

# I CONGRESO IBEROAMERICANO DE DOCENTES

CONGRESO VIRTUAL DEL 26 NOVIEMBRE AL 08 DICIEMBRE DE 2018

ALGECIRAS (CÁDIZ) DEL 06 AL 08 DICIEMBRE DE 2018

Actas del Congreso Iberoamericano de Docentes

¿Fantasmas o física?

Nuria Muñoz Molina

Patricia Fernández Galindo

ISBN: 978-84-948417-0-5

Edita **Asociación Formación IB.**

Coordinación editorial: **Joaquín Asenjo Pérez, Óscar Macías Álvarez, Patricia Ávalo Ortega y Yoel Yucra Beisaga**

Año de edición: **2018**

Presidente del Comité Científico: **César Bernal.**

El I Congreso Iberoamericano de Docentes se ha celebrado organizado conjuntamente por la Universidad de Cádiz y la Asociación Formación IB con el apoyo del Ayuntamiento de Algeciras y la Asociación Diverciencia entre otras instituciones.

<http://congreso.formacionib.org>



red  
iberoamericana  
de docentes



formaciónib))

# ¿FANTASMAS O FÍSICA?

Autores: Nuria Muñoz Molina, Patricia Fernández Galindo

Centro: Colegio La Inmaculada

Correo electrónico: nmunozmolina@gmail.com, patriciafergal@gmail.com

## INTRODUCCIÓN

Este trabajo surge en el concurso Science On Stage celebrado en Londres en Junio 2015, donde un profesor de Física de Utrecht, Silvio Rademaker, me ofreció la posibilidad de desarrollar un proyecto de investigación en torno al tema de los fantasmas y su explicación física en la categoría de Joint Project, lo que me pareció una gran oportunidad tanto para mí como para mis alumnos, los verdaderos protagonistas.

Cada profesor con nuestros alumnos trabajamos sobre el tema FANTASMAS Y FÍSICA con un punto de vista diferente, para que la puesta en común fuera más enriquecedora.

En la primera parte desarrollada en el curso 2015/16 estudiamos cómo los fantasmas y una larga lista de fenómenos paranormales fascinan a la humanidad desde la antigüedad y han sido fuente de inspiración en la literatura y el teatro. Ya en el s.I d.C. Plinio el Joven escribió un relato sobre una casa habitada por un fantasma.

En la segunda parte que desarrollada en el curso 2016/17, contamos con la colaboración del profesor de Física inglés y miembro del comité de Science on Stage, David Featonby. Analizamos leyendas populares sobre el tema que nos ocupa.

Por ello, realizamos este trabajo para intentar dar una explicación, desde el punto de vista científico, a estas percepciones extrasensoriales que han acompañado al hombre desde sus orígenes fomentando su imaginación y creatividad.

## OBJETIVOS

Destacamos los siguientes:

- Establecer comunicación con alumnos de otro país compartiendo nuestros avances.
- Diseñar los experimentos para recrear los efectos especiales del s.XIX y estudiar las leyes físicas en las que se basan.
- Profundizar en la naturaleza de la luz que emiten las imágenes reflejadas con el Efecto Pepper's Ghost.

- Profundizar en la Holografía como técnica evolucionada de los efectos especiales de los espectáculos decimonónicos.
- Filmar nuestro propio “holograma” y demostrar si éste y los que circulan por internet son o no hologramas.

## METODOLOGÍA

- En primer lugar, los profesores mantuvimos comunicación vía e-mail con diferentes propuestas, qué investigar, diferentes experimentos que incluir...
- Marcadas las pautas iniciales, comenzamos a trabajar con los alumnos y continuamos en comunicación sobre los avances del trabajo estableciendo vídeo conferencias para que los alumnos se conocieran.

Silvio Rademaker nos visitó en abril de 2016 y asistió a las X Jornadas de Ciencia en la Calle, Diverciencia, celebradas en nuestra ciudad. En diciembre de ese mismo año, visité a los alumnos holandeses y asistí a la Conferencia anual sobre enseñanza de la Física en Noordwijk, en la que realicé con el profesor Rademaker un workshop sobre el trabajo y conocimos a David Featonby.

