

## TALLER Y LABORATORIO

EXPERIMENTOS CIENTÍFICOS MÁGICOS.  
¡LA CIENCIA ES DIVERTIDA!

## INTRODUCCIÓN

En el marco de la *XVI Semana de la Ciencia*, organizada por la Dirección General de Universidades e Investigación de la Comunidad de Madrid, el Centro Asociado a la UNED en Madrid-CAMA ha realizado sendos talleres experimentales en sus Centros de Zona Las Rozas y Las Tablas dirigidos a colegiales de primaria en los días 17 y 18 de noviembre y al que asistieron en esta ocasión los alumnos de 4º de primaria del CEIP Ermita del Santo (Madrid). El objetivo primordial de esta actividad es fomentar la ciencia en las futuras generaciones ya que “*sin Ciencia no hay Futuro*”.

En los talleres se trataba de mostrar la magia que encierran los experimentos científicos, lo que los hace divertidos y atractivos, despertando y fomentando la curiosidad innata que tienen los niños y niñas en sus primeros contactos con la Ciencia. Se hicieron cuatro grupos de una quincena de estudiantes y cada uno de ellos realizó dos talleres de experimentos de Física y Química, de unos 50 minutos de duración, separados por un descanso de 20 minutos para reponer energías.

A modo de introducción se hizo ver a los colegiales que, si bien muchos de los experimentos parecen *cosa de magia*, la Ciencia trata de explicarnos el porqué suceden las cosas tal como las vemos. Trata de revelarnos el “truco” que encierran, contrariamente a lo que sucede en los espectáculos de magia en los que el mago guarda este truco celosamente para crear una ilusión en los espectadores.

En definitiva, la magia de la Ciencia consiste en explicar cómo suceden las cosas en la Naturaleza, y esta manera de actuar permite proyectar nuevos experimentos y desarrollar innumerables aplicaciones tecnológicas que hacen que nuestra vida sea más fácil y divertida.

## EXPERIMENTOS REALIZADOS

Aunque los experimentos no se presentaron a los colegiales en formato académico, clasificados por temáticas, etc., indicamos aquí un esbozo de clasificación para los profesores que quieran utilizarlos en sus aulas<sup>1</sup>. Los experimentos que se mostraron pueden organizarse en torno a las siguientes temáticas:

- Movimiento y gravitación,
- Efectos ópticos y propiedades de la luz,
- Propiedades elementales de líquidos y gases,
- Visualización del sonido (figuras de Chladni),
- Relaciones entre imanes y corrientes eléctricas,
- Medida del tiempo a través de una reacción química, y
- Reacciones químicas exotérmicas.

A continuación, en los párrafos siguientes vamos a describir con brevedad los experimentos que se realizaron. El formato consiste en plantear el problema a los colegiales, preguntarles, para iniciar el debate, qué creen que debe ocurrir de acuerdo con lo que ellos piensan, realizar el experimento y buscar una explicación.

## Movimiento y gravitación

## La caída libre

Si se dejan caer al mismo tiempo dos bolas de distinto peso, ¿cuál de ellas llegará antes al suelo?

La mayoría de los estudiantes dijo que la bola más pesada llegaría antes. Sin embargo, cuando se hizo el experimento se comprobó que llegan las dos bolas al mismo tiempo, aunque la bola grande fuera 50 veces más pesada que la pequeña.

Lo mismo sucedió cuando repetimos el experimento con la bola grande y un trocito de papel arrugado en forma de bolita; los dos llegaron al mismo tiempo al suelo, ¡aunque la bola grande era mil veces más pasada que la bolita de papel!

<sup>1</sup> Estos experimentos pueden ser analizados en diferentes niveles de enseñanza: Educación Primaria y Secundaria, Bachillerato y primeros cursos de universidad.

