. (1993), *Constructivismo y educación*, Luís Vives, Argentina.
- CAZENOBÉ, J. (1984), *¿Fue Maxwell precursor de Hertz?*, Mundo Científico, 40.
- CHAVAY RUTH AND SHERWOOD BRUCE. (1995), *Electric and magnetic interactions*, John Wiley and sons, Inc, EUA.
- COLL CÉSAR, POZO J.I. (1992), *Los contenidos en la reforma*, Santillana, Madrid.
- COLL CÉSAR Y E. MARTIN. (1997), *Constructivismo en el aula*, Grao, Barcelona
- DÍAZ B.FRIDA Y HERNADEZ R. GERARDO (2005), *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*, Mac Graw Hill, México.
- DÍAZ B.FRIDA Y HERNADEZ R. GERARDO (2002), *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: fundamentos, adquisición y modelos de intervención*, Mac Graw Hill, México.
- DÍAZ B. FRIDA. (2003), *Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo*. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 5 <http://redie.ens.uabc.mx/vol5no2/contenido-diazbarriga.html>

- Enciclopedia Hispánica. Volumen 12. Editorial Enciclopedia Británica Publisher Estados Unidos 1992 – 1993. Págs. 75 y 76.
- ESTANY ANNA. (1987), *La fascinación por el saber, introducción a la teoría del conocimiento*, Nuevos instrumentos universitarios, España.
- EGGEN, PAUL Y DONALD P. KAUCHAK. (1999), *Estrategias docentes, enseñanza de contenidos curriculares y desarrollo de habilidades del pensamiento*, FCE, Argentina.
- FITCH H. ROBERT Y ROBERT STOLLBERG. (1977), *Física Fundamentos y Fronteras*, Publicaciones Cultural, México.
- FLORES FERNANDO Y AGUIRRE MARIA ESTHER (COORDINADORES). (2003). *Educación en Física, incursiones en su investigación*, Plaza y Valdés Editores.
- FLORES JORGE - PARGA CARMEN Y JULIA TAGUEÑA. (1988), *Física*, Santillana, México.
- FRANCES L. BEHNKE. (1962). *The Question and answer book of magnetism*, Golden Press New York.
- GAMOW G. (1971), *Biografía de la Física*, Salvat, España.
- GARCIA T. RICARDO. (1993). *Michael Faraday*, Limusa, México.
- GALLEGOS S. MARIA DE JESUS – PEREZ CHICA VEGA JOSE EDUARDO. (2005), *El constructivismo y sus implicaciones en el contexto educativo*, en Revista Mexicana de Pedagogía Numero 86, México pp. 35-47.
- GILBERT SHAPIRO. (1995), *Physics without math: A descriptive Introduction*, Mc Graw Hill, EUA.
- GIMENO SACRISTÁN. (1989), *El currículum: una reflexión sobre la práctica*, Ediciones Morata, S.A., España.
- GIORDAN. A. (1982), *La enseñanza de las ciencias*, Siglo XXI, España.
- GUISASOLA, J., ALMUDI, J.M Y ZUBIMENDI, J.L. (2003), *Dificultades de los estudiantes universitarios en la teoría del campo magnetico y elección de los objetivos de enseñaza*, Enseñanza de las ciencias vol. 3, núm.2, México, pp.79-94.
- GUTIERREZ, R. (1987), *Psicología y aprendizaje de las ciencias. El modelo de Ausubel*, Enseñanza de las Ciencias, vol. 5, núm. 2, mayo, México pp. 118-126.
- GÓMEZ CARMEN Y COLL, CÉSAR. (1994), *De que hablamos cuando hablamos de constructivismo*, en Cuadernos de Pedagogía. Madrid.

- GONZÁLEZ L. JOSÉ M. (1997), *Aprendizaje por analogía*, Trotta, España.
- HARMAN P.M. (1990), *Energía, fuerza y materia, El desarrollo conceptual de la física del siglo XIX*, Alianza Universidad, España.
- HARMAN P.M. (1998), *The Natural Philosophy of James Clerk Maxwell*, Cambridge University Press, EUA
- HARMAN P.M. (1990), *The Scientific Letters and papers of James Clerk Maxwell*, Cambridge University Press, New York.
- HECHT EUGENE. (2001), *Fundamentos de Física*, Thomson Learning, México.
- HECHT. (1987), *Física en perspectiva*, Addison Wesley Iberoamericana, México.
- HENDRY, J. (1986). *James Clerk Maxwell and the Theory of de Electromagnetic Field*, Adam Hilder Ltd, Bristol and Bostom.
- HEWITT G. PAUL. (1995), *Física General*, Addison Wesley Iberoamericana, EUA.
- HILDRETH SKILLING H. (1962), *Exploring Electricity*, Ronalet Press Company, New York.
- HEILBRON J.L (1972), *Elements of early modern physics*, Cambridge University Press, EUA.
- HODSON DEREK (1985), *Philosophy of science, science and science education. Studies in Science Education, Numer 12*
- JEANS JAMES. (1953), *Historia de la física hasta mediados del siglo XXI*, FCE, México.
- KRINGS HERMANN Y WILD CHRISTOPHER. (1977), *Conceptos fundamentales de filosofía*, Herder.
- KUHN THOMAS S. (1996), *La estructura de las revoluciones científicas*, FCE.
- LAVE, J AND WENGER, E. (1991), *Situated learning, legitimate peripheral participation*, University Press, EUA.
- LUCIANO BALMES JAIME. (1980), *De las ideas*, Aguilar, Argentina.
- MATTELAY FLEURY P. (1893), *William Gilbert, de Magnete*, Dover Publication, Inc, New York.
- MARTINEZ TORREGROSA Y CARRASCOSA ALAIS JAIME. (2002), *Física y Química*, Santillana, España.
- MAQUEO A. MARÍA. (2004), *Lengua, aprendizaje y enseñanza*, Limusa, México.
- MCKEEHAN, L.W. (1971). *Magnetismo*, Van Nostrand Momentum Books. E, Reverté Mexicana.

