OH! NDAS

un espectáculo físico para los más iluminados...

guía didáctica

realizada por **José Luis Cebollada**

PAI

Ciencia Viva

¡Estás rodeado!

Sí, pero de ondas. Las microondas para calentar la leche o llamar por teléfono; las de radio para la tele o para abrir la puerta del coche; el infrarrojo para calentarte o para encender la tele; el visible para leer esto; el ultravioleta te pone moreno y los rayos X ponen de manifiesto lo más profundo de tu ser.

Por ese motivo y porque las ondas forman parte de tu vida, quieras o no, te ofrecemos esta obra de teatro donde verás pasar algunas cosas sorprendentes y otras increíbles. Estas últimas no es necesario que te las creas.

Buscamos que te lo pases bien, queremos sorprenderte, que te asombres y, sobre todo, que pongas a trabajar el músculo que más energía consume: tu cerebro. Y todo con ciencia y con teatro. Porque este teatro tiene mucha ciencia.

Verás láseres, máquinas de humo, pizarras interactivas sobre un trozo de papel, personas electrocutadas (o casi), agujereadas (o no), lecturas del pensamiento o del estómago de las personas… y mucho más.

Y la obra acabará cuando baje el telón, bueno, cuando aplaudas, porque no hay telón. Queremos que sus efectos duren. Queremos que guardes un buen recuerdo de la experiencia y que la curiosidad que haya suscitado la obra te lleve a querer saber más para entender mejor el mundo que te rodea.

Como verás, somos ambiciosos.

Todo esto para que disfrutes con el teatro, con la escena y con uno de los mayores placeres humanos: saciar la curiosidad. Por eso nos hemos juntado la PAI y el programa Ciencia Viva para que **Oh! NDAS** vea la luz.

Zaragoza, primavera de 2012

Los personajes

En esta obra aparecen muchos personajes, los más importantes **Oriol Coulomb** y **Silvanio Pi** no han recibido aún el reconocimiento que se merecen en la historia de la ciencia, pero todo llegará.

Además aparecen otros científicos que seguro que se han colado por tu libro de texto: **Newton**, **Einstein**, **Tesla**, **Hertz**, **Marconi** o **Faraday**. A continuación unas líneas para que sepas algo de estos monstruos de la física y por qué han merecido aparecer como artistas invitados.

¡Quién sabe si en otra obra de la **PAI** con **Ciencia Viva** aparecerás tú!

Fuente de la imagen ESA
http://www.esa.int/SPECIALS/Exhibitions/SEMS7Q6JT2G_mg_2_s.html

«Las leyes de Newton que se escuchan en la obra sirven para explicar algo casi increíble: lanzando gases a gran velocidad hacia el suelo conseguimos hacer despegar a un pesado cohete».

Isaac Newton (1643-1737)
A hombros de gigantes

Es considerado el científico más grande de todos los tiempos. Propuso una idea revolucionaria: que una manzana cae al suelo por la misma razón por la que la Luna gira alrededor de la Tierra: la fuerza de la gravedad.

El cantante de los Rolling Stones y Newton tienen en común que han sido nombrados *Sir* por Su Graciosa Majestad. Isaac estuvo en "escena" más tiempo que Mick, se dedicó a casi todo y además a lo grande: en física estableció la ley de la gravitación, que tiene nada menos que el apellido de "Universal"; en matemáticas inventó el cálculo infinitesimal, que es lo que utilizan los científicos para sumar de manera algo más sofisticada. También a la química, la óptica, y –aunque no sea demasiado científico– a la alquimia. Como director de la Casa de la Moneda británica se preocupó de que las libras fueran difíciles de copiar y dicen que mandó a la horca a más de un falsificador.

Cuando tenía 26 años su profesor, Isaac Barrow, renunció a su cátedra de Cambridge y la ocupó el otro Isaac, Newton.

Durante su vida debió ser consciente que estaba haciendo algo grande, y en una carta a un colega suyo, el físico británico Robert Hooke le confesó: «Si he visto más lejos es porque estoy sentado sobre los hombros de gigantes», se refería, como habrás adivinado, a todos los científicos que le precedieron.

Al fin de sus días Newton escribió.

> *«No sé cómo puedo ser visto por el mundo, pero en mi opinión, me he comportado como un niño que juega al borde del mar, y que se divierte buscando de cuando en cuando una piedra más pulida y una concha más bonita de lo normal, mientras que el gran océano de la verdad se exponía ante mí completamente desconocido».*

En la obra podrás escuchar algo que te resultará familiar: sus tres leyes del movimiento. Seguro que las has leído y quizás las entiendas. Lo cierto es que no es posible escribir un libro de física básica ni de matemáticas sin mencionar a Newton. Y casi seguro que tus nietos también estudiarán a Newton.

