



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 23 – OCTUBRE DE 2009

## “DESARROLLO DE LOS CONCEPTOS DE FÍSICA A TRAVÉS DEL TRABAJO EXPERIMENTAL”

AUTORÍA <b>ENCARNACIÓN GONZÁLEZ OJEDA</b>
TEMÁTICA <b>FÍSICA Y QUÍMICA</b>
ETAPA <b>SECUNDARIA Y BACHILLERATO</b>

### Resumen

El aprendizaje conceptual a través del trabajo experimental es un problema abierto tanto para la investigación didáctica como para la práctica docente. Estudios sobre la naturaleza del aprendizaje de física indican que no sólo es posible, sino también deseable promover el desarrollo conceptual a través del trabajo experimental, estando éste integrado en el currículo. Dentro de este trabajo se evalúa la relevancia de auxiliares didácticos para promover el desarrollo conceptual a través del trabajo experimental y su utilización por profesores. Algunos de los conceptos de Física son bastantes complicados para el alumno, para facilitar su comprensión debemos hacerlo proponiendo actividades experimentales.

El objetivo de esta publicación es presentar con ayuda de experimentos un fenómeno complejo y otro sencillo. Antes de ello, quiero hacer una pequeña reflexión sobre los diferentes tipos de experimentos que, a nuestro modo de ver, pueden ser útiles a los profesores para conseguir sus objetivos.

### Palabras clave.

Difracción, error sistemática, experimentos caseros, sensibilidad del instrumento,....

### Introducción

#### ➤ ¿Cómo se trabaja en Física?

La Física, como ciencia que trata de entender las leyes de la naturaleza, se basa en el siguiente esquema de trabajo:

- Observación de la naturaleza, desde lo más pequeño (moléculas, átomos, núcleos,...) a lo más grande (el universo).
- Interpretación de los fenómenos que en ella ocurren.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 23 – OCTUBRE DE 2009

- Diseño de modelos y teorías que interpreten dichos fenómenos.
- Diseño de experimentos que corroboren dichos modelos y teorías.
- Comparación de los resultados experimentales con las previsiones teóricas.
- Modificación de los modelos y las teorías para perfeccionar la interpretación de los fenómenos físicos.

➤ ¿Cómo se puede enseñar Física?

Transmitir a los estudiantes el proceso de elaboración de las actuales teorías, el entusiasmo por profundizar en ellas y mejorar su grado de aproximación, tratar de acercar nuestros modelos a elementos cada vez más pequeños o a distancias cada vez más grandes, saber cómo ha surgido nuestro universo, de dónde venimos y hacia dónde caminamos,... y un largo etcétera cargado de preguntas, muchas de ellas sin respuesta, es la labor que los profesores tienen que llevar a cabo desde las etapas educativas más tempranas si queremos que las generaciones futuras, cargadas de más información que nunca en la historia de la Humanidad, sepan asimilar el presente y garantizar un futuro mejor para todos basado en el conocimiento.

### **Tipos de experimentos**

- Experimentos de bajo coste (caseros), fundamentalmente cualitativos, pero que obligan al alumno a enfrentarse con un problema y a tratar de resolverlo. Están especialmente indicados para las enseñanzas primaria y secundaria, aunque también son útiles como introducción al laboratorio universitario.
- Prácticas de laboratorio (tradicionales) en las que el alumno estudia con precisión un fenómeno concreto, con material más sofisticado, teniendo como objetivo fundamental el aprender las técnicas de medida propias de cada caso. Son habituales en las asignaturas de primer y segundo ciclos de las actuales licenciaturas en Ciencias Físicas, y lo serán probablemente en la nueva titulación de Grado en Física.
- Pequeños trabajos de investigación, donde el alumno se ve obligado a relacionar diferentes partes de la Física y a recurrir a diversos conocimientos de Matemáticas y Computación. Son adecuados para las asignaturas de segundo ciclo o de los futuros Máster en Física.

En el primer caso, nos podemos preguntar ¿qué podemos esperar de un experimento casero? No cabe la menor duda de que sirven para ilustrar cualitativamente fenómenos físicos. Nosotros proponemos, además, que sirvan para realizar medidas precisas que comprueben cuantitativamente las leyes fundamentales de la Física.

