

PROPUESTA DIDACTICA PARA EL ESTUDIO ELEMENTAL DEL ELECTROMAGNETISMO

Angeles García Repetto y Emigdia Repetto Jiménez
(Universidad de Las Palmas)

RESUMEN

Este artículo propone un plan de actuación en el aula, para niveles de enseñanza secundaria y formación del profesorado de E.G.B., que se fundamenta en planteamientos constructivistas.

Se busca un cambio conceptual en el alumno a fin de conseguir que el factor memoria no sea el determinante del éxito o fracaso. Se pretende lograr un aprendizaje significativo, a la vez que eliminar los errores que frecuentemente se dan en el aprendizaje del Electromagnetismo.

SUMMARY

This article provides planned activities to be carried out in the classroom for the secondary education level and EGB Teachers' Training Studies based on constructivist schemes.

A conceptual change in the learner is sought in order the memory factor feature should not imply success or failure. Furthermore the aim is to achieve a meaningful learning as well as to avoid making mistakes in the process of learning Electromagnetism.

I. INTRODUCCION

El libro blanco de la reforma del Sistema Educativo deja en manos de los profesores la posibilidad de realizar la innovación de la enseñanza, al confiarles el desarrollo de los proyectos curriculares, tanto de Centro como de Aula, dicho de otra forma, el reto de la reforma recae en una parte muy importante en el profesorado.

En el Diseño Curricular Base (MEC. 1989) se establece que el currículo - *"sugerencia respecto de lo que en mi clase resulta valioso y posible enseñar y aprender"* (Stenhouse, 1987)- debe ser amplio, abierto y flexible de manera que tenga en cuenta las posibilidades de desarrollo del alumno. No podemos olvidar que en los últimos años una de las críticas que se han hecho a los currícula de ciencias ha sido precisamente el exceso de contenidos. Sin embargo, hemos de considerar que el avance que ha experimentado la Ciencia en la segunda mitad de este siglo ha sido enorme y se hace difícil la elección. Por otro lado, la enseñanza de las Ciencias a lo largo de los años viene demostrando los escasos niveles de motivación que despiertan en los alumnos los conocimientos impartidos en las aulas, así como que su actitud favorable hacia las ciencias, decrece a lo largo del período de escolarización (Yager y Penich, 1986) por ello, pensamos que si se relacionan los temas del currículo con la vida real del alumno pueden recuperarse aspectos motivacionales al encontrar los temas más próximos a sus intereses. En consonancia con esto observamos que, precisamente, entre los principios básicos que establece el D.C.B. para el área de Ciencias de la Naturaleza dentro de la Educación Secundaria Obligatoria aparece... "dar una visión de la ciencia útil al ciudadano, próxima a la vida diaria"... "la importancia de las ideas previas de los alumnos adquiridos al interpretar libremente los fenómenos naturales"...

Por otra parte, estamos seguras de que si se fomentasen estrategias didácticas más abiertas y participativas se originarían actitudes positivas en los alumnos.

Finalmente, hemos de tener en cuenta que para conseguir las innovaciones en la Enseñanza de las Ciencias deberán contemplarse no sólo las limitaciones inherentes al desarrollo cognoscitivo de los alumnos, sino también es imprescindible considerar los otros elementos sociales y educativos que determinan un cambio importante en el paradigma actual de la Enseñanza de las Ciencias (Shayer y Adley, 1984).

II. JUSTIFICACION

El área de conocimiento del medio natural, social y cultural tiene como finalidad ayudar a los alumnos a construir un conocimiento de la realidad que, arrancando de sus propias percepciones, vivencias y representaciones, se haga

progresivamente más compartido, más racional, más descentrado con respecto a su propia subjetividad y, con ello, más objetivo (MEC. 1991).

En el R. D. (1007/1991) que establece las enseñanzas mínimas correspondientes a la Enseñanza Secundaria Obligatoria, dentro del Área de Ciencias de la Naturaleza aparece el bloque “Electricidad y Magnetismo”. Entre los procedimientos se destaca “Explicación de problemas de la vida cotidiana en relación con fenómenos de electricidad y magnetismo”. Por otro lado, no podemos ignorar que desde hace años vienen realizándose numerosas investigaciones didácticas con el fin de analizar las dificultades de aprendizaje de los alumnos sobre los conceptos de electricidad y de los fenómenos eléctricos utilizando los modelos de la ciencia (Shipstone, 1985; Osborne y Freeman, 1989; Varela y otros, 1988; Hierrezuelo, 1988).

