

# LA ESTRATEGIA DE TRIANGULACIÓN EN LA INVESTIGACIÓN EN LA ACCIÓN: MATERIALES DIDÁCTICOS EN EL AULA DE FÍSICA

**CABRERA RODRÍGUEZ, G.T.**

**RODRÍGUEZ PÉREZ, R.**

**FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, J.**

Departamento de Didácticas Especiales. Área de Ciencias Experimentales. Centro Superior de Educación. Universidad de La Laguna.

## **PALABRAS CLAVE**

Triangulación, Investigación, Acción, Perfeccionamiento, Evaluación, Unidad Didáctica, Observador interno, Observador externo.

## **RESUMEN**

La estrategia de triangulación se presenta ante el profesor como una poderosa herramienta para evaluar su propia práctica docente, constituyendo un claro ejemplo de investigación en la acción. Este método trata de obtener una visión lo más real posible del “acontecer en el aula”, para lo cual se presenta una evaluación del mismo desde una triple óptica (opinión del profesor, del alumno y de un observador presente en el aula). La opinión de los alumnos se recoge a través de un observador externo que no participa en el desarrollo en el aula pero sí en su planificación. Al final se debe realizar un contraste de esta triple óptica que permita proponer modificaciones y mejoras en el proceso de enseñanza-aprendizaje llevado a cabo. Nosotros presentamos un ejemplo de triangulación en el aula de Física, aportando los materiales utilizados en ella así como las conclusiones particulares a las que llegamos.

## **1. INTRODUCCIÓN:**

Intentamos abordar cómo se puede realizar el perfeccionamiento del profesor, teniendo como eje su propia aula. Esta tarea de perfeccionamiento, que se basa en su labor diaria, se fundamenta en un trabajo de análisis de la misma, sistemático, estudiado y planificado. Realmente éstos son los constituyentes básicos de una investigación, y por tanto, este trabajo de perfeccionamiento basado en el aula, o en la investigación en el aula, se denomina Investigación en la Acción y resulta ser una herramienta poderosa para que el profesor reflexione sobre su labor profesional.

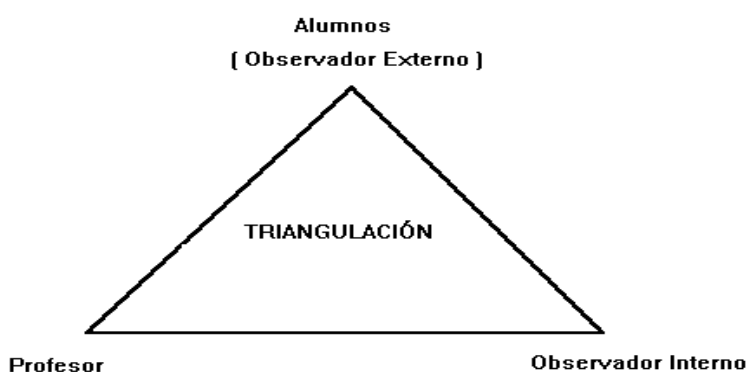
El concepto de “Investigación en la acción” fue establecido por Kurt Lewin (1946) al plantearse la necesidad de un método en el que interaccionasen los procesos de investigación social con aquellos otros destinados a la intervención social.

Esta concepción de investigación concerniente a la formación / perfeccionamiento del profesorado corresponde a aquellos que opinan que el profesor debe ser, y de hecho lo es, el auténtico investigador en el contexto de su ámbito de actuación. En el aula se produce un ciclo cerrado, una realimentación, de tal forma que del estudio de los problemas diarios que aparecen en la misma surge la necesidad de realizar investigaciones para resolverlos. La actividad de investigación aporta al profesor una dimensión dinámica, renovadora de la enseñanza. Como se ve, se trata de una investigación en, para y sobre el aula. Surge así, una nueva imagen del profesor

Presentado en: - Cabrera, G.; Rodríguez, R.; Fernández, J. La estrategia de triangulación en la investigación en la acción: materiales didácticos en el aula de física X Congreso sobre la Didáctica de la Física, Microelectrónica, Microordenadores y astronomía para Profesores. Septiembre 1996. Madrid. Actas del X Congreso sobre la Didáctica de la Física, Microelectrónica, Microordenadores y Astronomía para Profesores. ISBN 84-362-3403-0

que ahora también reflexiona e investiga en la acción y sobre la acción para transformarla.

Por otra parte, si partimos del supuesto que un análisis y evaluación de una situación educativa debe incluir la óptica de las partes que intervienen en ella y que este análisis será más rico si incluimos un “evaluador” que no participa activamente en la situación, entonces sin duda nos resultará de mucho interés el uso de la triangulación como una estrategia para esa investigación en la acción. La triangulación es una técnica de evaluación de la puesta en práctica de un hecho educativo que valora el papel del profesor, del alumno y del propio acontecer del proceso de enseñanza-aprendizaje. En este proceso vamos a tener tres elementos ( que identificaremos con los vértices de un triángulo ): el profesor, el alumno y un observador interno, que valorarán el desarrollo del acto educativo.



Esta triple óptica supone un poderoso instrumento de contrastación entre los datos, las técnicas y las perspectivas de interpretación involucradas, obteniéndose así una representación completa y fiel no sólo de los aspectos conductuales o fenomenológicos de la clase, sino también de los aspectos subjetivos del profesor y de los alumnos.

La triangulación comienza con el proceso de planificación del quehacer en el aula ( sea este una unidad didáctica, un proyecto, centro de interés, etc. ) y debe ser realizada no sólo por el profesor, sino también por los otros dos elementos constituyentes del triángulo ( el observador externo y el interno ). Durante todo el tiempo que se está gestando la triangulación se ha de estar recogiendo datos, con lo cual necesitaremos determinados instrumentos que se han de prever: cuaderno del alumno, diario del profesor, pautas de observación, encuestas, etc. y todo ello con el fin de poder reconstruir una valoración del conjunto de la experiencia. Todos estos instrumentos nos permitirán evaluar los siguientes aspectos:

- La puesta en marcha de la unidad.
- La investigación de aspectos concretos de la clase como podría ser el diario de clase del profesor.
- La temporalización prevista y la real.
- Valoración del diseño por los alumnos detectada implícita o explícitamente.
- Actitud de los alumnos.

Presentado en: - Cabrera, G.; Rodríguez, R.; Fernández, J. La estrategia de triangulación en la investigación en la acción: materiales didácticos en el aula de física X Congreso sobre la Didáctica de la Física, Microelectrónica, Microordenadores y astronomía para Profesores. Septiembre 1996. Madrid. Actas del X Congreso sobre la Didáctica de la Física, Microelectrónica, Microordenadores y Astronomía para Profesores. ISBN 84-362-3403-0

- Interés manifestado por ellos.
- Dificultades de comprensión.
- Idoneidad de los materiales.
- Dificultades de manipulación.
- Rentabilidad de aprendizaje de las actividades.

Es importante tomar conciencia de la importancia de la triangulación como un proceso de reflexión y mejora de lo que se ha hecho: “lo que potencia el perfeccionamiento profesional no son la cantidad de años en el ejercicio de dar clases, sino lo que se va aprendiendo por dar clases, por el ejercicio de la reflexión, análisis y valoración por, de, en, sobre lo que hacemos en cada experiencia docente”.

#### El profesor:

Sus elementos de recogida de datos serán fundamentalmente el “diario de clase del profesor” y los “datos de evaluación del alumno” obtenidos según los indicadores señalados en la planificación del desarrollo de la clase. Con el diario, el profesor recoge los datos de su actividad, reflejando lo que percibe, valora y siente sobre su práctica.

#### Los alumnos: ( observador externo )

El punto de vista de los alumnos se obtiene a través de un informe hecho por un profesor del equipo que no ha participado en el desarrollo de la experiencia en el aula (observador externo) pero sí lo ha hecho en su planificación ( de esta forma puede hacer un análisis de los resultados a través de la versión de los alumnos ). Conviene que sea este observador quien cuente a los alumnos las intenciones y pretensiones de la experiencia antes de empezar el desarrollo en el aula. Su relación con los alumnos puede conseguirse mediante una charla semiestructurada o bien acompañando ésta de un cuestionario anónimo.

El hecho de presentar a los alumnos los resultados que se obtengan, tanto desde su óptica como desde la de los otros dos vértices ( profesor y observador interno ) corresponsabiliza la acción de enseñar-aprender.

#### El observador interno:

Otro de los vértices del triángulo en cuestión es determinado por el informe desde la óptica de una persona ajena al profesor que ha participado en la planificación del trabajo del aula ( observador interno ) y que por tanto va a poder valorar el grado de ajuste de “lo que se ha realizado” a “lo que se pretendía”.

Ofrecerá una descripción de los fenómenos y procesos de la clase a través de la observación, por lo cual deben haberse elaborado ( previamente al desarrollo en el aula ) unas “pautas de observación” ( criterios que recogen qué aspectos deben ser observados y la forma en que se hará la observación ).

#### Concluir la triangulación:

Toda la información recogida desde las tres ópticas se contrasta, poniendo de manifiesto las coincidencias y los puntos de desacuerdo, para realizar una reconstrucción de todos los procesos, pasos y resultados obtenidos en la totalidad de la experiencia realizada. Esta reconstrucción, junto con las valoraciones de la preparación, el desarrollo en el aula y el proceso de síntesis, permiten proponer acciones y alternativas de mejora.

La triangulación, por tanto, al darnos una imagen “casi real” y crítica ( desde tres puntos de vista diferentes ) de la acción educativa, constituye una poderosa arma estratégica para la formación y perfeccionamiento del profesorado en ejercicio.