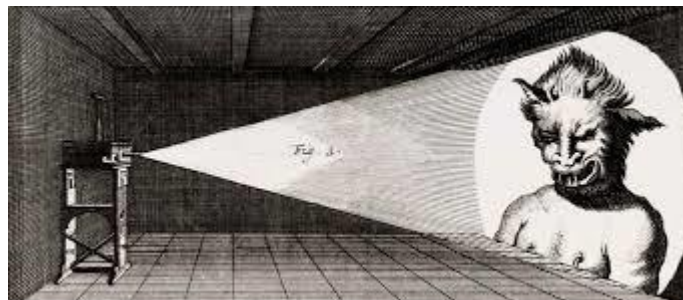
El trabajo lo dividimos en dos partes:

- *¿Fantasmas o Física? En los escenarios del siglo XIX:* Estudiamos los inventos que se crearon para los efectos especiales en el teatro y en los trucos de magia desde la asignatura de Física de 4º ESO, adaptándolo a nuestro tema de Óptica física y geométrica.
- *¿Fantasmas o Física? En las leyendas populares:* Buscamos explicación científica a las creencias populares sobre apariciones fantasmales. Los alumnos cursaban 1º de Bachillerato, por lo que incluimos aspectos teóricos más complejos.

## PARTE EXPERIMENTAL

### LA LINTERNA MÁGICA

La Linterna mágica es un aparato óptico basado en el diseño de la cámara oscura. Giovanni de Fontana dio una de las primeras descripciones en 1420 y alcanza su máximo esplendor a finales del s.XIX como medio de entretenimiento proyectando imágenes de forma ampliada sobre una pantalla, (ver figura 1) aunque quedó desplazada con la aparición del cinematógrafo. Actualmente, hay lugares de Norteamérica y Europa en los que se realizan exhibiciones de Linterna Mágica.



**Figura 1:** Ilustración de una fantasmagoría creada con una linterna mágica. Fuente: [gemr.com/blog/the-magic-lantern-or-the-lantern-of-fear/](http://gemr.com/blog/the-magic-lantern-or-the-lantern-of-fear/)

El dispositivo más sencillo constaba de una caja con una lámpara de aceite, una chimenea para evacuar el humo y una lente. Las fuentes de luz fueron variando hasta la aparición de la lámpara eléctrica. Posteriormente se generaron imágenes animadas con una placa fija y otra móvil. (Ver figura 2)



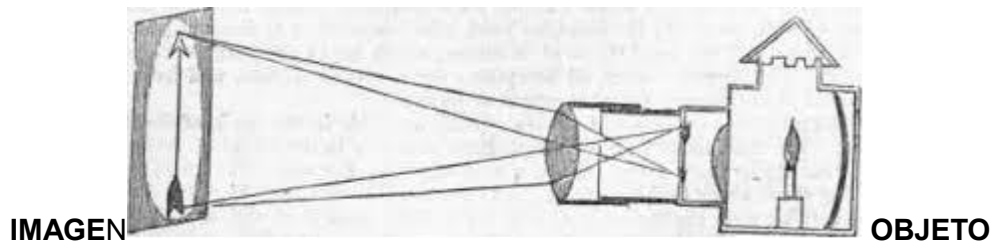
**Figura 2:** Linterna mágica. Fuente: [warehouse-13-artifact-database.wikia.com/wiki/Magic\\_Lantern](http://warehouse-13-artifact-database.wikia.com/wiki/Magic_Lantern)

### **Cómo realizar una Linterna Mágica:**

- **Utensilios:**
  - 2 lentes convergentes
  - 1 caja metálica
  - 2 tubos de PVC
  - 1 espejo cóncavo
  - 1 bombilla
  - Cristales para dibujar las imágenes
- **Procedimiento:**
  1. Se coloca la caja metálica, a la que se le pegan los dos tubos de PVC, de forma que uno encaje en el otro para poder hacer de enfoque.
  2. El espejo cóncavo irá en el interior de la caja pegado al panel posterior. En el interior de la caja también se colocará la bombilla.
  3. Las imágenes pintadas sobre el cristal se colocarán entre 2 lentes convergentes.