Igualmente, el aprendizaje de la electricidad es difícil ya que se manejan conceptos abstractos (Osborne y Freeman, 1989) por lo que será interesante como propone Hierrezuelo (1988), elaborar propuestas y modelos didácticos que ayuden al profesor a tratar el tema de electricidad de forma que permita el cambio conceptual y el aprendizaje significativo.

Por ello, y para nuestra propuesta didáctica hemos creído interesante elegir el estudio elemental “*del electromagnetismo*”, de una parte, por la importancia social y tecnológica del tema y por otra, por el interés que despierta en los alumnos cuando experimentan y construyen estos conocimientos. La propuesta que hacemos no pretende universalizar el tratamiento didáctico del tema, presentamos solamente una posibilidad que puede servir de guía para la concreción y desarrollo del currículum de ciencias.

III. OBJETIVOS

- Adquirir la capacidad de reflexión sobre los hechos para dotarles de significaciones.
- Identificar y plantear problemas a partir de la experiencia diaria, utilizando tanto los conocimientos y los recursos materiales disponibles como la colaboración de otras personas para resolverlos de forma creativa.
- Conocer y valorar el desarrollo científico y tecnológico, sus aplicaciones e incidencias en el mundo físico y social.
- Utilizar la Historia de la Ciencia como medio para comprender el desarrollo de la tecnología y su repercusión en la vida de los hombres.
- Valorar el desarrollo de las visitas didácticas a “centros de interés” como recurso que ayude a la asimilación de conceptos.

IV. SECUENCIA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Al analizar el D.C.B. (MEC, 1989) vemos que introduce las ideas constructivistas del aprendizaje (Ausubel y otros, 1983) cuando expone los principios de intervención educativa entre los que destaca:

- partir del nivel de desarrollo del alumno;
- asegurar la construcción de aprendizajes significativos

Esto supone una modificación de los esquemas de conocimiento que el alumno posee y una intensa actividad a desarrollar por el mismo.

No cabe duda que el aprendizaje constituye una actividad intelectual en la que se construyen conocimientos, a partir de la información que se recibe del profesor, textos, medios de comunicación, medio ambiente, interacción social en el aula... y mediante la reestructuración de la información que se produce en la mente del que aprende.

Para el diseño y planificación de las estrategias de enseñanza-aprendizaje fundamentada en el modelo constructivista, la determinación y el análisis de las "*ideas previas*" de los discentes constituye un punto de referencia fundamental (Driver, 1986). A partir de ellas, se irán estructurando las nuevas informaciones y de este modo, la reestructuración de las ideas generará un aprendizaje persistente y significativo. Hemos de resaltar que si importante es determinar los errores, tal vez lo sea más buscar los elementos que puedan usarse para construir los nuevos conocimientos (Valcárcel y otros, 1990).

Es lógico que se necesiten establecer conexiones entre las ideas previas de los alumnos y lo que han de aprender para poder determinar las condiciones bajo las cuales podemos emprender la tarea de modificación y aprendizaje de los conceptos.

Por ello, hemos de planificar actividades que faciliten al alumno un marco conceptual de referencia adecuado, lo que equivale a decir que el método de trabajo debe ser coherente con el modelo didáctico que se adopte y esto supone la necesidad de elaborar un programa de actividades que permita explicitar las ideas previas sobre el tema y desarrollar estrategias de cambio conceptual (Calatayud y otros, 1988).