Esto condujo al siguiente resultado experimental:

*Si no hay resistencia del aire, todos los cuerpos caen igual de deprisa.*

El primero que hizo este experimento fue Galileo y se conoce como la *universalidad de la caída libre*. Esto intrigó mucho a Newton cuando introdujo la interacción gravitatoria entre los cuerpos e hizo experimentos y comprobó que se cumplía siempre, aunque lo atribuyó a la casualidad. La bola grande es atraída por la Tierra con una fuerza mil veces mayor que con la que atrae a la bolita de papel, pero la bola grande ofrece una resistencia a cambiar de movimiento también mil veces mayor (tiene mayor inercia), por lo que, al final, los dos cuerpos son acelerados de la misma manera. Hace ahora un siglo, Einstein estableció esta “casualidad” como un principio fundamental para su Teoría General de la Gravitación: *Inercia y gravitación son una misma cosa*. Por eso es tan importante este experimento.

Para recalcar esta idea en las cabezas infantiles se proyectó a continuación un vídeo, de un par de minutos, en el que se veía cómo una bola de una bolera caía a la par que una pluma de ave cuando se había hecho el vacío en el interior de una cúpula de unos veinte metros de altura<sup>2</sup>.

### La cuna de Newton

Con ayuda de este sencillo y popular juguete se les propuso lo siguiente:

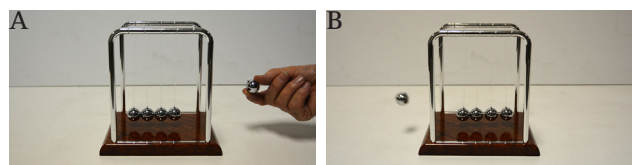


Figura 1. (A) Cuna de Newton (bola del extremo derecho levantada). (B) Cuna de Newton (bola del extremo izquierdo después del choque).

Al levantar una bola de uno de los extremos a una cierta altura y dejarla caer comprobamos que del otro extremo sale otra bola que se levanta a la misma altura que la primera.<sup>2</sup>

¿Qué sucede si levantamos dos bolas? ¿Se levantará del otro extremo una sola bola a una altura doble o se levantarán dos bolas a la misma altura? En los dos casos se conserva la energía.

Entre los estudiantes hubo división de opiniones, pero cuando se realizó el experimento se comprobó que

<sup>2</sup> BBC: <https://www.youtube.com/watch?v=E43-CfukEgs>.

se levantan dos bolas del otro extremo de la cuna. Al repetirlo para tres, cuatro... bolas se observó que siempre se levantaba el mismo número de bolas en los dos extremos.

*En el experimento se conserva la energía, pero, además, en el instante del choque, los momentos (cantidad de movimiento) de las bolas que inicialmente se separaron de la vertical, se transmiten a las bolas del otro extremo.*

A los estudiantes de la ESO se les puede decir que esto lo comprenderán cuando estudien la Física o la Química en cursos superiores (Bachillerato).

### Los péndulos acoplados

Cuando se separa el péndulo rojo de la vertical y se le deja suelto, comienza a oscilar. Poco a poco, el péndulo blanco oscila también con una amplitud que va aumentando paulatinamente en detrimento de la del rojo, que acaba por pararse.

El proceso se repite en sentido inverso múltiples veces. ¿Cuál es la razón?

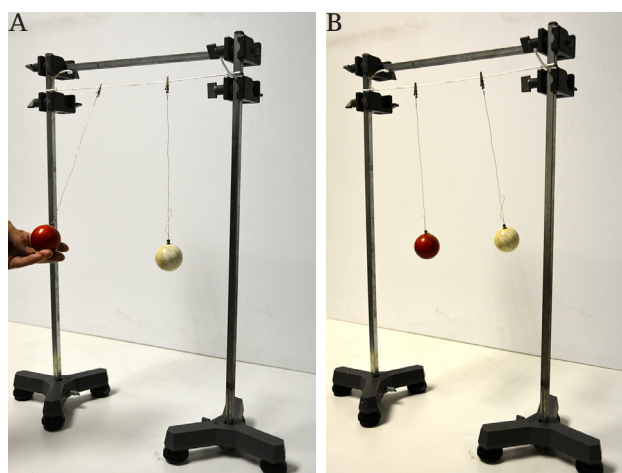


Figura 2. (A) Péndulos acoplados (inicial). (B) Péndulos acoplados (respuesta).