Presentado en: - Cabrera, G.; Rodríguez, R.; Fernández, J. La estrategia de triangulación en la investigación en la acción: materiales didácticos en el aula de física X Congreso sobre la Didáctica de la Física, Microelectrónica, Microordenadores y astronomía para Profesores. Septiembre 1996. Madrid. Actas del X Congreso sobre la Didáctica de la Física, Microelectrónica, Microordenadores y Astronomía para Profesores. ISBN 84-362-3403-0

## **2. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA:**

### **2.1 Antes del desarrollo en el aula:**

El proyecto de triangulación se planteó como una de las posibles actividades a realizar por un grupo de alumnos del curso de aptitud pedagógica -C.A.P.- de la Universidad de La Laguna durante sus prácticas en un centro de enseñanza media. La propuesta partió del tutor de las prácticas que actuaría como uno más de los integrantes del proyecto. El objetivo de este proyecto era realizar un proceso formativo que permitiera a los alumnos del C.A.P. familiarizarse con los diferentes aspectos de la actividad educativa ( planificación, desarrollo y análisis ) a la vez que se utilizaba una de las propuestas en investigación educativa.

La puesta en práctica de la triangulación propiamente dicha requirió la preparación previa de una serie de documentos de los que nos vamos a ocupar a continuación.

Si pretendemos hacer una valoración de la situación educativa, no cabe duda que debemos disponer ( previamente al desarrollo de la misma ) de un documento en que se explicita totalmente la forma en que prevemos se desarrolle la misma ( metodología que se va a usar, contenidos a impartir, su secuencia y temporalización, etc. , etc. ). Nosotros diseñamos una unidad didáctica ( corriente eléctrica ) a la cual quisimos darle una orientación tal que el alumno entendiera conceptos relacionados con la electricidad que suelen usar en la vida cotidiana. La elaboración de la misma comenzó a través de los contenidos, y de aquí pasamos a ver los materiales de los cuales disponíamos (debido al carácter experimental que le queríamos dar al tema, éstos jugaban un papel fundamental).

La unidad, tal y como quedó finalmente queda recogida en el ANEXO I.

Simultáneamente a la elaboración de la unidad didáctica, y debido a que la metodología utilizada en la misma ( en la cual los conceptos eran introducidos a través de experiencias de laboratorio ) lo recomendaba, elaboramos una "guía del alumno" para el desarrollo de las clases ( consultar el ANEXO II ).

Completados estos dos documentos ( unidad didáctica y guía del alumno ) continuamos con los aspectos directamente relacionados con la triangulación. Como paso previo hubo una información inicial, por parte del tutor de prácticas, sobre los aspectos en que consistía la triangulación. Dicha información se iba completando posteriormente antes de comenzar cada uno de los pasos en la elaboración de los distintos materiales. Respecto a esto, debemos decir que cada miembro del equipo era, fundamentalmente, el encargado de elaborar una propuesta inicial del material que correspondía a su propio papel ( por ejemplo, era el "observador interno" el encargado de elaborar las "pautas de observación en el aula" ) para posteriormente ser revisado por alguno o varios de los restantes miembros del equipo con el fin de completarlo o modificarlo. Por supuesto, una vez que la triangulación fue llevada a cabo y a la vista de la experiencia, estos materiales sufrieron pequeñas modificaciones para así eliminar, en la medida de lo posible, las carencias observadas o simplemente mejorar algunos aspectos.

Otro de los documentos que necesariamente deben tenerse antes del desarrollo de las clases, es el que recoge las pautas de observación del observador interno. Estas pautas fueron diseñadas con el objeto de que evitaran "dispersar" la atención a detalles intrascendentes con el peligro de obviar otros que podrían resultar más importantes. Nosotros consideramos que el papel del observador interno no debía limitarse a recoger simplemente aspectos del comportamiento "general" tanto del profesor (o profesores) como de los alumnos y las relaciones que mantenían entre sí

Presentado en: - Cabrera, G.; Rodríguez, R.; Fernández, J. La estrategia de triangulación en la investigación en la acción: materiales didácticos en el aula de física X Congreso sobre la Didáctica de la Física, Microelectrónica, Microordenadores y astronomía para Profesores. Septiembre 1996. Madrid. Actas del X Congreso sobre la Didáctica de la Física, Microelectrónica, Microordenadores y Astronomía para Profesores. ISBN 84-362-3403-0

(profesor-profesor, profesor-alumno, alumno-alumno) sino que tenía que reflejar más bien la idoneidad de la planificación docente (unidad didáctica) y su puesta en práctica. Con esto queremos indicar aspectos tales como nivel de adquisición por parte del alumnado de los conceptos impartidos, grado de "comodidad" del profesor con la secuenciación y profundidad de éstos, acierto de la metodología empleada, etc.. Evidentemente, esto requiere que el observador interno participe en la planificación, tanto en el nivel docente (unidad, etc.) como en el de la triangulación. Las pautas de observación que nosotros consideramos más adecuadas, quedan recogidas en el siguiente documento ( indicar que estas pautas están mediatizadas por la metodología utilizada, por ejemplo, perderían parte de su sentido si no se permitiera agrupar a los alumnos ):

Presentado en: - Cabrera, G.; Rodríguez, R.; Fernández, J. La estrategia de triangulación en la investigación en la acción: materiales didácticos en el aula de física X Congreso sobre la Didáctica de la Física, Microelectrónica, Microordenadores y astronomía para Profesores. Septiembre 1996. Madrid. Actas del X Congreso sobre la Didáctica de la Física, Microelectrónica, Microordenadores y Astronomía para Profesores. ISBN 84-362-3403-0

Se propusieron como puntos más destacados de observación los siguientes:

***i) Grado de cumplimiento de la programación propuesta en el aula, en los siguientes aspectos:***

- Metodológicos.
- Actividades.

Para conseguir este punto se consideró oportuno que el observador llevara un "diario" donde recogería secuencialmente lo desarrollado en el aula. Esto le permitiría comparar con lo propuesto en la unidad. Además en este diario se deberían recoger las observaciones referentes a los siguientes puntos que el observador considerara oportunas.

***ii) Implicación del alumnado. Para ello el observador debe atender a los siguientes apartados:***

- Formación y dinámica de los grupos de alumnos. Un elemento de observación que consideramos útil para este punto es el seguimiento de un grupo, procurando que en cada actividad sea uno diferente, recogiendo si todos los miembros participan en la actividad propuesta o si algunos son meros espectadores, si se discute como se va a realizar la actividad o se sigue la iniciativa de algún miembro, etc.

- Dificultades que encuentran en las actividades. El observador atenderá a las preguntas que realizan al profesor, lo que tardan los grupos en realizar las actividades, si tropiezan con muchas dificultades, etc.

- Asimilación por parte del alumnado de los contenidos propuestos. Este apartado requiere además de las observaciones anteriores una presencia del observador en la corrección de los cuadernos y cuestionarios y una valoración de los mismos.

- Clima de clase: Aunque en este elemento también es participe el profesorado hemos decidido incluirlo en este punto al ser el alumnado el elemento mayoritario y el más fiel reflejo de éste. Se debe atender si el clima es tenso o distendido, si existe interés, etc. Creemos que un buen "termómetro" de esto puede ser el ruido "ambiental" en la clase. En la dinámica propuesta un silencio imperante por parte del alumnado puede significar un exceso de protagonismo por parte del profesor, o un clima "tenso" por medidas disciplinarias por parte del mismo, mientras que el caso contrario puede significar una falta de interés, o un ritmo lento.

***iii) Papel del profesorado. Atenderemos a:***

- Labor mientras los alumnos realizan las actividades. Se debe observar, por ejemplo, si el profesor pasa por los grupos y aclara sus dudas o si al contrario se inmiscuye.

- Explicaciones del profesor. Para ello se recogerá el orden y profundidad con que introduce los conceptos, la fluidez con que lo hace, si plantea a los alumnos si lo han entendido, etc.

Estos tres puntos enunciados deberían permitir al observador realizar un informe que recogiera los siguientes aspectos:

- 1.- Explicación del proceso:
  - 1.1.- Sobre el proceso de triangulación.
  - 1.2.- Sobre el proceso de enseñanza.
- 2.- Seguimiento de la unidad referente a:
  - 2.1.- Contenidos.
  - 2.2.- Metodología.
  - 2.3.- Actividades.
- 3.- Sobre los profesores:
  - 3.1.- Interacción con los alumnos:
    - 3.1.1.- Durante el trabajo en grupo de los alumnos.
    - 3.1.2.- Durante sus explicaciones.
    - 3.1.3.- Como moderadores en los debates.
  - 3.2.- Dominio de la propuesta didáctica.
- 4.- Sobre los alumnos:
  - 4.1.- Trabajo en grupos.
  - 4.2.- Participación en las puestas en común.
  - 4.3.- Atención a las explicaciones del profesor.
  - 4.4.- Elementos de evaluación:
    - 4.4.1.- Cuaderno.
    - 4.4.2.- Cuestionario.
  - 4.5.- Dificultades que encuentran por el diseño de la unidad.
- 5.- Sobre la evaluación del alumnado:
  - 5.1.- Evaluación del comportamiento.
  - 5.2.- Evaluación de los cuadernos.
  - 5.3.- Evaluación del cuestionario.

En lo referente al observador externo, y como ya hemos expresado anteriormente, debe ser él quien explique a los alumnos en qué consiste el proceso que se va a realizar. Los instrumentos utilizados por este observador a la hora de recoger la valoración, por parte de los alumnos, del desarrollo de la unidad, fueron dos:

- entrevista con el grupo de clase.
- encuesta de opinión de carácter individual.