IV-1. ESQUEMAS-RESUMEN DE LA SECUENCIA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

ORIENTACION	MOTIVACION	* Planteamiento de situaciones cotidianas para comentar y debatir.
	DIAGNOSTICO INICIAL	* Resolución de un cuestionario sobre el tema.
OBTENCION DE IDEAS	PLANTEAR PROBLEMAS	* Plantear interrogantes sobre las respuestas y comentarlas en pequeños grupos las respuestas
	REGISTRAR LAS OPINIONES	* Elaborar un mural por grupo de los aspectos más significativos.
	EXPLICITAR LAS IDEAS	* Debate en gran grupo de ideas plasmadas en los murales.
REESTRUCTURACION DE IDEAS *Clarificación e intercambio. *Exposición a situaciones de conflicto. *Construcción ideas *Evaluación	COMPARAR CONCEPTOS	* Establecer paralelismos y diferencias entre las opiniones dadas.
	EXAMINAR CRITICAMENTE LAS NOCIONES	* Examinar las ideas propias analizando su validez. Puesta en común.
	COMPROBAR VALIDEZ CONCEPCIONES EXISTENTES	* Analizar un texto base, artículos, video etc. y discutir posibles contradicciones.
	MODIFICAR-SUSTITUIR IDEAS	* Elaborar y resolver claves de lectura * Comparar los esquemas elaborados con las respuestas del diagnóstico inicial.
	AMPLIAR-COMPLETAR ESQUEMAS CONCEPTUALES	* Búsqueda bibliográfica * Desarrollo de experiencias * Realización de actividades * Visita a una central telefónica
	COMPROBAR VALIDEZ DE LOS NUEVOS CONCEPTOS.	* Corrección de las actividades y comparación con las ideas previas. * Puesta en común
REVISION DEL CAMBIO EN LAS IDEAS	CONCIENCIAR DEL CAMBIO CONCEPTUAL.	* Analizar el diagnóstico inicial y comentar las diferencias * Comparar las ideas explicitadas por los diferentes grupos.
	REFLEXIONAR SOBRE EL MISMO	
APLICACION DE LAS IDEAS	REFORZAR LAS NUEVAS IDEAS	* Elaboración de murales * Estudio bibliográfico sobre transmisiones inalámbricas * Interpretar el texto "Aplicaciones de la electricidad". * Estudio teórico y experimental sobre las fibras ópticas.
	CONECTAR CON VIDA COTIDIANA	

V. EVALUACION

Se realiza a través de una observación sistemática de la labor de los alumnos tanto individualmente como en grupo. Se registra toda la información relativa a las distintas fases del desarrollo propuesto y se contrastan los cambios conceptuales producidos teniendo en cuenta:

- la capacidad de aplicación de las ideas en el desarrollo de experiencias que conlleven una extrapolación de los conceptos;
- la corrección de las fichas de trabajo;
- el desarrollo de las actividades propuestas;
- la participación en los debates, haciendo hincapié en la utilización de un lenguaje científico
- los resultados de una prueba final relacionada con el diagnóstico inicial

VI. CONCLUSIONES

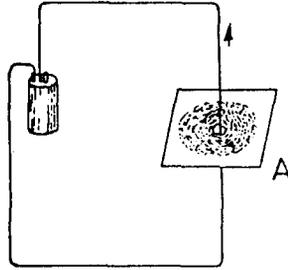
1. El desarrollo metodológico propuesto favorece un aprendizaje interactivo que permite al alumno construir su propio aprendizaje. El hecho de implicarle directamente en el proceso hace que se logre un efecto más perdurable.
2. Ayuda al planteamiento de observación de fenómenos y a configurar modelos explicativos sobre ellos.
3. La explicitación de ideas y su revisión mediante una puesta en común con los compañeros permite, en ocasiones, que tomen conciencia de la inconsecuencia de sus planteamientos y de la necesidad de buscar esquemas alternativos, lo que contribuye a eliminar los errores conceptuales generados a partir de algunas concepciones espontáneas, sociales o analógicas.