Los péndulos están acoplados por sus puntos de suspensión del hilo horizontal. Cuando uno de los péndulos oscila, retuerce este hilo transmitiendo un pequeño giro al punto de suspensión del otro péndulo, provocando en este último una pequeña oscilación. Como los péndulos tienen la misma longitud oscilan con la misma frecuencia, lo que hace que se transmita la energía del uno al otro de manera resonante.

*La energía total del proceso es la que comunicamos al péndulo rojo al separarlo de la vertical. Al estar acoplados y oscilar con la misma frecuencia, la energía fluye del uno al otro de manera alternativa.*

Este intercambio de energía en resonancia es el que sucede en el mundo microscópico entre la luz y los átomos.

### El balancín

Cuando se enciende la vela el balancín comienza a funcionar haciendo que los payasos se columpien solos. ¿Por qué?



Figura 3. El balancín de los payasos.

La llama calienta el muelle y éste se dilata. El alargamiento de su extremo superior hace que la varilla que sujeta la bola roja se incline hacia el lado del payaso que se encuentra en alto, haciéndolo bajar y levantando el payaso del otro extremo. Al mismo tiempo el muelle se separa de la llama y, al enfriarse, se contrae. Esto provoca el cambio de posición de la bola roja provocando el balanceo.

*La energía del proceso la proporciona la llama de la vela al calentar el muelle. Cuando la vela se consume termina el balanceo.*

### Efectos ópticos y propiedades de la luz

#### La ranita fantasma

¿Por qué no podemos atrapar la ranita aunque la estamos viendo suspendida en el aire?



Figura 4. La ranita fantasma.

*Porque lo que vemos no es el objeto, sino la imagen que producen dos espejos esféricos que se encuentran en el interior del receptáculo, junto con la rana.*

Sucede lo mismo cuando nos miramos en un espejo; no podemos tocar nuestra imagen porque se encuentra en un espacio virtual, al otro lado del mismo. Para comprender esto es necesario estudiar la Física y la Química (o las demás ciencias) en el Bachillerato o en la universidad.

#### Los hologramas (Imágenes en tres dimensiones)

¿Por qué podemos asomarnos al holograma como si de una ventana se tratara? ¿Por qué se aprecia el volumen de los objetos y vemos que unos están delante y otros detrás?



Figura 5. Holograma.

*Porque es una nueva forma de hacer fotografía captando el volumen de los objetos.*

En ella se obtiene información sobre la intensidad de la luz y sobre las distancias a las que se encuentran los puntos que la producen o reflejan. Para entender esto es necesario acudir a cursos de la universidad.

#### El espectro de la luz (Los colores del arco iris)

¿Por qué se producen colores cuando la luz del sol pasa por un prisma o por una gota de lluvia?

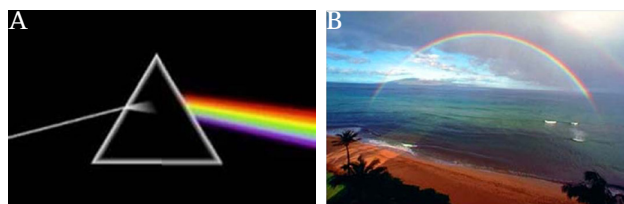


Figura 6. (A) Descomposición de la luz blanca en colores por un prisma. (B) Descomposición de la luz blanca en colores en el arco iris.

Este experimento, realizado por Newton hacia 1670, ha tenido una gran repercusión en la Ciencia porque en él se habla por primera vez del *espectro* (del alma) de la luz, que tan importante sería dos siglos más tarde para el nacimiento de la espectroscopia, técnica fundamental para el conocimiento profundo de los átomos y moléculas.