El alumno que realice este tipo de experimentos se tiene que enfrentar a una serie de dificultades teóricas y experimentales, como son: comprender claramente el fenómeno, estudiar las características del montaje experimental y adecuarlo a la medida de las magnitudes físicas involucradas, optimizar el



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 23 – OCTUBRE DE 2009

montaje para la adquisición de datos, analizar los resultados obtenidos y compararlos con el modelo teórico. Si a todo esto añadimos la presentación de una memoria detallada del trabajo realizado, el experimento casero se convierte en un elemento pedagógico de primer orden.

Esta forma de trabajar, de experimentar, hace que el alumno no sea un mero espectador, sino que se involucra en todas las fases del experimento: diseño y montaje, obtención de resultados y análisis de los mismos.

Las prácticas de laboratorio tradicionales permiten estudiar un fenómeno concreto y comprobar el modelo físico y/o matemático que lo interpreta. La mayor parte de los laboratorios de las universidades cuenta con experimentos de este tipo, muchos de ellos con montajes proporcionados por las casas comerciales. Presentan la ventaja de que en ellas se pueden obtener unos buenos resultados numéricos pero, sin embargo, en muchos casos no permiten desarrollar iniciativas en los alumnos, lo que hace que para muchos de ellos, las prácticas de laboratorio sean una cosa a quitarse de en medio cuanto antes, sin ligarlas al estudio de la asignatura. Por ello, proponemos que en la medida en que sea posible se planteen las prácticas como pequeños trabajos de investigación, donde los alumnos puedan participar más creativamente.

Los pequeños trabajos de investigación requieren de una gran motivación por parte de los alumnos, pues éstos deben estar fuertemente implicados en todas sus fases: montaje, realización de medidas, análisis de los resultados, nuevas perspectivas que sugieren los mismos, etc. En esta opción, que requiere un mayor esfuerzo por parte de los alumnos, es necesario valorar más la calidad del trabajo a través de la memoria de resultados que la cantidad de prácticas realizadas.

Los fenómenos de difracción han jugado un papel fundamental en el desarrollo de la Física. Por una parte, aparecen siempre en el centro de la discusión sobre la dualidad ondacorpúsculo.

Por otra, han permitido determinar las dimensiones de objetos muy pequeños, como las células biológicas o los átomos. En el campo de la Óptica, además de su importancia histórica en el conocimiento de la naturaleza de la luz, han sido esenciales en las teorías sobre la formación de imágenes y en la transmisión de información. Por todos estos motivos, los estudiantes deben familiarizarse con la difracción de la luz cuanto antes.

➤ Nivel elemental (enseñanza secundaria y bachillerato)

Como es natural, en este nivel la presentación debe ser cualitativa, dejando la formulación matemática para niveles superiores. Aquí os presento dos tipos de experiencias uno relacionado con el fenómeno de difracción y otro con la medida de magnitudes y fuerzas. El primero es más adecuado para impartirlo en 2º de Bachillerato en la unidad didáctica dedicada a los fenómenos naturales de la luz, el segundo sin embargo es más acertado impartirlo en el 2º ciclo de la eso para que el alumno se acostumbre a trabajar con unidades, medir y a determinar el error cometido en la medida.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 23 – OCTUBRE DE 2009

➤ Experiencias de difracción.

Se puede iniciar la presentación describiendo los fenómenos naturales en los que la difracción se observa claramente: figuras luminosas producidas por el Sol al atravesar las hojas de los árboles, por los focos de luz lejanos observados a través de visillos (redes de difracción), rendijas estrechas,..., los halos en torno al Sol, a la Luna, a las farolas del alumbrado público cuando hay muchas partículas en suspensión (gotitas de agua,...), los colores reflejados por un CD,... Todos estos fenómenos se pueden ilustrar a través de fotografías o diapositivas. Con ayuda del material indicado a continuación se puede observar la difracción y realizar algunos experimentos semicuantitativos.

*Material:*

- Un puntero láser (son válidos los que se adquieren en las tiendas “Todo a 1 € y más”, cuyo precio es de unos pocos euros). Su longitud de onda es de unos 650 nm (zona roja del espectro),
- Una rendija de anchura a variable, construida con dos hojas de afeitar yuxtapuestas sobre un marco de diapositivas formando una “V” muy estrecha .
- Un trozo de CD, que puede ser utilizado como red de difracción por reflexión y por transmisión<sup>1</sup>.
- Un frotis de sangre para observar la difracción producida por los glóbulos rojos.