VII. ESQUEMA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE PARA EL ESTUDIO DEL TEMA

Orientación	- Diagn0sis inicial.(Anexo I)
Motivaci3n	- ¿Qui3n invent3 el tel3fono? - Coloquio sobre la influencia del tel3fono en la vida de los hombres
Obtenci3n de ideas	- Reproducci3n experiencia de Oersted. (cualitativamente) - Discusi3n sobre los electroimanes. - Intervenci3n did3ctica del profesor para dirigir un debate sobre la proposici3n: si la velocidad del sonido en el aula es de 340 m/sg ¿c3mo se explica que podamos oír en el tel3fono instant3neamente una persona que est3 en Madrid, Berlín...
Reestructuraci3n de ideas	- Desarrollo de actividades y experiencias. Anexo II. - Comentario del texto: Invenci3n del tel3fono - Visita did3ctica a una central tel3f3nica. - Puesta en com3n-debate
Revisi3n de ideas	- Elaboraci3n de un mural con el esquema de un tel3fono. - Un alumno explicar3 el funcionamiento del mismo a toda la clase. - Discusi3n sobre los contenidos científcos, vocabulario, manera de captar la atenci3n de los compaÑeros, material utilizado etc.. - Comente el texto " La electricidad y el magnetismo en la revoluci3n industrial", haciendo uso de la clave de lectura propuesta .
Aplicaci3n de ideas	- Nombrar aparatos de la vida cotidiana que se fundamenten en el electromagnetismo. Buscar explicaciones - Estudio te3rico y experimental sobre utilizaci3n fibras 3pticas - Estudio bibliogr3fico sobre la trasmisi3n inal3mbrica. - Relacione la aportaci3n a la ciencia de Bell, Marconi, Morse.

ANEXO I. DIAGNOSIS INICIAL

- 1) ¿De qu3 factores depende la intensidad de la corriente que circula por un conductor?
- 2) ¿C3mo influye la longitud de un cable en la cantidad de corriente el3ctrica que circula por un conductor?
- 3) ¿A qu3 velocidad se propaga el sonido en el aire?, y ¿en el vaci3?
- 4) Interpreta el esquema de la figura



- 5) Dibuja un electroimán.
- 6) ¿Es posible transformar energía eléctrica en magnética?, ¿y al revés?; ¿de qué dependen ambos casos?
- 7) Cita algunas aplicaciones cotidianas posibles a partir de estas transformaciones.
- 8) Escribe las analogías y diferencias que conozcas entre los fenómenos magnéticos naturales y los electromagnéticos.

ANEXO II. ACTIVIDADES

I. Diseña una experiencia que permita comprobar la relación que existe entre las características de un conductor y la intensidad de corriente que lo atraviesa.

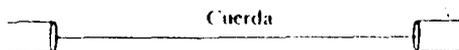
II. Un alumno coloca la oreja sobre el extremo de la mesa. Otro, golpea suavemente con un lápiz o regla sobre el lado opuesto. Explique lo observado

III. Realice la siguiente experiencia:

1. En el centro de un trozo pequeño de hilo de algodón, coloque una cucharita
2. Presione con los dedos cada uno de los extremos del hilo sobre un oído. Inclínese hacia delante con objeto de que la cuchara quede suspendida y cuelgue libremente.
3. Un compañero golpeará suavemente la cuchara. ¿Puede ud. escuchar algo? Busque una justificación a lo que observe.

IV. Los alumnos deben trabajar en pareja. Cada uno construye un teléfono

elemental, utilizando dos tapas de cajas de cartón o vasos pequeños de papel y un trozo de hilo. Para poder comparar los resultados cada grupo debe emplear materiales diferentes (nylon, cuerda, pita, plástico...) y una longitud variable de hilo



Una vez construido deberán desarrollar las siguientes actividades:

- a) Hablar cada uno con su compañero. Experimentar cuando y cómo se escuchan mejor las palabras. Anotar las observaciones.
- b) Cambiar luego el teléfono propio con los compañeros y repetir la experiencia.
- c) Comprobar qué efecto ejerce sobre la intensidad del sonido:
 - la naturaleza del hilo
 - la longitud del hilo
 - la tensión del hilo
- d) Establecer un debate donde se pongan de manifiesto las sugerencias de los alumnos para su posible mejoramiento.
- e) Resolver las siguientes cuestiones:
 1. ¿Influye la intensidad de la voz en la bondad de la percepción?
 2. ¿Qué longitud debe tener el cordel como máximo para que se perciba el sonido?
 3. Explique brevemente su funcionamiento. ¿Qué analogías y diferencias encuentra con el teléfono normal?