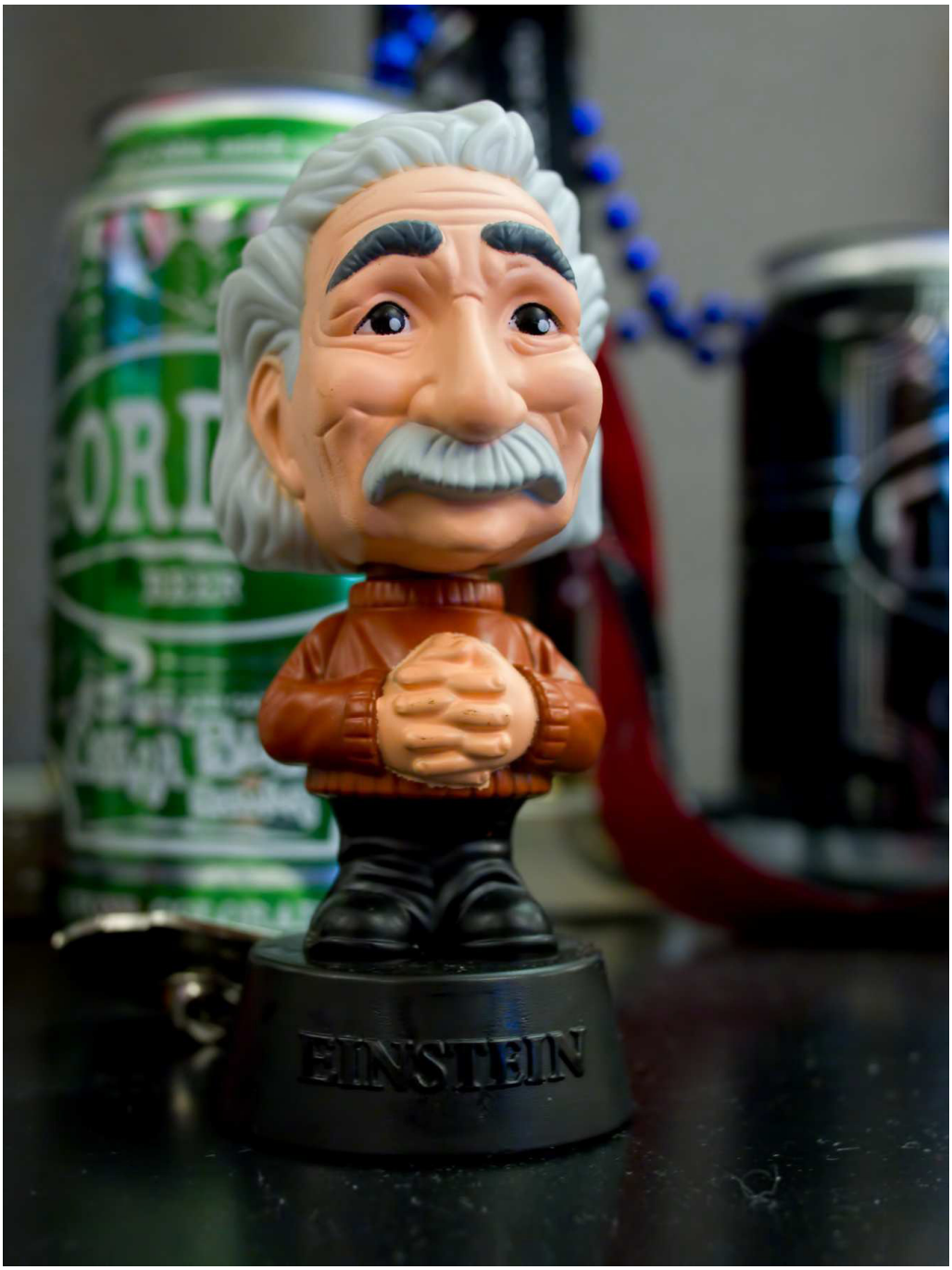


Imagen de Michael Connell Tomada de Flickr

« Einstein es el científico que mejor ha pasado a la cultura popular, aunque su teoría de la relatividad no sea nada sencilla. Su famosa ecuación $E=mc^2$ decora millones de camisetas ».

Albert Einstein (1879-1955)
Un tipo relativamente innovador

Einstein, Albert, es un poco como el Che Guevara: aparece en muchas camisetas y pósters pero poca gente sabe sobre él.