### **Explicación:**

Los rayos de luz de la bombilla se reflejan en el espejo cóncavo y salen paralelos hasta llegar a la primera lente y convergen en la segunda, que tiene la función de aumentar la imagen que proyectamos. (Ver Figura 3).



**Figura 3:** Ilustración del diagrama de rayos en una linterna mágica.  
Fuente: [chestofbooks.com/crafts/mechanics/Engineer-Mechanic-Encyclopedia-Vol2/Magic-Lantern.html](http://chestofbooks.com/crafts/mechanics/Engineer-Mechanic-Encyclopedia-Vol2/Magic-Lantern.html)

A continuación, la figura 4 corresponde a la linterna mágica y la figura 5 a la fantasmagoría que hemos creado en nuestro laboratorio.



**Figura 4:** La foto de la izquierda muestra nuestra linterna mágica hecha con una lata de galletas , dos lentes convergentes y un trozo de tubería de PVC. La foto a la derecha muestra el interior de la lata en el que está colocado el espejo cóncavo y la bombilla.



**Figura 5:** Nuestra Fantasmagoria

## **EFEECTO PEPPER'S GHOST**

Es una técnica de ilusionismo utilizada en espectáculos para crear imágenes fantasmales.

El primero que hace referencia al efecto fue **Giambattista della Porta**, científico y académico napolitano del s.XVI.

**Henry Dirks**, ingeniero inglés, fue el primero en proyectar a un actor con aspecto fantasmagórico y se unió al Real Instituto Politécnico de Londres donde conoció a **John Henry Pepper**, químico e inventor inglés que realizó representaciones públicas asombrando con sus innovaciones tecnológicas. Pepper tomó la base ideológica de Dirks y la modificó incorporándola a los teatros con éxito. El mismo Faraday acudió a uno de sus teatros para intentar descifrar la técnica utilizada.

### **Efecto:**

El público ve un escenario con objetos fantasmales que parecen desvanecerse. En la versión clásica, un actor se oculta bajo el escenario frente a un cristal, espacio denominado blueroom. El público ve la imagen fantasmagórica del actor reflejada en una lámina de cristal sobre el escenario y se emplea la iluminación para hacerle aparecer o desaparecer. (Ver Figura 6)



**Figura 6:** Ilustración de una representación teatral usando el Efecto Pepper's ghost.

Fuente: [entertainmentdesigner.com/history-of-theme-parks/the-enduring-illusion-of-peppers-ghost/](http://entertainmentdesigner.com/history-of-theme-parks/the-enduring-illusion-of-peppers-ghost/)

### **Cómo realizar una maqueta del Efecto de Pepper's Ghost:**

#### **Materiales:**

- Tabla de madera para la base.
- Un cristal transparente.
- Dos columnas de madera para sujetar el cristal.
- Cinco paneles de cartón pluma.
- Para el circuito eléctrico: cable, seis luces led, interruptor, pila de botón, soporte pila, dos placas prueba para las luces.
- Objetos para el decorado del escenario.

#### **Procedimiento:**

1. En el tablero de madera realizamos una hendidura en una de sus diagonales para introducir la parte inferior del cristal y para que quede bien sujeto le acoplamos en los extremos dos columnas de madera.
1. Con cuatro de los paneles pluma hacemos las paredes y el otro lo utilizamos a modo de techo.
2. Montamos el circuito eléctrico de forma que una placa con tres leds alumbre desde el techo el escenario y la otra placa sobre la blueroom.
3. Decoramos el escenario y la blueroom, en la que colocaremos el objeto que queramos que aparezca de forma fantasmal en el escenario.

#### **Explicación:**

Basándonos en la Ley de la Reflexión de la luz, las figuras 7 y 8 muestran cómo el Efecto Pepper's Ghost puede recrearse en un laboratorio.





**Figura7 :** Nuestra maqueta dePepper's Ghost. A la derecha el interior con un cristal a 45°.



**Figura 8:** El escenario de la maqueta a la izquierda y a la derecha el "fantasma" aparecen el escenario cuando la blueroom está iluminada.