En principio sólo estaba previsto realizar la entrevista con el grupo, pero por miedo a que no respondiera favorablemente o que el observador externo no fuera capaz de "conectar" con los alumnos, decidimos incluir la encuesta de opinión y así obtener una información más amplia y objetiva. Con dicha encuesta quisimos obtener información acerca de los siguientes puntos:

- Opinión general sobre la metodología seguida.
- Dificultad de los conceptos.
- Organización en el desarrollo.
- Opinión sobre la forma de evaluar a los alumnos.

Presentado en: - Cabrera, G.; Rodríguez, R.; Fernández, J. La estrategia de triangulación en la investigación en la acción: materiales didácticos en el aula de física X Congreso sobre la Didáctica de la Física, Microelectrónica, Microordenadores y astronomía para Profesores. Septiembre 1996. Madrid. Actas del X Congreso sobre la Didáctica de la Física, Microelectrónica, Microordenadores y Astronomía para Profesores. ISBN 84-362-3403-0

- Grado de motivación de la unidad.
- Ritmo de la clase
- Actuación del profesorado:
  - Ritmo de la clase.
  - Grado de participación de los alumnos.
  - ¿ Conectó el profesor sus explicaciones con el volcado de resultados de los alumnos ?

La encuesta es la siguiente:

1.- La forma en que se ha desarrollado el tema me ha parecido :	
a.- Peor que la usual .....	<input type="checkbox"/>
b.- Similar a la usual .....	<input type="checkbox"/>
c.- Mejor que la usual .....	<input type="checkbox"/>
d.- Otras .....	
2.- Con esta forma de desarrollar el tema , me parece que :	
a.- Es difícil entender los conceptos .....	<input type="checkbox"/>
b.- No hay muchas diferencias con respecto a otros temas .....	<input type="checkbox"/>
c.- Es fácil entender los conceptos .....	<input type="checkbox"/>
d.- Otras: .....	
3.- Creo que los conceptos eran :	
a.- Muy difíciles .....	<input type="checkbox"/>
b.- Medianamente difíciles .....	<input type="checkbox"/>
c.- Poco difíciles .....	<input type="checkbox"/>
d.- Fáciles .....	<input type="checkbox"/>
e.- Muy fáciles .....	<input type="checkbox"/>
4.- Creo que el tema estaba :	
a.- Poco organizado .....	<input type="checkbox"/>
b.- Medianamente organizado .....	<input type="checkbox"/>
c.- Bastante organizado .....	<input type="checkbox"/>
5.- Los experimentos estaban :	
a.- Muy relacionados con los conceptos teóricos .....	<input type="checkbox"/>
b.- Medianamente relacionados con los conceptos .....	<input type="checkbox"/>
c.- Poco relacionados con los conceptos teóricos .....	<input type="checkbox"/>
d.- Nada relacionados con los conceptos teóricos .....	<input type="checkbox"/>



6.- El tema que se ha tratado, me ha parecido :

a.- Bastante interesante .....

b.- Un poco interesante .....

c.- Un poco aburrido .....

d.- Muy aburrido .....

e.- Otros : .....

7.- Este tema :

a.- Está muy relacionado con la vida cotidiana .....

b.- Está relacionado, pero no mucho .....

c.- Está poco relacionado .....

d.- No está nada relacionado .....

e.- Otros : .....

8.- Pienso que la forma en que se nos ha evaluado :

a.- Es más justa que hacer un examen .....

b.- No veo diferencias entre las dos .....

c.- Es menos justa que hacer un examen .....

¿ Propondrías algún modo diferente de evaluación ? ¿Cuál ?

.....

.....

9.- Creo que los profesores :

a.- Nos dejaban suficiente tiempo para realizar las actividades .....

b.- Nos dejaban el tiempo justo .....

c.- Nos dejaban poco tiempo .....

10.- Creo que el ritmo de la clase era :

a.- Demasiado rápido .....

b.- Un poco rápido .....

c.- Normal .....

d.- Un poco lento .....

e.- Demasiado lento .....

11.- Creo que los profesores :

a.- Me han dejado pocas oportunidades para participar .....

b.- Me han dejado algunas, pero no muchas .....

c.- Me han dejado muchas oportunidades para participar .....

¿ Hubieses preferido que te dejaran más oportunidades para participar ?

Sí .....

No ....

12.- ¿ Crees que los profesores conectaban bien sus explicaciones con los resultados de los experimentos ?

- a.- Mucho .....
- b.- Normal .....
- b.- Poco .....
- c.- Nada .....

**PREGUNTA ABIERTA**

¿ Qué mejorarías en esta forma de desarrollar la clase ?

.....  
.....

¿ Cómo valora el trabajo en grupo frente al trabajo individual ?

.....  
.....

**2.2. Después del desarrollo en el aula:**

Una vez dispuesto el material y los documentos anteriores ya se podía comenzar con el desarrollo de la experiencia en el aula y su evaluación ( mediante la triangulación ). Cada miembro del equipo se encargó de recabar la información necesaria ( de acuerdo con el rol que le correspondía ) para la conclusión del proceso. De este trabajo se obtuvieron los tres documentos que añadimos a continuación.

**2.2.1. Informe del Profesor:**

Este documento corresponde a la síntesis y análisis que el profesor realizó sobre su diario de seguimiento:

El desarrollo de la Unidad comenzó con una primera sesión agitada. Los montajes preparados para los alumnos y que se habían dispuestos en un laboratorio previamente requerido, fueron recogidos por otro profesor y tuvimos que trasladarnos con todo el material a otro laboratorio y allí proceder a remontarlos. Esto se tradujo no sólo en una pérdida de tiempo de la clase sino también en una pérdida inicial de atención de los alumnos.

Resuelto este problema, el observador externo procedió a comentar los objetivos que se pretendían alcanzar con la unidad y la forma de evaluar el trabajo de los alumnos en la unidad didáctica. La impresión que nos queda es que no han captado lo que se les ha comunicado.

Comienza el desarrollo de la unidad, empezando los alumnos las actividades. El primer punto que se observa es la dinámica de trabajo de los alumnos. A este respecto, hemos de destacar la notable pericia y aplicación de los estudiantes, así como el grado

de interés demostrado por las incesantes preguntas interesantes formuladas. Llama la atención la ansiedad de los alumnos por conocer las unidades, tales como el Amperio y el Ohmio. Se nos presentó una seria dificultad en la observación particular del trabajo en cada alumno, debido a que estos eran muchos, ya que algunos grupos estaban constituidos por más de tres individuos; aunque la pretensión inicial era más global del funcionamiento del grupo que la del rendimiento individual de cada estudiante.

La metodología y la secuenciación de contenidos y actividades que se realizó, se ajustaron bastante a lo que se había diseñado en la unidad. Debemos reseñar, sin embargo, algunos aspectos divergentes:

- No quedó bien explicada la metodología y se creó cierta incertidumbre al principio.
- No se relaciona adecuadamente, al inicio, el tema de electricidad y magnetismo con otros anteriores como el de energía.
- Los ejercicios propuestos para casa, sobre todo numéricos, no fueron dictados. En lo sucesivo deberían estar redactados en la propia guía del alumno, para no restar tiempo innecesario, ni crear lagunas de continuidad en la clase.
- La representación simbólica de circuitos, que debía ser introducida en la experiencia del circuito eléctrico fue pospuesta por olvido hasta la experiencia del efecto Joule.
- Se trataron aspectos de conversión de energía y las distintas formas de la energía y sus transformaciones que, aunque no aparecían en el diseño, contactaban con el tratamiento dado en temas anteriores.
- Se termina haciendo un acopio de toda la terminología nueva, aparecida en el tema, y que sería conveniente incorporarlo como actividad al diseño inicial de la unidad.
- Por último, a la hora de corregir las cuestiones de la experiencia en el laboratorio, se procedió a preguntar a los alumnos directamente sin esperar a que estos comenzasen un debate. Este aspecto aunque no estaba contemplado en el diseño de la unidad me parece más acertado porque incita a que los alumnos estén más atentos y además posibilita incorporar al ritmo de la clase a aquellos alumnos más retrasados.

Resulta muy satisfactorio el grado de aprendizaje de los alumnos detectado por la puesta en común, para corregir las cuestiones en gran grupo.

Pensamos que los contenidos conceptuales se cubrieron prácticamente en su totalidad, al igual que los procedimentales, no así los actitudinales que se trabajaron menos y no de una forma directa sino implícita en la propia metodología.

Nos parece conectar la secuencia conceptual prescrita tal como nos parece que la han seguido los alumnos.

Otra etapa del proceso que debe ser objeto de reflexión es la evaluación del alumno. Esta se realizó siguiendo los criterios propuestos. El punto más difícil fue la observación del trabajo en el laboratorio de cada alumno, debido, como ya dijimos anteriormente, a la gran cantidad de alumnos.

En lo que se refiere a la revisión de cuadernos, ésta puso en evidencia algunos de los defectos que se produjeron en las explicaciones. Por ejemplo fueron muy pocos los alumnos que recogieron íntegramente las explicaciones sobre el efecto Joule, o las respuestas a las preguntas sobre el comportamiento eléctrico del aire y del ser humano. Quizás estas explicaciones fueron un tanto vagas. Exceptuando esto, en general los cuadernos estaban muy completos.

Por último, en la evaluación se procedió a corregir el cuestionario que se les pasó al principio y que debían entregar al finalizar la unidad. En general el resultado fue satisfactorio, aunque pudimos concluir que a prácticamente todos los alumnos no les quedó claro el concepto de voltaje. En este punto, debido a la complejidad del concepto, se debió haber incidido de otra forma distinta a como se hizo.