Casi nadie duda de que el genio del siglo XX, al menos en el terreno científico, fue Einstein. En el año 1905, con sólo 26 añitos, publicó cinco trabajos importantes. Sólo con uno de ellos, la explicación del efecto fotoeléctrico, ganó el Nobel de Física en 1926 y con alguno de los otros cambió para siempre la física. Dijo cosas tan raras como que el tiempo transcurre más despacio cuando viajas rápido; rápido quiere decir a velocidades comparables a la de la luz. Lo explicó con la paradoja de los gemelos. Si uno de los hermanos se embarca en una misión espacial y viaja a la velocidad próxima a la de la luz y el otro se queda en tierra, cuando aterricen será más viejo el que se quedó ¡a pesar de haber nacido el mismo día! Difícil de comprender, ¿verdad?

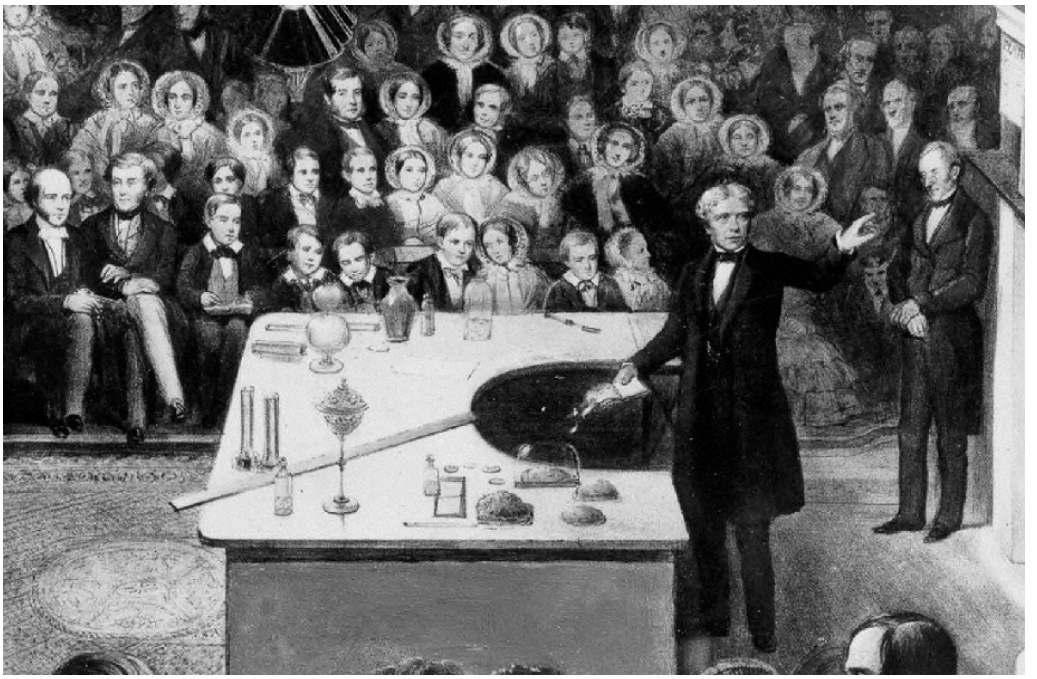
Su vida fue de lo más movidita: alemán, judío, vivió las dos guerras mundiales, en 1939 animó a F.D. Roosvelt, presidente de EE.UU., a construir un arma atómica, lo que acabó siendo el Proyecto Manhattan. Y siguió movidita después de muerto. Su cerebro fue robado y viajó más de lo habitual. Tomas Harvey, el forense que le practicó la autopsia decidió tener un recuerdo de Albert, extrajo su cerebro, lo puso en formol y se lo quedó. Le siguió una historia rocambolesca que puedes escuchar en el vídeo que te recomendamos al final.

Los viajes al pasado, que constituyen el hilo argumental de la obra, no son factibles desde el punto de vista práctico es decir, no esperes que un ciudadano del futuro decida darse un paseo por el siglo XXI. Pero viajar al futuro es de lo más fácil, como dice el profesor Silvanio, es algo que hacemos constantemente.