## La luz polarizada

En una ventana formada por dos láminas polaroides, ¿por qué cuando sus direcciones de polarización son paralelas se ve la imagen de detrás y si son perpendiculares entre sí no se ve?

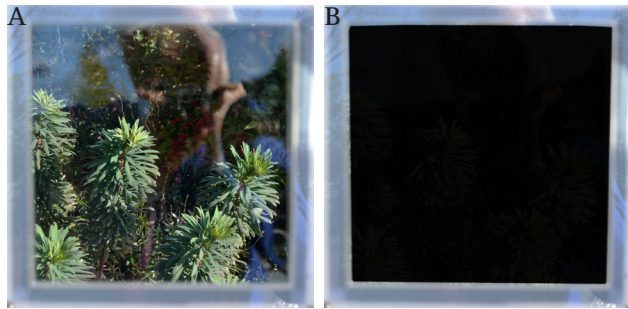


Figura 7. (A) Láminas Paralelas. (B) Láminas Cruzadas.

Porque la luz es una onda y se polariza en la dirección de la primera lámina polaroide que atraviesa. Cuando llega a la segunda, pasa si las direcciones de polarización de ambas coinciden y no pasa si son perpendiculares entre sí.

Este experimento tiene mucha importancia porque demuestra que las ondas luminosas son transversales. Su entendimiento necesita de estudios de Bachillerato.

## Propiedades elementales de líquidos y gases

### La tensión superficial del agua

¿Por qué los palillos se separan cuando tocamos la superficie interior del triángulo con una gota de detergente?

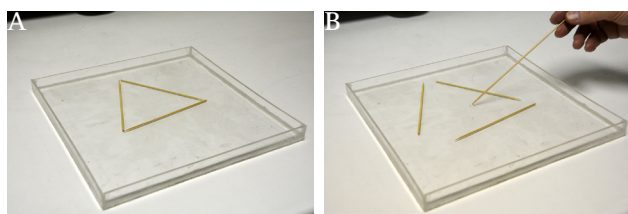


Figura 8. (A) Palillos flotando en el agua. (B) Palillos separándose al tocar la superficie del agua con detergente.

Porque el detergente hace que la tensión superficial del agua en el interior del triángulo disminuya.

¿Por qué el bucle de hilo de forma irregular se transforma en un bucle circular cuando rebajamos la tensión superficial en su interior con ayuda del detergente?

Porque las fuerzas de tensión superficial se ejercen en la dirección perpendicular al hilo, como en el caso de los palillos.

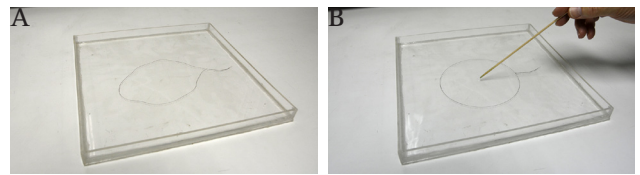


Figura 9. (A) Bucle de hilo flotando en el agua. (B) Bucle de hilo circular.

### La electricidad de la molécula de agua

¿Por qué se desvía un hilo de agua cuando se le acerca un tubo de metacrilato electrizado?



Figura 10. Desviación de un hilillo de agua.

Porque al acercar el tubo electrizado la molécula de agua se polariza y es atraída por sus cargas eléctricas.

### La dilatación del aire

¿Por qué desciende al líquido azul (agua tintada) en la rama izquierda del tubo en U cuando se calienta el bote con la pequeña llama de un mechero?