### 2.2.2. Informe de los alumnos:

El observador externo elaboró este documento de acuerdo con las opiniones expresadas por los alumnos en la entrevista con los mismos y en el cuestionario:

La entrevista con los alumnos se realizó al término de la última clase de desarrollo de la unidad didáctica, y tuvo una duración de unos quince o veinte minutos. Debido a que consideramos que no se había dejado suficientemente claro para qué estábamos realizando aquel proceso, ni cuál era el papel que cada uno de nosotros desempeñaba en el mismo, se explicó un poco el proceso de triangulación. Ésto sirvió para introducir cuál era el objetivo del observador externo en aquel momento ( conocer la opinión de los alumnos acerca de la metodología usada, la actuación del profesorado, su motivación ante el tema, etc... ).

Con el fin de tener una información más objetiva de su opinión, realizamos una pequeña encuesta que se les entregó a los alumnos después de comentar el proceso de triangulación. Creo que fue un error entregarles el cuestionario tan pronto, ya que muchos se dedicaron a llenarlo en lugar de comentar sus opiniones directamente.

Al término de esta pequeña entrevista los puntos que pude sacar en claro fueron :

- 1.- Los alumnos estaban muy contentos con la metodología utilizada.
- 2.- Algún alumno comentó que el ritmo de la clase había sido un poco rápido.
- 3.- El tema tratado ( corriente eléctrica ) les había gustado y les pareció que estaba bastante relacionado con la vida cotidiana.
- 4.- La forma de evaluación no supuso un cambio drástico en relación a la manera usual ( este dato sorprendió bastante al observador interno ).
- 5.- Los conceptos no les habían resultado muy difíciles.

A la vista de los resultados de las encuestas, la metodología usada tuvo muy buena aceptación por parte de los alumnos, debido principalmente a que hasta ese momento habían ido "muy pocas veces" al laboratorio. También, según los alumnos, esta metodología facilitaba la comprensión de los conceptos, los cuales fueron clasificados como "poco difíciles" o "fáciles" por un 60% , y como "medianamente difíciles" por el 40% restante.

El tema tratado era "bastante interesante" ( según el 70% de los alumnos ) o "un poco interesante" ( según el 30% ), y ningún alumno lo consideró "aburrido".

A la hora de evaluar la organización de las clases, casi una cuarta parte de los alumnos piensa que el tema estaba "medianamente organizado", y el resto "bastante organizado". Semejantes proporciones de alumnos consideraron que las experiencias que tuvieron que desarrollar estaban "medianamente relacionadas" o "muy relacionadas" (respectivamente) con los conceptos teóricos.

En cuanto al ritmo de la clase, casi la mitad de alumnos consideró que era "un poco rápido", e incluso un 17.5% cree que el tiempo para realizar las actividades no era suficiente.

Aunque la mayor parte de los alumnos cree que se les ha dejado muchas oportunidades para participar en el desarrollo de la clase, también es cierto que casi el 35% hubiese preferido que estas oportunidades fueran más numerosas.

La actuación del profesorado fue valorada positivamente por el 95% de los alumnos, que consideraron que éstos conectaron bien sus explicaciones con los resultados de los experimentos realizados por los alumnos.

En cuanto a la forma de evaluación, el 70% de los alumnos la ve "más justa que realiza un examen", un 4% la ve "menos justa", y el 26% restante "no notó excesivas diferencias con la manera usual de evaluar". En la pregunta abierta del cuestionario sobre posibles formas de evaluación, casi el 83% de los alumnos no propusieron ningún método. Las pocas propuestas que hubo fueron :

- 1.- " realizar en los exámenes preguntas de deducción, no sólo de operación "
- 2.- " tener en cuenta la participación, la asistencia y la libreta, y también no me importaría que se hiciera alguna pregunta en el examen ".
- 3.- " Hacer experimentos, sin entregar trabajos, sin exámenes ¡ sin trabajo ! ".

Algunas propuesta individuales de los alumnos para mejorar esta forma de desarrollar la clase fueron :

- 1.- " Que fuera más lento, profundizando más, ya que es un tema bastante interesante "
- 2.- " El número de alumnos es muy elevado, con media clase sería suficiente ".
- 3.- " Grupos más pequeños y más profesores ".
- 4.- " Más material para realizar los experimentos ".
- 5.- " Me gustaría tener un poco más de tiempo para entender las cosas y practicarlas ".
- 6.- " Conectar mejor la práctica con la teoría ".
- 7.- " Un poco más parándonos en determinadas experiencias un poco más complicadas. Creo que hay gente que no tiene ni idea de electricidad, y por eso pienso que antes de hacer experimentos, tendrían que dar ' algo ' de electricidad, conceptos bases ".
- 8.- " Propondría experimentos caseros voluntarios, tema elegido por el alumno ".

### 2.2.3. Informe del observador interno:

De acuerdo con las pautas de observación previamente establecidas y lo observado en el aula, se elaboraron las siguientes conclusiones:

Presentado en: - Cabrera, G.; Rodríguez, R.; Fernández, J. La estrategia de triangulación en la investigación en la acción: materiales didácticos en el aula de física X Congreso sobre la Didáctica de la Física, Microelectrónica, Microordenadores y astronomía para Profesores. Septiembre 1996. Madrid. Actas del X Congreso sobre la Didáctica de la Física, Microelectrónica, Microordenadores y Astronomía para Profesores. ISBN 84-362-3403-0

En principio se comenzó informando a los alumnos sobre los dos procesos que se iban a realizar en el aula, el de triangulación y el propio de enseñanza aprendizaje. Se aclaró bien el propósito de trabajar de una forma diferente a la que habitualmente realizan los alumnos en el aula, pero sin embargo no se especificó tan claramente el proceso de triangulación y qué se pretendía <sup>1</sup> con él. Otro de los puntos que quedaron oscuros fue el de la evaluación del alumnado. Aunque en principio parece que esto quedó suficientemente especificado, se crearon dudas en el alumnado sobre:

- Si entraba en el "examen". Esto se puede deber a la inercia de la metodología utilizada habitualmente.<sup>1</sup>

- Cuándo se debía entregar el cuestionario. En este caso faltó también dejar claro que se podía realizar desde el primer día y no cuando se acabó el tema y que se podía consultar al profesor.

Respecto al seguimiento de la unidad, los contenidos procedimentales creo que se cubrieron perfectamente.

Los actitudinales, al no reflejarse tan directamente en la unidad pudieron quedar un poco olvidados (a excepción quizás del ahorro de energía eléctrica y el de comportamiento responsable ante la electricidad). Sin embargo tampoco existe ningún indicio de efectos contrarios a los deseados en el otro objetivo de relación entre los alumnos.

Los contenidos conceptuales (conceptos) parece que se transmitieron de forma correcta excepto quizás el de "voltaje" que se recogía de forma un poco vaga en la unidad, a pesar de la analogía improvisada por el profesorado de "fuerza de la pila". Creo que se podría solucionar introduciendo este concepto de forma independiente a la ley de Ohm, al contrario de como se realizó.

En cuanto a la metodología, se permitió que los alumnos se agruparan a su antojo y aunque eso es positivo en cuanto a la sintonía entre los miembros, se cometió el fallo de dejar grupos muy numerosos (seis miembros) existiendo otros de tan solo tres. Se constata que un número de alumnos tan grande hace casi imposible llevar a la práctica esta unidad con un sólo profesor, recordando que en este caso se contaba con dos profesores. Por otro lado sería ideal que existiera material para que los grupos fueran de un máximo de tres miembros. Por el resto se siguió plenamente el espíritu de la metodología propuesta con la salvedad de los debates que se proponían como comentaremos más adelante.

Las experiencias cumplieron su cometido, siendo incluso de un nivel bajo para los alumnos. Aunque se esperaba que fueran fáciles para no enmascarar los contenidos que se trabajaban con aparatos sofisticados y posiblemente "misteriosos" desde su

---

<sup>1</sup> Está en contradicción la respuesta de los alumnos "por la forma de evaluar"; ésta no les parece un cambio drástico de la forma usual.

Presentado en: - Cabrera, G.; Rodríguez, R.; Fernández, J. La estrategia de triangulación en la investigación en la acción: materiales didácticos en el aula de física X Congreso sobre la Didáctica de la Física, Microelectrónica, Microordenadores y astronomía para Profesores. Septiembre 1996. Madrid. Actas del X Congreso sobre la Didáctica de la Física, Microelectrónica, Microordenadores y Astronomía para Profesores. ISBN 84-362-3403-0

perspectiva, se infravaloró la capacidad de los alumnos y en algún caso le pudieron parecer demasiado obvias. Fue un acierto que los alumnos contaran con un cuestionario para las experiencias, sin embargo se obviaron lamentablemente las actividades para casa en lo referente a los problemas "cuantitativos" de la ley de Ohm o incluso se alteró el orden, como la realización de un dibujo simbólico de los circuitos.