VII. Monte un circuito con los siguientes elementos: una bobina, un amperímetro, un imán y los correspondientes cables de conexión.

1. Introduzca el imán dentro de la bobina y observe el amperímetro. ¿Qué ocurre?
2. Meta y saque alternativamente el imán dentro de la bobina. ¿Qué observa? Describa detalladamente lo que pasa.
3. ¿Qué científico estudió la ley que regula este fenómeno?
4. ¿Influye algo la velocidad con que se mueve el imán en la experiencia?
5. Tome otra bobina con más espiras y repita la experiencia ¿Qué ocurre desde un punto de vista cualitativo?

Intente describirlo con precisión

6. ¿De qué factores depende la intensidad de la corriente inducida?

7. Enuncie la ley de Faraday

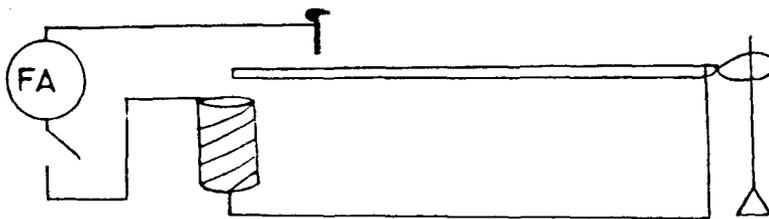
VIII. Construya un timbre elemental siguiendo las instrucciones que se expresan a continuación:

Material a utilizar :

- | | |
|---------------------------------|--------------------|
| - Bobina de 500 espiras. | - Clavo grande. |
| - Núcleo de hierro dulce. | - Lámina metálica. |
| - Galvanómetro. | - Interruptor. |
| - Fuente de alimentación (4,5v) | - Soporte. |

Procedimiento

1. Siga el esquema de la figura y monte el circuito



2. Cierre el interruptor y compruebe su funcionamiento.

3. Conteste las siguientes cuestiones:

- ¿De dónde procede el sonido de este timbre?
- ¿Funcionaría igual si la lámina fuera de aluminio?
- ¿Qué ocurre si cambiamos la posición del clavo?
- ¿Ejerce alguna influencia el valor del voltaje aplicado para el funcionamiento del timbre? Justifique su hipótesis.
- Si se sustituye la bobina por otra de menos espiras.
¿Cambia algo?

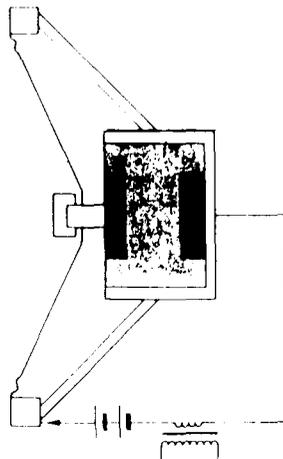
IX. Desarrolle la siguiente experiencia utilizando los materiales que se reseñan a continuación:

Material

- 2 monedas.
- Suficiente vidrio.
- Electrodo de carbón.
- Pila de 9V
- Bombilla.
- Cables conexión.

Efectúe las operaciones siguientes:

1. Machaque los electrodos de carbón de forma que queden en trozos pequeños.
2. Una a las monedas los extremos de los cables con cinta aislante. Coloque entre las monedas los trozos de carbón y ponga el conjunto en una caja transparente o un vaso.
3. Construya un circuito elemental con la pila, la bombilla y el “artefacto” elaborado en 2.
4. Pida a un alumno que presione la moneda con distinta fuerza varias veces. Observe lo que ocurre e intente buscar una explicación lógica y científica.
5. Repita la experiencia sustituyéndola por un electroimán. Diseñe una actividad para comprobar cómo influye la diferencia de presión sobre las monedas en el electroimán.
6. Observe detenidamente el esquema siguiente. Representa un micrófono de carbón. Intente describir cómo está formado y explique su funcionamiento



X. Lea el texto “1876: EL PRIMER TELÉFONO”

Alexander Graham Bell, joven escocés emigrado a los Estados Unidos, se había dedicado al estudio de la acústica y enseñaba a hablar a los sordos. Trabajó también en el mejoramiento de un sistema telegráfico que permitiera la transmisión de varios mensajes a la vez.