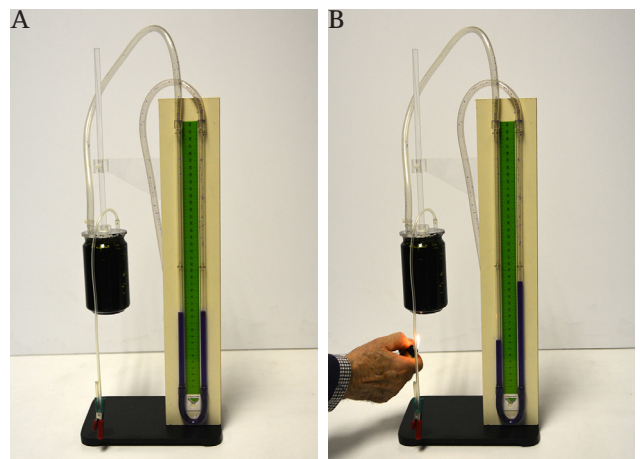


Figura 11. (A) Aire dentro del bote cerrado a la temperatura ambiente. (B) Aire recalentado dentro del bote.

Porque se dilata el aire que hay dentro del bote y se expande por la rama izquierda del tubo en U venciendo a la presión atmosférica.

## Visualización del sonido

### ¿Es posible dibujar emitiendo sonidos?

Para la realización de este experimento se empleó una placa de aluminio, un arco de violín y los polvitos mágicos, en este caso constituidos por finos granos de sal repartidos por la placa. Deslizándolo el arco del violín verticalmente por las aristas de la placa de aluminio se emiten sonidos y aparecen diferentes dibujos que se conocen con el nombre de *Figuras de Chladni*.

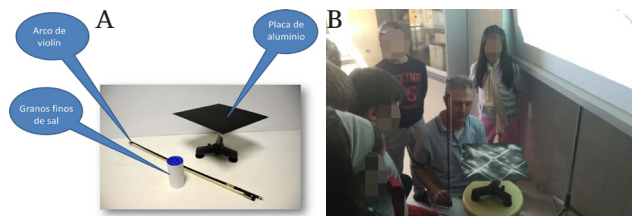


Figura 12. (A) Material para dibujar imágenes a través del sonido. (B) Dibujando imágenes a través del sonido.

En las Figuras 13A y 13B se muestra el aspecto de la placa antes y después de actuar sobre su borde con el arco del violín.

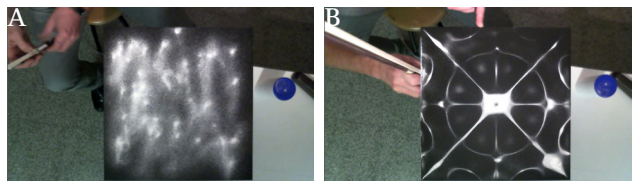


Figura 13. (A) Sal espolvoreada al azar. (B) Figura de Chladni.

*El sonido se produce porque la placa vibra al deslizar al arco de violín por uno de sus bordes. Los granos de sal tienden a colocarse en las zonas de la placa en que la amplitud de la vibración es nula, formando imágenes diferentes para cada sonido. Al apoyar los dedos en los diferentes puntos del borde de la placa se fijan las líneas de amplitud nula y se obtienen diferentes "dibujos del sonido".*

La interpretación de estos fenómenos se debe a la matemática francesa Sophie Germain (1776-1831), que ganó el Premio de la Academia de Ciencias en 1816 en dura competencia con otros matemáticos. Éste es uno de los ejemplos paradigmáticos de la superación de las mujeres ante la injusticia que supone su discriminación en la Ciencia.

## Relaciones entre imanes y corrientes eléctricas

Realizamos diferentes experimentos para introducir a los colegiales al magnetismo trabajando con distintos ima-



Figura 14. Jugando con imanes.

nes y mostrando sus características mediante juegos que redescubren las fuerzas de atracción y repulsión, los polos, la línea neutral y el campo magnético.

### ¿Es posible visualizar las fuerzas del campo magnético?

Para dar respuesta a esta pregunta se emplearon dos imanes circulares. Para visualizar las fuerzas de atracción entre ambos se colocó una hoja de papel en la parte superior de los imanes en la que se espolvorearon limaduras de hierro. Así, se pudieron apreciar los polos y las líneas de fuerza para cada configuración de imanes realizada.