Se observó que, aún con dos profesores en el aula, en algún momento, puntual, no se pudo atender a todos los grupos que lo demandaban durante el desarrollo de alguna experiencia, lo que indica de nuevo que esta propuesta no puede ser llevada a la práctica con un número tan alto de alumnos. Durante las explicaciones los profesores trataron de hacer llegar el mensaje a los alumnos utilizando ejemplos, repitiendo lo explicado e incluso utilizando el sentido de humor. Tuvieron la destreza de adaptar la parte de la propuesta donde se suponía que en la exposición de los resultados se propiciaría un debate, cosa que no se consiguió, quizás por la trivialidad de las cuestiones, que no daban lugar a resultados contradictorios. Además supieron improvisar dos puntos no recogidos en la propuesta, como la introducción al tema y el volcado final de conceptos nuevos utilizados de una forma muy afortunada. Todo esto hace que la labor del profesor la valore positivamente, salvo en dos puntos:

- El dominio de la propuesta: Quizás este fue el punto más negro en la labor del profesor. Se observaron algunas lagunas en la secuenciación, lo que le llevaba a saltarse alguna explicación y le obligaba a volver atrás, tenían algunas dudas referentes al cuestionario y a lo que debían indicar al comienzo de las actividades. Sin embargo esto incidió poco en el alumnado y no creó en ningún momento desconcierto. También introdujeron algunos conceptos no recogidos en la programación, como por ejemplo el de "energía interna", que rondó durante todo el desarrollo y que ayudó a confundir a los alumnos en el concepto de "voltaje".

- En casos muy puntuales la forma de dirigirse a los alumnos cuando daban una respuesta equivocada, o no eran capaces de responder. Aunque de una manera muy suave y sólo en dos ocasiones, se les puso en "ridículo" delante de sus compañeros, por ejemplo, al no conocer una respuesta indicándole que "de aquí a que te jubiles lo sabrás" y no ayudándole en forma alguna a darla. Este planteamiento va en contra de uno de los contenidos actitudinales propuestos (autoestima).

Por otra parte el alumnado tuvo un comportamiento excelente en el aula - laboratorio. El trabajo en las prácticas contaba con la dificultad de que era demasiada gente para realizar una misma cosa debido a lo numeroso que eran la mayoría de los grupos, lo que hacía que algunos alumnos fueran meros espectadores, aunque no se detectó nunca "marginados" por sus compañeros por tener poca destreza. Lo único mejorable en el comportamiento sería intentar que los alumnos se centraran antes en la clase y no se perdiera tanto tiempo en lo que llegaban y se disponían a comenzar. Estuvieron atentos a las explicaciones del profesor pero no se consiguió que reflejaran en el cuaderno todo lo que se preveía, al contrario de lo que sucedió con la guía del alumno que todos completaron. Puede que se infravalorara un poco su nivel, ya que se observaba que muchas de las actividades le resultaban muy sencillas, e incluso demandaban cierta información, como las unidades de las magnitudes, que se pensó que no era necesario introducirlas tan rápidamente.

Para la evaluación del alumnado se proponían tres puntos: comportamiento, cuaderno y un cuestionario. Aunque el comportamiento de los alumnos fue bueno en general, sólo se cuantificó mediante la asistencia o no a las clases. La corrección del cuaderno fue poco minuciosa y se observó lo ya comentado, que se reflejaban muchas menos cosas de las previstas en la propuesta. Respecto al cuestionario no podemos comentar nada ya que no estuvo presente el observador durante la corrección del mismo.

Como resumen de lo anterior podemos citar los siguientes puntos:

- Se infravaloraron un poco las capacidades del alumno. Se podría, quizás, en el mismo tiempo, profundizar un poco más, renunciando eso sí a experiencias "demostración" como la última propuesta, que creo que no aportaron mucho al alumnado.
- Se olvidaron un poco los contenidos actitudinales.
- El comportamiento de profesores y alumnos y la relación entre ellos fueron buenos.
- Existieron algunas lagunas en el dominio de la unidad por el profesorado.
- La propuesta requeriría de un menor número de alumnos por clase y grupo para que fuera factible con un solo profesor.

#### 2.2.4. Conclusiones de la triangulación:

Todo el trabajo anterior carecería de sentido si no se realizara un contraste de toda la información obtenida. Para ello, debe realizarse una sesión ( "sesión de triangulación" ) en la que participen el profesor, los alumnos y los observadores interno y externo, y en la que se comenten los aspectos positivos y negativos observados desde cada óptica del triángulo. Por supuesto, debe concluirse con un documento en el que se recojan al menos los dos puntos siguientes:

- crítica al desarrollo de esa sesión de triangulación.
- aspectos más importantes ( de acuerdo y de desacuerdo ) sobre el desarrollo en el aula, puestos en evidencia en esa sesión.

El documento redactado tras nuestra experiencia fue el siguiente:

Una vez trabajada la Unidad Didáctica prevista, y cuando ya se había realizado la charla-cuestionario por el observador externo, con los alumnos, se dedicó una sesión para hacer una evaluación de lo acontecido y que tuviera lugar el cierre de la experiencia.

Se empezó recordando, por parte del observador externo, en que consistía la experiencia. Que se iba a dar lectura y explicación de los puntos de vistas de los tres vértices del triángulo, es decir, del informe de los profesores, del informe de los alumnos y del informe del observador interno.

Aunque había un acuerdo previo para que cada uno de los puntos de vista (el de los alumnos expuesto por el observador externo, el de los profesores y el del



observador interno) no se extendieran más allá de diez minutos, y así tener más de media hora para el debate y la discusión, la realidad fue que las explicaciones se hicieron más extensas.

A las circunstancias mencionadas se le une que los alumnos ese día estaban mediatizados, en la discusión y atención, porque en la hora siguiente tenían un examen de otra asignatura (aspecto no previsto), y que hizo que en lugar de disponer de más tiempo lo tuviéramos recortado.

Todo esto posiblemente influyó en que los alumnos prácticamente no intervinieran. Preguntados por ello, respondieron que, decir algo era repetitivo de lo que habían dicho en su informe, y de cualquier manera no había tiempo para mucha intervención, porque cuando se podía haber iniciado un debate era al final de los informes, y estos ya absorbieron toda la hora. Cualquier intervención de los alumnos en esta sesión era muy forzada y por eso no aconteció. Quizás habría que destacar la sinceridad de los alumnos al expresar lo innecesario y repetitivo de sus posibles opiniones.

A modo de resaltar aquellos aspectos más destacados, bien por su convergencia o divergencia con los distintos puntos de vista, haya que decir:

\* A pesar de contar con dos profesores para realizar la experiencia parece que algunos alumnos necesitaron más atención.

\* La mitad de los alumnos piensan que el ritmo era adecuado, la otra mitad piensa que era rápido y el observador cree que la carga conceptual podía haber sido más rica por cuanto algunos alumnos asimilaban demasiado rápido las intenciones de la unidad, por la simplicidad de las experiencias.

\* La metodología todos la consideran adecuada aunque las puestas en común se hicieron de forma distinto de lo previsto (incitando a determinados alumnos), posiblemente para acelerar el ritmo.

\* Se considera que sería más completa la experiencia contando con menos alumnos, no más de veinte, para que el material fuera suficiente para manipularlo todos y ser atendidos por los profesores. Así mismo se hace necesario disponer de aulas laboratorio con mejor dotación de material.

\* Los grupos se les dejó hacer a conveniencia de los alumnos, según relaciones de amistad, camaradería, etc., porque sólo era para esta experiencia y no se previno reestructurar los grupos, aunque el observador estima que estaban reunidos un poco por capacidades, y había algunos más aventajados.

\* Aparecen algunos errores sistemáticos, muy generalizados, en los alumnos como son:

a) el concepto de voltaje está asociado a un circuito, y a la ley de Ohm para un circuito. Posiblemente por el inductismo metodológico utilizado, pero que sería incierto el resultado de hacerlo de otra forma, sobre todo sin introducirle el concepto (aunque sea operativo) de fuerza electromotriz, que sería una forma de entender el voltaje de una pila o fuente. Pero este concepto parece de mucha abstracción conceptual.

b) Los alumnos no recogían las explicaciones del profesor en el cuaderno de clase. Posiblemente porque estaban mediatizados por la "guía del alumno" y no se salían de lo que allí les indicaban, o bien porque no se les ha enseñado que tomen apuntes en las clases de Física aunque no se escriba en la pizarra.

### 3. CONCLUSIONES:

- La importancia de la unidad didáctica como soporte de toda la actividad:

Si realmente queremos realizar una evaluación de una situación didáctica debemos disponer, indispensablemente, de un documento en el que se prevé, paso por paso, cómo se va a desarrollar: los contenidos, los materiales que se van a usar, en qué momento se piensa introducir cada concepto, las experiencias a desarrollar, la metodología, la dinámica en el aula, etc. Todo esto con el fin de poder hacer un contraste real entre la experiencia ( una vez desarrollada ) y lo que se pretendía.

- La guía del alumno:

Este documento, cuyo contenido depende de la metodología que se va a usar y de la propia unidad didáctica, es prescindible. En nuestro caso, ésta era de uso casi obligatorio, mostrándose como una utilísima herramienta en el desarrollo de la clase.

- Pautas de observación:

Aunque en un principio estas pautas pueden parecer “no excesivamente relevantes”, queremos llamar la atención sobre el importante papel que juegan, sobre todo si el observador interno no ha desempeñado anteriormente dicho papel. Dejar esta observación al azar puede ser desastroso, ya que si ésta no se realiza sobre los aspectos verdaderamente relevantes y meritorios de ser evaluados, quedándonos en aspectos superficiales, la triangulación no podrá ser completada ( o si lo hace carecerá del valor que le confiere el contar con un punto de vista independiente del profesor y del alumno ).

- Cuestionario de opinión:

Aunque la opinión de los alumnos puede ser recogida exclusivamente mediante una “charla” con ellos, lo cierto es que incluir un cuestionario puede arrojar mayor información o confirmar la obtenida a través de la charla. Además, las posibles causas por las que la “marcha” de la entrevista con los alumnos no sea la adecuada pueden ser muchas, con lo cual nos aseguramos el obtener la información.