Haciendo uso de la maqueta estudiamos el fenómeno de polarización por reflexión. (Vease Figura 9).

El cristal de la maqueta, colocado a  $45^\circ$ , es cercano al ángulo de Brewster, por lo que la luz reflejada está fuertemente polarizada en un plano y la dirección en la que observamos la luz está parcialmente polarizada en el otro (por sustracción de la luz reflejada). Así, si colocamos un filtro de polarización lineal formando  $90^\circ$  con el muñeco del fantasma y miramos por él, girándolo hasta obtener la posición correcta, veremos al fantasma desaparecer.



**Figura 9:** Nuestro Pepper's Ghost usando un polarizador lineal.

Foto 1 :Vista del fantasma sin polarizador..Foto 2: Cubrimos la ventana con el polarizador, la imagen del fantasma desaparece. Foto 3: Cubrimos la mitad de la ventana con el polarizador, por tanto la parte del fantasma que queda detrás del polarizador desaparece, mientras que la cabeza del fantasma queda visible.

Un filtro polarizador es un film plástico con largas cadenas moleculares de hidrocarbóno en una dirección, impregnados en una solución de yodo. Los átomos de yodo se adhieren a las cadenas y proveen electrones de conducción. Con esto, se anulan las componentes de la luz paralelas a la dirección de las cadenas moleculares.

Variando el ángulo de incidencia de la luz, podemos lograr el ángulo de Brewster para el que el rayo reflejado y el refractado sean perpendiculares. Para ese ángulo, la onda

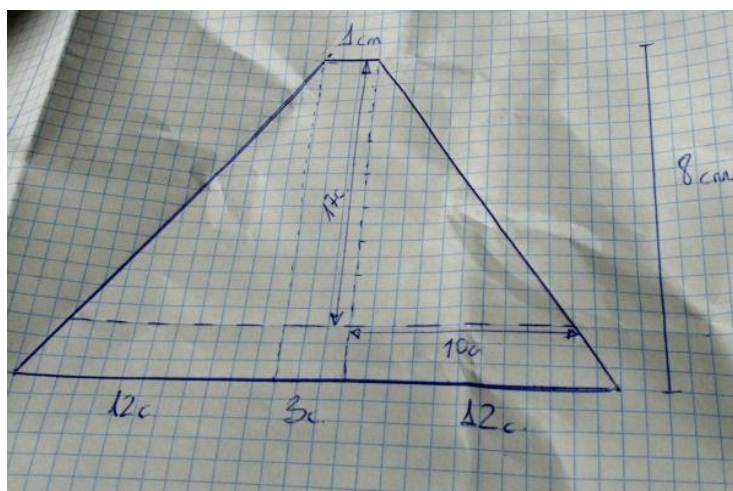
reflejada es originada por los electrones del polarizador que oscilan en la dirección perpendicular al plano de incidencia, por lo que ésta estará linealmente polarizada.

## HOLOGRAFÍA

### Grabación de nuestro propio “holograma”

Haciendo uso de las propiedades ondulatorias de la luz, creamos nuestro “holograma” con las instrucciones que encontramos en diferentes vídeos de internet.

Primero construimos una pirámide de cuatro lados utilizando el metacrilato de las carcasas de unos Cds con la aplicación de las siguientes medidas. (Ver figura 10)



**Figura 10:** Boceto de la cara de la pirámide holográfica

El salón de actos de nuestro colegio lo transformamos en un estudio de grabación y los alumnos maquillados como fantasmas son filmados desde cuatro puntos de vista con cuatro cámaras opuestas dos a dos e iguales para evitar la deformación que tienen las lentes. (Véase figura 11)

Con el programa de ordenador Adobe Premier Pro editamos los vídeos. Sincronizamos los audios de las cámaras, colocamos las imágenes en su posición y retocamos las luces de las cámaras. Finalizado el montaje, lo reproducimos en un Smartphone sobre el que apoyamos nuestra pirámide de forma invertida y la imagen aparentemente en tres dimensiones es revelada por la reflexión de las imágenes dentro de la pirámide.