*Experimentos que se pueden realizar con este material:*

a) Relación entre la anchura de la rendija y su espectro de difracción: Si se hace incidir el puntero láser sobre la rendija de la, se puede recoger su espectro sobre una pantalla de papel situada a una distancia  $D$  próxima a 1 m. Dependiendo de la altura  $h$  a la que incida el láser, el espectro se extiende más o menos sobre una línea perpendicular al eje de la rendija

b) Determinación del tamaño de objetos pequeños: El valor de la pendiente de la recta puede servir para determinar, grosso modo, las dimensiones de objetos muy pequeños. Por ejemplo, la de un cabello, la de un glóbulo rojo

c) Determinación de la anchura de los surcos de un CD: Al incidir el láser sobre la superficie de un CD se observan, por reflexión o por transmisión, una serie de puntos luminosos que corresponden a los máximos principales de una red de difracción . La separación entre dos de estos puntos nos proporciona información sobre la anchura de los surcos del CD o, lo que es lo mismo, sobre el número de líneas por milímetro que hay en la dirección radial. La separación entre dos puntos luminosos juega aquí el papel de la distancia  $d$  en el caso de la rendija y su anchura  $a$  representa la distancia entre dos surcos consecutivos.

➤ Medida de magnitudes y de fuerzas.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 23 – OCTUBRE DE 2009

La medición es fundamental en toda ciencia. Medición es, como el propio nombre indica, el acto de medir. Se trata de un conjunto de operaciones destinadas a determinar el *valor de la magnitud*, también denominado *medida* de la magnitud.

La medida es, por tanto, el resultado de una medición. Si las mediciones no fuesen efectuadas cuidadosamente, entonces los resultados no podrían merecer gran confianza. Como ninguna medida, incluso efectuada con cuidado, está exenta de error, es importante conocer el error (la incerteza) que afecta a una medida para saber hasta qué punto se puede confiar en el resultado obtenido.

Con relación a todo ello vamos a realizar la siguiente tarea: estudiar aparatos de medida, medir y registrar magnitudes, estimar errores cometidos en las mediciones.

### Información

Los errores cometidos tienen dos naturalezas:

**Errores sistemáticos.** *Son errores que se cometen siempre del mismo modo y afectan a los resultados siempre en idéntico sentido.*

*Estos errores pueden ser debidos a deficiencias del método, del aparato, del observador; de las condiciones en las que la medición es efectuada.*

**Errores fortuitos o accidentales.** *Son errores que suceden ocasionalmente en una medición y no ocurren siempre del mismo modo.*

*Pueden resultar de la posición inadecuada del objeto a medir o de errores de paralaje cometidos en las lecturas. Como estos errores afectan al resultado, en un sentido o en otro, pueden minimizarse si se trabajan cuidadosamente efectuando varias mediciones de modo que se pueda calcular el valor más probable de la magnitud medida:  $x = x_1 + x_2 + \dots + x_n$*

*n . Cuanto mayor sea el número de mediciones, menor será el error.*

*Las mediciones sólo pueden ser realizadas si existen instrumentos y unidades.*

## I. MEDICIÓN DE LONGITUD

### Material necesario

Mesa, cinta métrica.

### Modo de proceder

Estudio de la cinta métrica:

Observa la escala en la que está graduada la cinta métrica e indica los límites entre los que puede ser utilizada (alcance). Indica el valor de la menor división de la escala (sensibilidad del instrumento).

Cuestión de reflexión: ¿Conseguirá medir, con esta cinta métrica, una longitud de 5,37 cm?



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 23 – OCTUBRE DE 2009

Medición de la longitud de la tabla de su mesa de trabajo

*Información 1:* Cuando se procede a la lectura de un valor numérico en un instrumento de medida, éste se expresará a través de números significativos (los exactos y uno más aproximado) y pasará a tener significado físico si tiene unidades.

Con la cinta métrica mide la longitud de tu mesa de trabajo y registra ( $I_1 = \dots\dots\dots$ ).

Realiza la operación anterior dos veces más ( $I_2 = \dots\dots\dots$ ;  $I_3 = \dots\dots\dots$ ).

Calcula el valor más probable de la longitud (media aritmética de los varios valores obtenidos)

Determina los desvíos en relación con el valor medio de cada una de las lecturas efectuadas. Organiza estos resultados en un cuadro.