- Informes:

Para realizar un contraste real de opiniones, es necesario que este se haga sobre las conclusiones recogidas en un documento realizado por los participantes en la triangulación. Estos informes deben ser lo más ajustados posibles a lo que se pretendía e incluir una autoevaluación sobre el papel desarrollado en la triangulación.

- Conclusión de la triangulación:

Debe incluir aspectos de crítica sobre el cómo se desarrolló la sesión y, por supuesto, un análisis y síntesis del contraste de las tres ópticas. Además debe contener propuestas de mejora para un nuevo desarrollo de la experiencia.

## **BIBLIOGRAFÍA:**

- AREA MOREIRA, M.** (1993). "Unidades didácticas e investigación en el aula". Consejería de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias.
- ELLIOTT, J. ; BARRET, G. ; HULL, CH. ; SANGER, J. ; WOOD, M. Y HAYNES, L.:** "Investigación/acción en el aula". Cons. Educació i Ciencia. Generalitat Valenciana. 1986.
- ESCUDERO MUÑOZ, J.M.** "Tendencias actuales en la investigación educativa: los desafíos de la investigación crítica". Currículum, (2) 3-35. 1990.
- ESCUDERO, J.M.:** "La investigación-acción en el panorama actual de la investigación educativa". Rev. de Innovación e Investigación Educativa, (3) 5-39, 1987.
- FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, J. ; ORRIBO RDGUEZ., T. ; CABRERA RDGUEZ, G.T. ; RDGUEZ. PÉREZ, R. Y PALAO GLEZ., J.** (1995): "Perfeccionamiento del Profesorado en Centros Escolares: la Triangulación en clase de Física". Actas del IX Congreso sobre Didáctica de la Física, Microelectrónica, Microordenadores, y Astronomía para Profesores. Madrid. U.N.E.D
- FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, J. ; VARELA CALVO, C. ; CABRERA RDGUEZ, G.T. ; RDGUEZ. PÉREZ, R. Y PALAO GLEZ. J.** (1995) "Una experiencia de triangulación realizada por profesores noveles". XVI Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga.
- FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, J. Y ELORTEGUI ESCARTÍN, N.** (1991): "Elaboración de Unidades Didácticas". La Laguna, Tenerife ( documento policopiado ).
- FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, J.** (1992): "La enseñanza como investigación. Investigación en la acción.Perfeccionamiento en centros". Departamento de Didácticas Especiales Universidad de La Laguna, Tenerife. ( documento policopiado )
- FERNÁNDEZ, T. Y FERNÁNDEZ, J.** (1994): "Técnicas de trabajo con profesores sobre su práctica docente: Terapia de Knoll". Investigación en la Escuela, nº 22, 91-104.
- GIMENO, J. (1983):** "El profesor como investigador en el aula: un paradigma de formación de profesores". Educación y Sociedad, nº 2, 51-73. Ed. Akal, nº 2, 75-93
- GARCÍA, J.E.:** "Bases para la introducción del modelo de profesor investigador en los centros de profesores". Actas de las IV Jornadas de Estudio sobre la Investigación en la Escuela. pgs 405-410. Sevilla. 1986.
- ORTEGA, R.:** "La triangulación". Investigación en la Escuela, nº 3, 83-4, 1987.
- PACIOS, A. Y SUÁREZ, L.A.** (1994): "Cómo evaluar el diseño, la ejecución y los resultados de una unidad didáctica". Aula de Innovación, nº 31, 26-30
- SÁEZ, M.J. Y CARRETERO, A.J.** (1993): "El estudio del caso de aula: una alternativa a la investigación en la acción". Bordon. 45(1), 39-48.
- STENHOUSE, L.** "Investigación y desarrollo del currículum". Ed. Morata. Madrid. 1984.

## ANEXO I: UNIDAD DIDÁCTICA

**unidad :** corriente eléctrica continua y magnetismo.

**curso :** segundo de B.U.P.

**duración :** cuatro sesiones.

### **Contenidos:**

#### **A.- Contenidos Conceptuales:**

- 1.- Corriente eléctrica: intensidad de corriente, resistencia de los materiales, materiales conductores y aislantes.
- 2.- Efecto Joule.
- 3.- Imanes.
- 4.- Relación entre magnetismo y electricidad.

#### **B.- Contenidos Procedimentales :**

- 1.- Manejo de componentes de circuitos de corriente continua ( pilas, cables, resistencias... ) y su asociación.
- 2.- Manejo elemental de un amperímetro.
- 3.- Construcción de un electroimán.
- 4.- Generación de corriente eléctrica.
- 5.- Generación de calor a partir de corriente eléctrica.

#### **C.- Contenidos Actitudinales :**

- 1.- Fomentar el ahorro de energía eléctrica.
- 2.- Intentar que los alumnos se desenvuelvan responsablemente cuando utilicen sistemas eléctricos, perdiendo el miedo pero teniendo claro que la electricidad puede llegar a ser peligrosa.
- 3.- Facilitar la relación entre los alumnos, el respeto mutuo de sus opiniones y potenciar el debate entre ellos.

### **Programación :**

La correlación entre los distintos contenidos en cada una de las experiencias aparece en el cuadro siguiente :

	Contenidos Conceptuales	Contenidos Procedimentales	Contenidos Actitudinales
experiencia 1	1.- Intensidad de corriente 2.- Amperio 3.- Resistencia eléctrica 4.- Ohmio 5.- Conductor y aislante 6.- Ley de Ohm 7.- Voltaje y voltio	1.- Manejo elemental de componentes de circuitos 2.- Manejo del Amperímetro	1.- Responsabilidad en el uso de material eléctrico ( <b>a1</b> ).
experiencia 2	1.- Disipación de calor 2.- Efecto Joule	1.- Generación de calor a partir de corriente eléctrica	1.- a1 2.- Fomento del ahorro energético
experiencia 3	1.- Imán 2.- Campo magnético 3.- Materiales ferromagnéticos 4.- Polos de un imán 5.- Brújula y Campo Magnético Terrestre		1.- a1
experiencia 4		1.- Construcción de un electroimán	1.- a1
experiencia 5		1.- Producción de corriente eléctrica	1.- a1

### **Metodología :**

Para lograr nuestros objetivos hemos desarrollado la unidad didáctica en una secuencia de experiencias, cuestiones y explicaciones en el aula-laboratorio donde serán los propios alumnos los encargados de extraer sus conclusiones, guiados y reconducidos por el profesor. Las experiencias diseñadas se describen a continuación. En principio se trabajará con seis grupos de cuatro alumnos.

Presentado en: - Cabrera, G.; Rodríguez, R.; Fernández, J. La estrategia de triangulación en la investigación en la acción: materiales didácticos en el aula de física X Congreso sobre la Didáctica de la Física, Microelectrónica, Microordenadores y astronomía para Profesores. Septiembre 1996. Madrid. Actas del X Congreso sobre la Didáctica de la Física, Microelectrónica, Microordenadores y Astronomía para Profesores. ISBN 84-362-3403-0

## **EXPERIENCIA 1: CIRCUITO DE CORRIENTE ELÉCTRICA**

### **DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA:**

Los alumnos se encontrarán montado un circuito simple compuesto por la asociación en serie de una pila, una bombilla y un amperímetro. Para cerrar este circuito los alumnos deben colocar diferentes resistencias previamente seleccionadas por el profesor.

### **PROCEDIMIENTO:**

En primer lugar se les explica a los alumnos cuál va a ser el método seguido durante el desarrollo de la unidad ( experiencias en grupos, cuestionarios y puestas en común ) y se les dirá cuál es el tema central de la unidad. Se les explica brevemente en qué consiste el montaje. Se les comunica que la pila va a actuar como el dador de energía al circuito, y que gracias a esa energía que vamos a tener por el "circuito de corriente eléctrica" se producirán algunos efectos que ellos deberán observar y constatar. Esos efectos deberán observarlos en el amperímetro y en la bombilla cuando el circuito se cierra con las diferentes resistencias. Se propondrá el siguiente cuestionario sobre la experiencia que se halla recogido en la guía de actividades.

#### Cuestionario 1:

- 1.- Dibuja en tu libreta los diferentes elementos del circuito. ( Se espera que el alumno lo realice de forma natural sin el uso de ninguna simbología específica). Hacer una relación del material.
- 2.- Trata de conectar el circuito eléctrico y elabora experimentalmente la siguiente tabla:

Elemento (resistencia)	Intensidad de luz en la bombilla	Desviación de la aguja en el Amperímetro

( En ella los alumnos deben proponer un criterio para distinguir las resistencias que se le proponen. Se espera sólo un valor cualitativo en la desviación de la aguja del Amperímetro).

- 3.- ¿Existe alguna relación entre la luz de la bombilla y la posición de la aguja en el amperímetro comparando los diferentes casos?.
- 4.- Busca una clasificación posible de los elementos que se te han dado y has ido cambiando en el circuito en función de lo que has observado.

Una vez propuesta la actividad, se deja un tiempo prudencial a los alumnos para que puedan contestar el cuestionario y una vez hayan acabado, se procede al volcado de los resultados de los grupos dirigido por el profesor, que irá apuntando en la pizarra las respuestas. Si existen diferentes criterios se puede propiciar un debate entre los alumnos.