Bell opinaba que la transmisión telegráfica múltiple podía llevarse a cabo transmitiendo cada mensaje en una tira de acero o “lengüeta” especialmente afinada que vibrara un número diferente de veces por segundo y, en consecuencia, produjese una nota musical distinta.

Durante sus experimentos, el 2 de junio de 1875, una lengüeta receptora, al cuidado de su ayudante Thomas Watson, situado en la otra habitación no vibró. Al tantear Watson la lengüeta para comprobar si se hallaba en buenas condiciones, otra lengüeta receptora vibró en la habitación de Bell. Éste comprobó que la pequeñísima corriente eléctrica ocasionada por una lengüeta vibratoria era suficientemente potente para que otra lengüeta vibrase de manera audible. También comprobó que en vez de una nota sencilla, la lengüeta había reproducido varias notas mezcladas. Como la voz humana está también compuesta por una mezcla de sonidos de diferentes frecuencias, Bell creyó que podría utilizar este sistema para transmitir la voz humana.

Al cabo de un mes, Bell había logrado un par de sencillos teléfonos con sus correspondientes micrófonos. El principio en que se apoyaba el dispositivo de Bell era el empleo de una membrana que vibrase en respuesta a la voz humana. La membrana, de hierro dulce, se hallaba sobre un electroimán que convertía las vibraciones en una corriente eléctrica variable. Esta corriente se transmitía por un cable al aparato receptor, en el que la señal eléctrica volvía a convertirse en sonido, gracias a otro electroimán que hacía vibrar a su vez una nueva membrana.

Al principio sólo podían oírse murmullos que aparentaban la voz humana, pero el 10 de marzo de 1876 Bell fue capaz de transmitir palabras inteligibles. Las primeras fueron: “Señor Watson, venga; quiero verle”, dirigidas a su ayudante en una habitación contigua.

Bell obtuvo la patente que amparaba su aparato telefónico en marzo de 1876, adelantándose unas horas a otro inventor, Elisha Gray. Durante más de una década pleitearon por el invento del teléfono, pero el veredicto final fue favorable a Bell y pronto se hizo rico.

v/a (1982) *Inventos que cambiaron el mundo*. Selecciones Reader's Digest. Madrid, p. 303.

- Escriba una pequeña biografía de Bell
- Haga un resumen del texto resaltando las ideas principales
- Señale los principios físicos que intervienen o hacen posible este invento.
- ¿Cómo ha evolucionado este invento a través de los años?

XI. El seminario *TIMES*, en el número 24 de diciembre 1990 presentaba un artículo a dos páginas titulado “*Misterio -y quizás peligro- en el aire*”, en el que hacía referencia a un informe reciente de la Agencia para la Protección del Medio Ambiente en el que se concluye que *los campos electromagnéticos generados por la corriente eléctrica ordinaria es una posible, aunque no comprobada causa de cáncer en los humanos*. Haga una revisión bibliográfica adecuada y elabore un informe sobre lo que los científicos opinan al respecto.

XII. Lea el artículo “*LA ELECTRICIDAD Y EL MAGNETISMO EN LA REVOLUCION INDUSTRIAL*” (En: MARTINEZ y otros (1968) *Caminos abiertos por Thomas A. Edison*. Ed. Hernando. Madrid. pág. 37-40.

1. Escriba las principales ideas del texto
2. Haga una relación de los diferentes científicos que aparecen en el texto. Sitúelos en su época y resalte los descubrimientos o aportaciones que hicieron a la Ciencia.
3. ¿Cómo puede obtenerse electricidad?
4. ¿Cómo llega la electricidad hasta la ciudad?
5. ¿Qué son los transformadores? ¿Cuál es su fundamento?
6. Haga un diseño para construir uno. Señale el procedimiento y el material que se necesite.

XIII. Un alumno explicará el funcionamiento del teléfono a toda la clase. Después se llevará a cabo una discusión sobre los contenidos científicos, vocabulario, manera de captar la atención de los compañeros, material utilizado etc...