*Información 2:* El módulo del mayor desvío es la incerteza o error de la medida de la *longitud* (incerteza o error de observación)

*Información 3:* La medida de la longitud = valor más probable  $\pm$  incerteza o error (unidad). Se considera para incerteza o error,  $\Delta I$ , de la medida la mayor de las incertezas (de observación y lectura) (unidad). El verdadero valor de la longitud está, así, comprendido entre (unidad) y (unidad).

Indica la medida de la longitud

Cuestiones de reflexión:

¿Cómo representarías la medida de esta longitud dentro de una escala?

¿Podrías medir con este instrumento una longitud de 3 m?

II. MEDICIÓN DE FUERZAS

Material necesario

Tabla rectangular (50 cm de longitud) y un tornillo en una extremidad, un muelle en hélice, un dinamómetro y una regla.

Modo de proceder

Estudio del dinamómetro:

- Indica el alcance y la sensibilidad del dinamómetro.
- Indica el error de lectura asociado a este instrumento.

Cuestión de reflexión:

¿Conseguirá medir, con este dinamómetro, una fuerza de intensidad 2,40 N?

Medición de la fuerza ejercida sobre un muelle elástico, que provoca en éste una deformación.

C/ Recogidas N° 45 - 6ªA 18005 Granada [csifrevistad@gmail.com](mailto:csifrevistad@gmail.com)



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 23 – OCTUBRE DE 2009

Intercala el muelle entre el tornillo y el gancho del dinamómetro. Sobre la tabla aplica la regla que te permite medir el estiramiento sufrido por el muelle. Sujeta por la extremidad del dinamómetro y lee en la regla el valor correspondiente a la posición inicial de la extremidad del muelle,  $x_0$ , (sin deformación,  $F=0$ ).

Disloca el dinamómetro hasta provocar en el muelle (M) una pequeña deformación y lee el valor indicado en el dinamómetro,  $F_1$ , en la regla,  $x_1$ , y anota el resultado. Repite durante diez veces la operación anterior, manteniendo  $x_1$ . Organiza un cuadro con las medidas obtenidas.

Indica la medida de la fuerza.

### Cuestiones de reflexión

¿Por qué, en este caso, el error de observación es superior al error de lectura?

¿Cómo representarías la medida de esta fuerza en una escala?

¿Podrías medir con este dinamómetro una fuerza de intensidad 1,54 N?

### Comunicación de los resultados

Haz una síntesis de lo que has aprendido con relación a la medición de magnitudes físicas y señala lo que es importante en relación con este asunto. Esta síntesis será un modo eficaz de conservar una memoria sobre un esfuerzo que te ha permitido comprender mejor la medición de magnitudes físicas.

### **Conclusiones**

Los experimentos, por sencillos que sean, permiten a los alumnos profundizar en el conocimiento de un fenómeno, estudiarlo teóricamente y experimentalmente a la vez, desarrollar habilidades y actitudes propias de los investigadores, como son la búsqueda de soluciones a los problemas experimentales, la obtención de medidas con el menor error posible, la interpretación y el análisis de los resultados,....

Si en la enseñanza primaria y secundaria se introduce la experimentación como metodología fundamental y cotidiana, quizá los experimentos sirvan también para atraer hacia la Física a un número mayor de estudiantes.

Por otra parte, independientemente de la opción que elija cada alumno para su futuro, no cabe la menor duda de que con esta forma de enseñar y de aprender estamos contribuyendo a aumentar el nivel Científico de la mayoría de la población.

### **Bibliografía:**

- Yuste Llandres, M. Y. Carreras Bejar, C. 1993. *Experimentos caseros para un curso de Física General*. Cuadernos de la UNED, C.U. 130. Madrid.
- Walter, J.D. 1979. *La feria ambulante de la Física*. Editorial Limusa. México.

C/ Recogidas N° 45 - 6ªA 18005 Granada [csifrevistad@gmail.com](mailto:csifrevistad@gmail.com)





ISSN 1988-6047    DEP. LEGAL: GR 2922/2007    Nº 23 – OCTUBRE DE 2009

#### **Autoría**

---

- Nombre y Apellidos: ENCARNACIÓN GONZÁLEZ OJEDA
- Centro, localidad, provincia: CÓRDOBA
- E-mail: encar\_ego@hotmail.com