Presentado en: - Cabrera, G.; Rodríguez, R.; Fernández, J. La estrategia de triangulación en la investigación en la acción: materiales didácticos en el aula de física X Congreso sobre la Didáctica de la Física, Microelectrónica, Microordenadores y astronomía para Profesores. Septiembre 1996. Madrid. Actas del X Congreso sobre la Didáctica de la Física, Microelectrónica, Microordenadores y Astronomía para Profesores. ISBN 84-362-3403-0

A continuación intervendrá el profesor para introducir el concepto de intensidad de corriente eléctrica, como un parámetro que caracteriza a la corriente eléctrica, relacionándola con la luminosidad de la bombilla y la desviación de la aguja del amperímetro. Por ejemplo: "como hemos comprobado, la luminosidad de la bombilla es mayor cuanto más se haya apartado la aguja en el amperímetro de su posición inicial. Esto se corresponde a que la intensidad de corriente circulando por el circuito es mayor en estos casos".

La intensidad de corriente, como magnitud física, posee una unidad. Los alumnos ya conocen lo que es la "unidad", porque lo han visto en Mecánica. La unidad de intensidad de corriente es al Amperio, y el profesor puede relacionarlo con las medidas del amperímetro utilizado en la experiencia. Incluso si se cuenta con tiempo pueden repetir rápidamente la experiencia para incluir en la tabla el valor de la intensidad de corriente que circula en el circuito en cada caso.

Como han visto los alumnos, tanto la luminosidad de la bombilla como la desviación de la aguja variaban al probar con las distintas resistencias del circuito, es decir, variaba la intensidad de la corriente eléctrica. Esto nos permite introducir la propiedad intrínseca de resistencia eléctrica de los materiales. Se les comunica a los alumnos que la unidad de resistencia es el Ohmio.

El profesor debe ordenar entonces las resistencias que han utilizado los alumnos anteriormente por un criterio explícito de mayor a menor resistencia.

A continuación se introducirá a los alumnos el concepto de conductores como aquellos materiales de baja resistencia y aislantes aquellos cuya resistencia es muy alta y el paso de corriente eléctrica en condiciones normales es despreciable. Se procurará que los alumnos propongan algunos ejemplos y se les ofrecerán otros típicos de cada caso (metales, plásticos....).

Acto seguido se plantean las siguientes cuestiones que, tras el debate y la explicación del profesor, los alumnos deben escribir en sus cuadernos:

5.- ¿El aire es un conductor o un aislante?.

Tras incitar para que los alumnos den su opinión, el profesor indicará la idea de un aislante, si esta respuesta no ha sido mayoritaria, y lo ilustrará con el caso del circuito cuando no se incluya ningún elemento resistivo y permanezca abierto.

6.- ¿El cuerpo humano es un conductor o un aislante?.

Se tratará como en el caso anterior y el profesor debe explicar que el cuerpo humano posee una resistencia no muy alta y por tanto que conduce la corriente eléctrica en determinadas condiciones. Por eso cuando tocamos un cable pelado o metemos los dedos en un enchufe sentimos una sensación desagradable que no es sino el paso de la corriente eléctrica a través nuestro. Es lo que se conoce vulgarmente por "correntazo" que puede ser muy peligroso provocando incluso la muerte.

Se les explicará que por eso cuando se trabaja con electricidad se llevan zapatos con suela de goma, que como se dijo era un aislante, y que tienen el mismo efecto que el aire en el circuito abierto. Se les hará ver que con los elementos utilizados en la experiencia, la intensidad es despreciable como para notar los efectos.

A continuación se les explicará que existe una relación entre la intensidad de corriente y la resistencia. En la experiencia, cuanto mayor era la resistencia menor era la intensidad de corriente que circulaba. Por lo tanto debe haber una relación matemática entre ambas. Dicha relación se conoce como Ley de Ohm, físico del siglo XIX que la enunció por primera vez:

$$V = I R$$

donde I es la intensidad de corriente, R es la resistencia y V es el voltaje. Este voltaje venía dado por la pila que teníamos conectada en el circuito. La unidad de voltaje es el

Presentado en: - Cabrera, G.; Rodríguez, R.; Fernández, J. La estrategia de triangulación en la investigación en la acción: materiales didácticos en el aula de física X Congreso sobre la Didáctica de la Física, Microelectrónica, Microordenadores y astronomía para Profesores. Septiembre 1996. Madrid. Actas del X Congreso sobre la Didáctica de la Física, Microelectrónica, Microordenadores y Astronomía para Profesores. ISBN 84-362-3403-0

voltio, y esta es la que aparece generalmente especificada en las pilas que los alumnos usan en sus aparatos eléctricos (walkman, calculadoras...) y se relaciona con las unidades antes vistas:

$$1 \text{ voltio (V)} = 1 \text{ amperio (A)} \times 1 \text{ ohmio ( ? )}$$

Se les explica que en la práctica se ha mantenido constante el voltaje y se les pide que contesten las siguientes cuestiones que deben recoger posteriormente en sus cuadernos:

### Cuestionario 2:

- 1.- ¿Qué ocurrirá con la intensidad de corriente si incluimos una resistencia mayor?.
- 2.- ¿Cómo se conseguiría mayor corriente con voltaje fijo?.
- 3.- Explica cualitativamente lo ocurrido en la práctica mediante la ley de Ohm.

Con esto se da por finalizada la primera experiencia. Se debe proponer actividades para casa, recogidas en la guía de actividades, del tipo de problemas cuantitativos de aplicación directa de la Ley de Ohm o bien utilizar la simbología habitual ( que el profesor informa ) para esquematizar de nuevo el circuito inicial.

### **EXPERIENCIA 2: EFECTO JOULE.**

#### **DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA:**

Consistirá en un circuito muy simple compuesto por una pila y un trozo de alambre de Nicromo. Se necesita un termómetro en cuyo bulbo se arrollará el alambre. Cuando se cierra el circuito se observa un rápido aumento de la temperatura. Se deben tomar precauciones para evitar quemaduras (no tocar el alambre con el circuito cerrado).

#### **PROCEDIMIENTO:**

Se le indica a los alumnos en la pizarra cuál es el dispositivo que se va a utilizar. Se les advierte que lo monten antes de conectar a los dos polos de la pila y no toquen el alambre una vez se ha conectado.

#### Cuestionario :

- 1.- Dibuja el dispositivo en la libreta.
- 2.- Identifica los elementos del circuito.
- 3.- ¿Qué sucede con la temperatura cuando cierras el circuito?.
- 4.- ¿Conoces algún aparato que se caliente cuando funciona mediante corriente eléctrica?.
- 5.- ¿Qué crees que produce que se eleve la temperatura que marca el termómetro?.

Compara la experiencia con lo que sucede cuando el circuito permanece abierto.

Tras esta corta experiencia el profesor propicia una puesta en común sobre todo respecto a las cuestiones 4 y 5. A continuación explica que la disipación de calor se Presentado en: - Cabrera, G.; Rodríguez, R.; Fernández, J. La estrategia de triangulación en la investigación en la acción: materiales didácticos en el aula de física X Congreso sobre la Didáctica de la Física, Microelectrónica, Microordenadores y astronomía para Profesores. Septiembre 1996. Madrid. Actas del X Congreso sobre la Didáctica de la Física, Microelectrónica, Microordenadores y Astronomía para Profesores. ISBN 84-362-3403-0



produce siempre que circula una corriente eléctrica y que el ritmo de esta disipación depende tanto de la resistencia del conductor como del cuadrado de la intensidad de corriente que circula (Ley de Joule):

$$E = I^2 * R * t$$

$$P = I^2 * R$$

Indicar cuáles son las transformaciones de energía que se producen en el circuito ( química - eléctrica - calorífica ) e indicar otros ejemplos de la vida diaria ( combustibles fósiles - eléctrica -calorífica, etc ).

Intentar que los alumnos comprendan que el derroche de energía eléctrica supone el derroche de unos recursos escasos que además producen graves alteraciones ambientales. Mostrar ejemplos habituales en donde se gasta energía eléctrica de forma innecesaria (luces encendidas, equipos de música encendidos sin que nadie los escuche...).

### **EXPERIENCIA 3: MAGNETISMO.**

#### **PROCEDIMIENTO:**

Esta experiencia contará con diversas prácticas muy simples para familiarizar al alumno con los fenómenos magnéticos y su relación con la electricidad.

Introduciremos en primer lugar la atracción de ciertos materiales mediante un imán. Para ello se le dará un imán a cada grupo y una serie de materiales (papel, plástico, hierro,...) . Se les da a continuación un imán más y se les pide que los unan entre sí por los polos opuestos primero y después por los polos contrarios y experimenten en cada caso con los materiales dados. Deben responder a las siguientes cuestiones:

1.- ¿Qué les ocurre a los materiales cuando se les acerca un imán?  
Clasifícalos.

Si se dispone de dos imanes y se unen entre sí por los polos opuestos, y a continuación por los polos iguales y se experimenta con los materiales, contestar :

2.- ¿Qué es lo que observas con los imanes? ¿Existe alguna relación con lo que ocurría con un sólo imán?.

Se producirá un volcado dirigido por el profesor y a continuación se les dará una explicación de lo que ocurre: el imán crea lo que se denomina campo magnético y algunos materiales como el hierro responden a estos (materiales ferromagnéticos) mientras que otros no.

Por otro lado los imanes tienen siempre dos polos. Un polo "positivo" y otro "negativo". Los polos de distinto "signo" se atraen , mientras que los del mismo signo se repelen. Por eso cuando se unen imanes por los polos distintos el campo

magnético se anula, mientras que en el caso de unirlos por los polos iguales el campo se refuerza.

Como sensor de los campos magnéticos con que vamos a trabajar utilizaremos la brújula. Por ello es necesario, en primer lugar, explicar someramente el funcionamiento de la misma. Se les comenta que está hecha de un material ferromagnético que puede rotar libremente sobre un eje. Para que lo comprueben se les permite acercar la brújula a un imán. También sabemos que la brújula apunta siempre en una misma dirección, aún cuando nosotros mecánicamente intentemos desorientarla. Esto se debe a que la Tierra posee un campo magnético propio que provoca que la brújula señale siempre al Norte. Por lo tanto como la brújula experimenta la interacción con los campos magnéticos la utilizamos como sensor para detectar la presencia de estos.