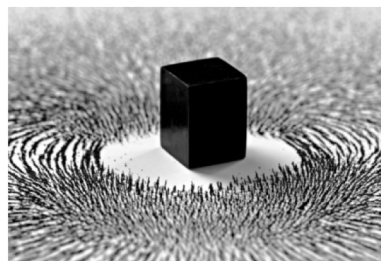


Figura 15. Líneas de fuerzas del campo magnético.

*Las limaduras de hierro se orientan siguiendo las líneas de fuerza del campo magnético.*

### Levitar ¿es cosa de magia?

Los levitadores magnéticos se construyeron con una serie de imanes de ferrita anclados a una base de madera y un objeto levitador que, en nuestro caso, fue un lápiz provisto con dos imanes de neodimio en sus extremos. Hay que tener en cuenta que dos imanes pueden atraerse si acercamos el norte de uno al sur del otro, pero también crear fuerzas de repulsión poderosas si los acercamos por los polos iguales, es decir, el norte de uno al norte del otro o el sur de uno al sur del otro.



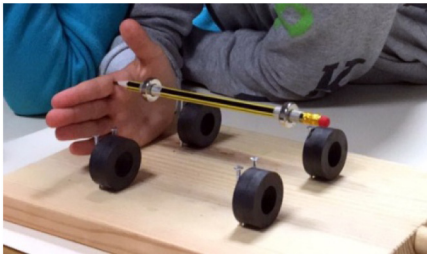


Figura 16. Lápiz levitando.

Las fuerzas de repulsión entre los imanes produce el efecto de la levitación.

En referencia al campo magnético terrestre se presentó y construyó una brújula que dio pie a recrear el experimento de Oersted que relaciona la corriente eléctrica con el campo magnético; para ello, jugamos con varios electroimanes realizados mediante un bobinado de cobre en una tuerca, alimentado con una pila de 9 V, y una serie de motores simples formados por un bobinado de cobre, alimentado por una tensión de 9 V, que giraba al acercar los niños los imanes de ferrita.

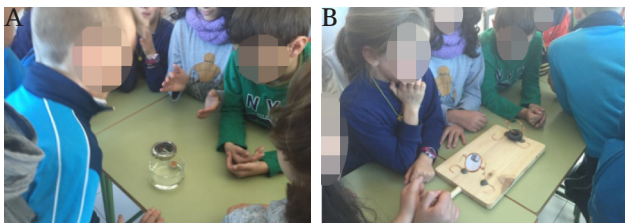


Figura 17. (A) Construcción de una brújula. (B) Motores simples formados por un bobinado de cobre.

Por último, se mostró un tren magnético que consistía en una pila de 1,5 V con imanes de neodimio en sus extremos y un bobinado de hilo de cobre alimentado por esta misma pila mediante el recubrimiento conductor de los imanes. Debido a las fuerzas de repulsión y atracción magnéticas gracias a la disposición de los polos de los imanes y del sentido de la corriente en la bobina, la pila se desplazaba a través de ella.

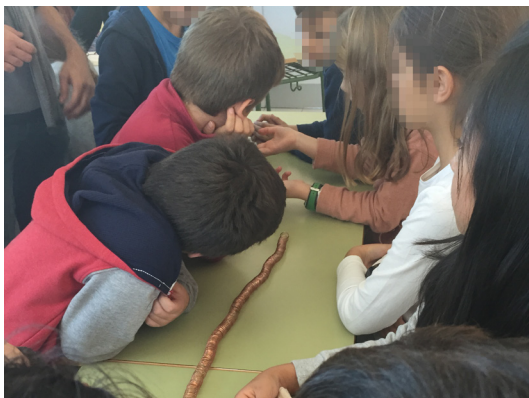


Figura 18. Tren Magnético.