**Figura 11:** Un momento de la grabación

La holografía es una técnica avanzada de la fotografía tridimensional de un objeto inventada en 1947 por el físico húngaro Dennis Gabor. Un holograma es una lámina de emulsión fotográfica grabada usando luz láser. Cuando está bien iluminado se ve una imagen real en 3D, que va cambiando dependiendo del ángulo desde el que la miramos y cuando lo dividimos en partes, cada una contiene toda la información de la escena.

Nos cuestionamos si la imagen creada por nosotros era un verdadero holograma y para decidirlo necesitamos saber cómo está creada la imagen de nuestro experimento.

Realizamos la siguiente investigación:

Situamos la pirámide en mitad de la pantalla del Smartphone y utilizamos nuestro propio vídeo. (Véase figura 12).

1. Análisis del vídeo: Muestra 4 imágenes idénticas y simétricas alrededor de la pirámide. Cubrimos 3 de las imágenes con un trozo de papel rectangular negro. Tras esto, la imagen sigue siendo visible. Lo que nos sugiere que no necesitamos un vídeo especial para la formación de esa imagen.
2. Investigación de la pirámide: Las imágenes siguen cubiertas y cubriendo tres caras de la pirámide con tres trozos de papel negro. El resultado nos enseña que solo la cara de la pirámide que está sobre la imagen descubierta es el que necesitamos.
3. Explicación de la formación de la imagen: Cubriendo el cuarto lado de la pirámide, la imagen todavía es visible. La imagen se forma por la reflexión de la luz sobre los lados de la pirámide. Como el vídeo consta de 4 imágenes simétricamente colocadas en la pantalla, la imagen aparece observando cualquiera de los lados. Esto hace que el observador crea que es un objeto 3D cuando, en realidad, se trata de una imagen en 2D que no cambia si miramos desde un ángulo distinto. Por tanto, concluimos con que **no** es un holograma.
4. Concluimos que los videos que en internet se publicitan como “hologramas” son el resultado de la evolución de “The Pepper’s Ghost Effect”. En este efecto la lámina entre la blueroom y el escenario está a 45°. En nuestro video “holograma” las imágenes se proyectan por reflexión en la pirámide que forma un ángulo de 45° con la pantalla y se muestra una figura aparentemente en 3D, siendo realmente una imagen en 2D.





**Figura 12:** Foto superior, cubrimos 3 de las imágenes del video y el “holograma” es aún visible. Foto inferior cubrimos las 4 caras de la pirámide y el “holograma” continúa visible.

## CONCLUSIONES

El gusto por lo sobrenatural es un hecho inherente a la condición humana y se presenta de manera acentuada durante el s.XIX. Por suerte, siempre ha habido científicos que han desentrañado estos fenómenos desde la Ciencia, poniendo sus conocimientos al servicio de la sociedad.

Aplicando nuestros conocimientos de Física hemos recreado los efectos especiales diseñados en el s.XIX para las representaciones teatrales. Hoy en día, el público sigue demandando estos efectos y concluimos que esta aplicación de la holografía dista poco del efecto Pepper.

Hemos filmado un “holograma” como los que anuncian en internet, demostrando que no es un holograma real, lo que nos lleva a cuestionarnos la información de las diferentes webs, ya que no todo tiene rigor científico.

Hemos demostrado que la FÍSICA está detrás de cada uno de los fenómenos estudiados, incluidas las tecnologías que hemos utilizado en el proyecto.

## BIBLIOGRAFÍA

Steinmeyer Jim, HIDING THE ELEPHANT. Ed. Arrow Books, 2003. Capítulos 2, 3 y 10.

Canas Ana, Puente Julio, Remacha Mariano, Viguera J, Ángel. Física y Química 4ºESO, edición SM, págs. 163-165, 168, 169, 171.

Alonso Juan de Dios, Pérez Máximo, Puente Julio, Romo Nicolás. Física 2º Bach, Ed SM págs 138, 139, 170, 171, 186-190, 192, 195.

Lozano Óscar R., Solbes Jordi. 85 Experimentos de Física cotidiana. Ed: Graó. Págs 189, 109, 191

Urrero Guzmán. Cinefectos: Trucajes y sombras. Ed. Royal Books. Págs. 1, 2, 517.