#### **EXPERIENCIA 4: CONSTRUCCIÓN DE UN ELECTROIMÁN.**

##### **DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA:**

Fabricación de un electroimán simple mediante un núcleo de hierro, una bobina y una fuente de energía.

##### **PROCEDIMIENTO:**

Se les proporciona a los alumnos el material y se espera un tiempo breve para detectar su capacidad imaginativa del montaje, si no se le da un esquema simple del dispositivo y se les pide que lo construyan, contestando el siguiente cuestionario:

##### Cuestionario :

1.- Dibuja un esquema del dispositivo y procura explicar qué se va a hacer.

2.- Antes de conectar la pila, ¿se produce algún efecto al acercar la brújula al trozo de hierro, la espira o a ambos a la vez?

3.- ¿Qué ocurre cuando conectas la fuente?. Describe la diferencia que existe con el caso anterior.

(Intentamos que relacionen la presencia del campo magnético con la existencia de una corriente en la bobina).

Es conveniente permitir que los alumnos repitan la experiencia de los imanes con el electroimán para que vean que los efectos son los mismos. Tras darle tiempo para que contesten las preguntas, el profesor puede realizar un volcado y enfatizar que la corriente eléctrica produce un campo magnético que es más intenso cuanto mayor es la intensidad de esta.

### **EXPERIENCIA 5: EXPERIENCIA DE FARADAY.**

#### **DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA:**

Para finalizar la unidad, el profesor intentará que los alumnos procuren montar un generador de corriente, para lo cual se le intentará ayudar a resulta de sus preguntas. Luego realizarán la experiencia de Faraday con el objetivo de ilustrar la producción de corriente eléctrica con imanes. Este es básicamente el procedimiento industrial para generar corriente eléctrica.

Con ello el profesor debe resaltar la transformación de energía mecánica en energía eléctrica, presentando la energía como un único concepto que se manifiesta de distintas formas ( calor, energía mecánica, etc.. ).

#### **Cuestionario :**

- 1.- Dibujar el montaje del generador y tratar de poner los nombres de cada parte, así como su funcionamiento.
- 2.- ¿ Qué recursos se requieren para producir corriente ?
- 3.- ¿ Qué tipo de energías se transforman ? ¿ En qué se invierte el bocadillo del recreo ?

Resaltar que la corriente eléctrica necesita de importantes recursos para su producción que se deben conocer y evaluar su coste social.

#### **Evaluación del alumno.**

En lo que se refiere a la evaluación del alumno en la unidad didáctica sugerimos que se base en los siguientes aspectos:

1.- Observar el comportamiento de los alumnos en el laboratorio : trabajo en grupos, elaboración de hipótesis, diálogos,..., dado que al ser la metodología de la unidad básicamente el trabajo experimental, esto debe ser tenido muy en cuenta.

2.- A lo largo del proceso se han propuesto actividades que algunas se desarrollarán en clase y otras en casa, y todo este trabajo debe quedar reflejado en sus cuadernos que han de ser revisados por el profesor, proponiendo que se completen o modifiquen constituyendo finalmente un parámetro más de la evaluación.

3.- La elaboración de un cuestionario que se les entregará al comienzo de la unidad y que deben entregar finalizada esta. Las respuestas se pedirán que estén suficientemente razonadas.

#### **Preguntas de Evaluación :**

1.- Las bombillas que utilizamos a diario tienen una serie de especificaciones que las caracterizan. Anótalas. ¿ Serías capaz de calcular la resistencia que hay en el interior de la bombilla encendida ?

2.- Completa el siguiente recuadro :

- 3.- Explica por qué la bombilla se calienta al estar encendida. Por qué piensas tu que se deben apagar las bombillas cuando no se están utilizando.
- 4.- Señala que afirmaciones crees tu que son ciertas:
  - a.- Puede haber voltaje sin haber corriente.
  - b.- Puede haber corriente sin haber voltaje.
  - c.- No puede haber corriente sin voltaje ni voltaje sin corriente.
- 5.- Sabes que los imanes siempre presentan dos polos. Si rompemos entonces un imán en dos trozos, ¿ tendrá cada trozo también dos polos ?
- 6.- Si la Tierra no tuviese un campo magnético propio, ¿ la brújula valdría para orientarnos ? ¿ Por qué ?
- 7.- Supongamos el siguiente esquema en el que hay dos bombillas iguales :

¿ Cómo crees que brillarán las bombillas, es decir, será el brillo de A mayor que el de B , el de B mayor que el de A, o iguales ? ¿ Por qué ?

8.- Indica casos donde creas que se pierde energía eléctrica ( por efecto Joule ) y otros donde se malgaste. ¿ Qué pautas indicarías para que ésto no ocurriera ?

## ANEXO II: GUÍA DEL ALUMNO

### Experiencia 1 : circuito de corriente eléctrica.

\* *Ideas Generales sobre un Circuito Eléctrico.*

1.- Dibuja en tu libreta los diferentes elementos del circuito y explica qué vas a hacer.

Hacer una relación del material.

2.- Trata de conectar el circuito y elabora experimentalmente la siguiente tabla:

Elemento (resistencia)	Intensidad de luz en la bombilla	Desviación de la aguja en el amperímetro

3.- ¿ Existe alguna relación entre la luz de la bombilla y la posición de la aguja en el amperímetro comparando los diferentes casos ?

4.- Busca una clasificación posible de los elementos que se te han dado y has ido cambiando en el circuito en función de lo que has observado.

5.- ¿ El aire es conductor o aislante ?

6.- ¿ El cuerpo humano es un conductor o un aislante ?

#### **Notas :**

Intensidad de corriente eléctrica.

Amperímetro. Amperio.

Resistencia. Ohmio.

Conductor.

Aislante.

#### **Ley de Ohm :**

\* *Ideas generales sobre la Ley de Ohm.*

1.- ¿ Qué ocurriría con la intensidad de corriente si incluimos una resistencia mayor en el circuito ?

2.- ¿ Cómo se conseguiría mayor corriente con un voltaje fijo en un circuito con una resistencia variable ?

3.- Explica cualitativamente lo ocurrido en la práctica mediante la Ley de Ohm ?

4.- Para un voltaje fijo de 3 voltios completar la siguiente tabla :

Resistencia ( ?? )	Intensidad de corriente ( A )
5	
10	
98	
1990	
0.5	
	0.5
	1
	2
	0.01

Presentado en: - Cabrera, G.; Rodríguez, R.; Fernández, J. La estrategia de triangulación en la investigación en la acción: materiales didácticos en el aula de física X Congreso sobre la Didáctica de la Física, Microelectrónica, Microordenadores y astronomía para Profesores. Septiembre 1996. Madrid. Actas del X Congreso sobre la Didáctica de la Física, Microelectrónica, Microordenadores y Astronomía para Profesores. ISBN 84-362-3403-0

5.- Representa simbólicamente el circuito.

### **Experiencia 2 : Efecto Joule.**

\* *Ideas generales sobre el dispositivo.*

- 1.- Dibuja el dispositivo en la libreta.
- 2.- Identifica los elementos del circuito.

- 3.- ¿ Qué ocurre con la temperatura cuando cierras el circuito ?
- 4.- ¿ Conoces algún aparato que se caliente cuando funciona mediante corriente eléctrica ?
- 5.- ¿ Qué crees que produce que se eleve la temperatura que marca el termómetro ?

**Notas :**

Formulación de la Ley de Joule.  
Transformaciones de Energía.

### **Experiencia 3 : imanes.**

- 1.- ¿ Qué les ocurre a los materiales cuando se les acerca un imán? Clasifícalos.
- 2.- Si se dispone de dos imanes y se unen entre sí, por los polos opuestos, y a continuación por los polos iguales y se experimenta con los materiales, contestar: ¿Existe alguna relación con lo que ocurría con un solo imán ?

**Notas :**

Campo magnético. Polos : su comportamiento.  
Medida del campo magnético : brújula y su funcionamiento.  
Campo magnético Terrestre.

### **Experiencia 4 : electroimán.**

\* *Algunas ideas sobre el funcionamiento del electroimán.*

- 1.- Dibuja un esquema del dispositivo y trata de explicar qué se va a hacer.
- 2.- Antes de conectar la fuente de energía ( pila ), ¿ se produce algún efecto al acercar a la brújula el trozo de hierro, la espira o ambos juntos ?
- 3.- ¿ Qué ocurre cuando conectas la fuente ? Describe la diferencia que existe con el caso anterior.

### **Experiencia 5 : fabricar electricidad.**

\* *Ideas sobre el dispositivo para crear corriente.*

- 1.- Dibujar el montaje del generador y tratar de poner los nombres de cada parte así como su funcionamiento.
- 2.- ¿ Qué recursos se requieren para producir corriente ?
- 3.- ¿ Qué tipo de energías se transforman? ¿ En qué se invierte el bocadillo del recreo?

Presentado en: - Cabrera, G.; Rodríguez, R.; Fernández, J. La estrategia de triangulación en la investigación en la acción: materiales didácticos en el aula de física X Congreso sobre la Didáctica de la Física, Microelectrónica, Microordenadores y astronomía para Profesores. Septiembre 1996. Madrid. Actas del X Congreso sobre la Didáctica de la Física, Microelectrónica, Microordenadores y Astronomía para Profesores. ISBN 84-362-3403-0