- MEDINA R. ANTONIO Y MATA F. SALVADOR (COORDINADORES). (2001), *Didáctica General*, Prentice Hall, México.
- MENESES V. J.A. (1999), *El aprendizaje del electromagnetismo en la universidad*, Universidad de Burgos, España.
- MOREIRA MARCO A. (1988), *Mapas conceptuales en la enseñanza de la física*, Contactos, UAM-Iztapalapa, abril-Junio, pp. 38-57, México.
- NOVAK, J. Y D GOWIN. 1988. *Aprendiendo a aprender*, Martínez Roca.
- NEWTON HENRY BLACK. (1937), *An introductory course in college physics*, McMillan Company, EUA.
- OLIVARES ENGRACIA. (1987), *La enseñanza de las ciencias experimentales*, Narcea, Madrid.
- PÉREZ M. HÉCTOR. (2000), *Física General*, Grupo Patria Cultural, México.
- PÉREZ M. HÉCTOR. (1998), *Física enseñanza media superior, volumen 3*, Grupo Patria Cultural, México
- PÉREZ DE L. M.C- VARELA N. PALOMA. (2003), *Orígenes del electromagnetismo : Oersted y Ampere*, Nivola, España.
- POP, M. Y GILBERT, J. (1988), *La experiencia personal y la construcción del conocimiento en ciencias*, R. Porlán, J.E. García y P. Cañal (compiladores), en *Constructivismo y Enseñanza de las Ciencias*, Sevilla, España.
- POZO J.I. (1987). *Aprender de la ciencia y pensamiento causal*, Visor libros, España.
- POZO J.I., GOMEZ CRESPO M.A. (1998), *Aprender y enseñar física*, Morata, España.
- Real Academia de ciencias exactas. (2002), *Diccionario esencial de las ciencias*, Espasa, España.
- RESNICK, D. HALLIDAY, R. (1986), *Física*, CECOSA, México.
- REVISTA ELECTRONICA DE INVESTIGACION EDUCATIVA.HTM, *La investigación sobre el desarrollo y la enseñanza de las habilidades de pensamiento*, VOLUMEN 4, MAYO 2002, EDITORIAL CONTENIDO.
- RIVEROS R. HÉCTOR G., JIMÉNEZ CISNEROS EMMA Y RIVEROS ROBLES DAVID. (2004), *Cómo mejorar mi clase de física Nivel Medio Superior*, Trillas, México.

- SAINT ONGE MICHEL. (2002), *Yo explico pero..... ellos aprenden*, FCE.
- SÁNCHEZ J. J.M. (1995), *Comprender el enunciado. Primera dificultad en la resolución de problemas*. Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales. N°5. Págs. 37-45.
- SERWAY-FOUGHN. (2005), *Física*, Thomson, México.
- SCHURMANN P. F. (1946), *Historia de la Física*, FCE, Buenos Aires.
- STEPHEN. F. MASON. (1995), *Historia de las ciencias*, Alianza, México.
- TATON, R. (1988). *Historia General de las Ciencias*, Orbis.
- TIPPENS E. PAUL. (1985), *Física Conceptos y Aplicaciones*, McGraw-Hill, EUA.
- VARELA N. P.Y FAVIERES M. A. (1993), *Iniciación a la física en el marco de la teoría constructivista*, Centro de publicaciones, España.
- WHITTAKER EDMUND. (1951), *A History of the Theories of An ether and Electricity*, Thomas Nelson and Sons Ltd, Canadá.
- WILSON, J. D. (1996), *Física*, Pearson Educación, México.
- WOOD ROBERT. (1991), *Magnetismo de la brújula a los superconductores*, Mac Graw Hill, España.

<http://icar.univ-lyon2.fr/gric3/ressources/ICPE/espagnol/partA/A%20Intro.pdf>.

http://eric.ed.gov/ERICWebPortal/Home.portal?_nfpb=true&_pageLabel=RecordDetails&ERICExtSearch_SearchValue_0=EJ328646&ERICExtSearch_Search_Type_0=eric_accno&objectId=0900000b800565fb