## Medida del tiempo a través de una reacción química

Los experimentos que se detallan a continuación introducen a los estudiantes al conocimiento de las reacciones químicas y la velocidad a la que transcurren. Además, se pone de manifiesto que en una reacción química siempre se produce una variación de energía.

### ¿Se podría medir el tiempo de forma precisa sin mirar el reloj?

Uno de los experimentos que se realizaron para medir el tiempo es el denominado “reloj químico”, que se basa en las *reacciones oscilantes*. Para llevar a cabo este experimento se emplearon disoluciones de peróxido de hidrógeno, iodato potásico, almidón soluble, permanganato de potasio y ácido malónico. Al mezclarlas, con agitación constante, se puede observar un cambio periódico de coloración, desde el incoloro inicial hasta color oro y, posteriormente azul muy oscuro, casi negro, repitiéndose este proceso cada pocos segundos. Esto se debe a la transformación del ión iodato en ioduro y la vuelta a su estado inicial. En este experimento el cambio de color se produjo periódicamente cada 8 segundos.

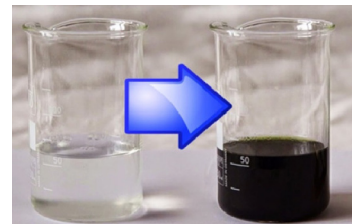


Figura 19. Reloj químico.

Un “reloj químico” es una reacción química en la que se produce un cambio súbito de color cuando tiene lugar la transformación de los reactivos en productos; constituye una medida de la velocidad de una reacción.

## Reacciones químicas exotérmicas

Una reacción química exotérmica es una reacción en la que se desprende energía en forma de calor. Para demostrar esta premisa hicimos un volcán químico, que se basa en la reacción de descomposición del peróxido de hidrógeno, un experimento especialmente atractivo entre los estudiantes. La actividad consistió en introducir peróxido de hidrógeno en una probeta, junto con una pequeña cantidad de jabón líquido, montaje que se esconde con un cucurucho de cartón. Al añadir yoduro potásico a la mezcla, que actúa como catalizador, se produce la reac-

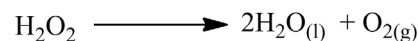
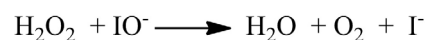
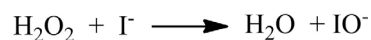


Figura 20. Volcán químico.

ción de manera espontánea dando lugar a oxígeno molecular y agua. El oxígeno molecular se disuelve en el agua jabonosa produciendo un gran volumen de espuma que rebosa por la parte superior de la probeta en forma de erupción. Además, como la reacción es exotérmica, se produce calor, y la espuma obtenida está caliente y desprende vapor de agua.

## COMENTARIO FINAL

En resumen, el taller realizado puede considerarse como una iniciación al descubrimiento de la Ciencia. Una gran mayoría de los estudiantes de primaria que realizaron esta actividad se mostraron muy participativos e interesados en descubrir los secretos y trucos que la magia encierra. Aunque al inicio del taller algunos de ellos comentaron que la Ciencia les había arrebatado la



Esquema 1. Descomposición del peróxido de hidrógeno catalizada por yoduro potásico.

ilusión, todos ellos comprendieron que la ilusión y la fantasía están dentro de nuestras cabezas y que la Ciencia es necesaria para un mundo mejor.

Juan Pedro Sánchez Fernández

*Dpto. de Física Interdisciplinar*

David Paul del Valle

*Centro de Zona Las Tablas-Las Rozas*

*Centro Asociado a la UNED en Madrid-CAMA*

Marina Godino Ojer

Daniel González Rodal

*Dpto. de Química Inorgánica y Química Técnica*

Elena Pérez Mayoral

*Centro de Zona Las Tablas-Las Rozas*

*Centro Asociado a la UNED en Madrid-CAMA*

*Dpto. de Química Inorgánica y Química Técnica*

Carmen Carreras Béjar

Manuel Yuste Llandres

*Dpto. de Física Interdisciplinar*