XIV. Desarrollo de una visita didáctica a una central telefónica. Consideramos que tienen un gran valor formativo siempre que estén previamente planificadas y preparadas. Su objetivo es relacionar los conocimientos del aula con la vida real.

Cada grupo de alumnos tiene que ejecutar una de las tareas siguientes:

1. *Preparación de la visita*
 - Consultas bibliográficas para el estudio teórico

de las instalaciones.

Características fundamentales y desarrollo histórico

- Itinerario a seguir: elaboración de una guía dónde se señalen los edificios, paisajes, monumentos y lugares de interés que se crea conveniente contemplar o visitar al pasar, y un esquema de los datos que sean dignos de resaltar

-Estudio de los aspectos sociales: puestos de trabajo, capacitación requerida, contaminación que produce en el medio ambiente, etc.

-Estudio económico. Costes y beneficios

-Elaboración de una encuesta para entrevistar a la persona encargada de dar la información o de dirigir la visita, sobre los aspectos más interesantes

2. *Desarrollo de la visita.*

- Cada grupo tomará durante la misma los datos que estime necesarios para la elaboración de un informe final

3. *Después de la visita.*

- Se realiza un debate, con la intervención de todos los grupos, para aclarar conceptos o procesos que no hayan quedado suficientemente asimilados.

XV. Estudio bibliográfico sobre las transmisiones inalámbricas. Relacione la aportación a la ciencia de Bell, Marconi y Morse.

XVI. Estudio sobre la utilización de fibras ópticas en las comunicaciones telefónicas resaltando :

- constitución de las fibras
- fundamento físico
- ventajas e inconvenientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AGUIRREGABIRIA, J. y otros (1987) *Taller de sabios*. Biblioteca de recursos didácticos. Alhambra. Madrid
AUSUBEL, D. P. y otros (1983) *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. Trillas. Méjico

BRYANT, D. (1987) *Electricidad*. Pirámide. Madrid

DRIVER, R. (1983) "*Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales. Enseñanza de las Ciencias*", 4, 3-15.

DRIVER, R. y otros (1989) *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Morata-MEC. Madrid

GEGA, P. (1980) *La enseñanza de las Ciencias Físicas en la escuela primaria*. Paidós. Barcelona

HIERREZUELO, J. y otros (1988) *Aprendizaje en Física y Química*. Seminario Permanente C.E.P. de la AXARQUÍA. Elzevir. Vélez-Málaga

MARTINEZ, H y otros (1968) *Caminos abiertos por Thomas A. Edison*. Ed Hernando. Madrid

MEC (1989) *Diseño Curricular Base*. Madrid

MEC (1991) R. D. 1007/1991, de 14 de junio por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria.

MEC (1991) R. D. 1345/1991, de 6 septiembre, por el que se establece el currículo de Educación Secundaria Obligatoria.

OSBORNE, R. y FREEMAN, J. (1989) *Teaching Physics*. University Press: Cambridge

REPETTO, E. (1990) *Diseño, aplicación y evaluación de módulos de aprendizaje para la formación inicial del profesorado de E.G.B. de Ciencias*. Departamento Didácticas Especiales. Universidad de Las Palmas.

SHAYER, M. y ADEY, P. (1984) *La Ciencia de enseñar Ciencias*. Narcea. Madrid

SHIPSTONE, D. (1985) "Electricity in simple circuits" in *Children's Ideas in Science*. Edited by Driver, R.; Guesne, E. and Tiberghien, A. Open University Press. Milton Keynes . England.

VALCARCEL, M^o V. y otros (1991) *Problemática didáctica del aprendizaje de las Ciencias Experimentales*. Servicio de Publicaciones. Universidad de Murcia.

VARELA, P. y otros (1988) "Circuitos eléctricos: Una aplicación de un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en las ideas previas de los alumnos." *Enseñanza de las Ciencias*, 6, 285-290

VIDAL, J. R. (1985) "*La luz nos echa un cable*". *Muy interesante*, 49, 74-79

via (1982) *Inventos que cambiaron el mundo*. Selecciones Reader's Digest. Madrid.

YAGER, R. E. y PENICH, J. (1986) *Perceptions of four age groups toward science classes*. *Teachers and the value of science*, 70 (40), 335-364.