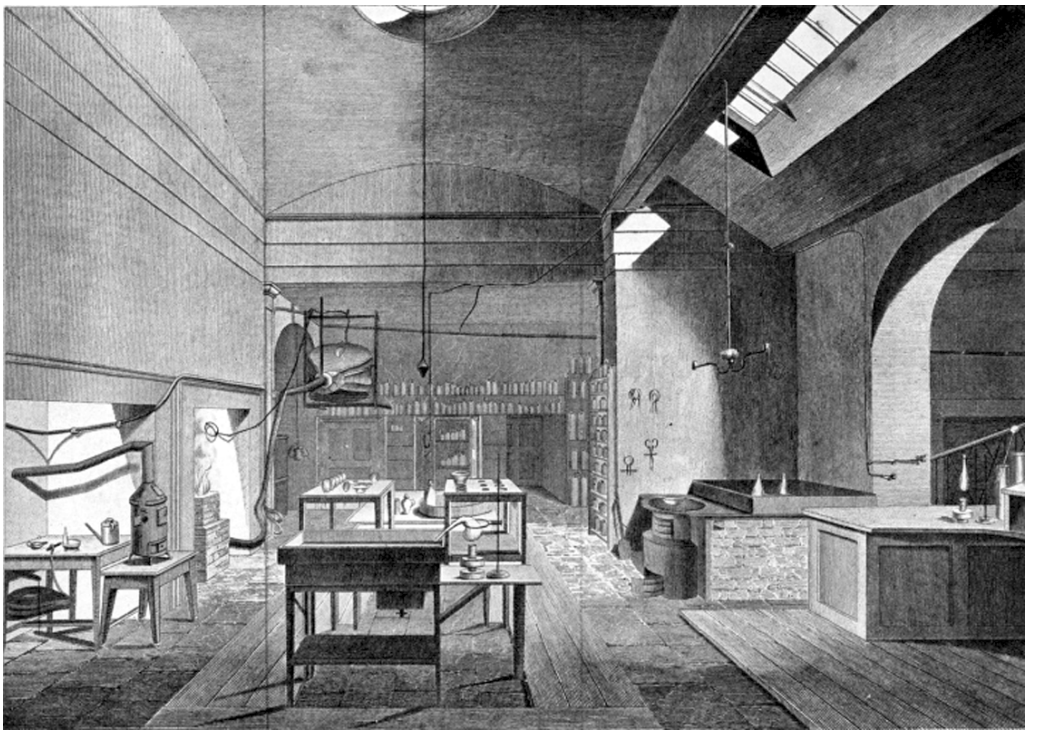
Si te apetece saber algo más sobre viajes en el tiempo sin enfrentarte a complicadas fórmulas, puedes leer el artículo que Sergio Palacios publicó en su blog **Física en la ciencia ficción**.

Vídeo el robo del cerebro de Einstein. Intervención de 10 minutos en noviembre de 2011 en Amazings Bilbao.
http://amazings.es/2011/11/11/alberto-rabano-el-cerebro-de-einstein- amazings2011/

¿Por qué no vemos viajeros en el tiempo? 10 razones como 10 soles.
http://fisicacf.blogspot.com.es/2010/12/por-que-no-vemos-viajeros-del-tiempo-10.html



Michael Faraday en la Christmas Lecture de 1856 en la Royal Institution. Fuente Wikimedia.



Un laboratorio en la Royal Institution de Londres en 1819. Fuente de la imagen: Wikimedia

Michael Faraday (1791-1867)
El científico enjaulado

Faraday podría ser el Flippy del siglo XIX, aunque sabía más física, sus espectáculos eran más grandiosos y vocalizaba mucho mejor que el de la tele.

Apenas fue a la escuela. A los 13 años, en lugar de matricularse en 2º de ESO, como le correspondería por su edad, comenzó a trabajar de ayudante de encuadernador. Su trabajo le permitió leer mucho (y gratis) y se interesó por todo lo que tenía que ver con la electricidad.

Más tarde comenzó a trabajar de ayudante para un monstruo (en el buen sentido de la palabra) de la electricidad, Humphry Davy. Para que te hagas una idea, gracias a la electricidad Davy consiguió aislar nada menos que magnesio, bario, estroncio, calcio, sodio, potasio, boro, cloro y litio. Menos mal que se paró, si no consigue acabar con toda la tabla periódica. Pero reconoció que su mejor descubrimiento había sido Michael Faraday.

Podríamos llenar páginas sobre los descubrimientos de Faraday, pero sólo uno de ellos nos ha cambiado la vida ¡y de qué manera! Consiguió generar una corriente eléctrica a partir de un campo magnético. Hoy casi toda la energía eléctrica del mundo se genera siguiendo los principios que estableció Michael.

Además era un gran showman científico. Sus conferencias de navidad, Christmas Lectures, en la Royal Institution de Londres eran todo un espectáculo y cada vez que actuaba el auditorio se llenaba hasta la bandera. Aún hoy siguen estas conferencias con muchos más medios técnicos que entonces y con una calidad y una puesta en escena exquisitas. Puedes ver las últimas conferencias en su canal de vídeo que te recomendamos al final. Están sólo en inglés, por lo que tienes un motivo más para estudiar

Y si Michael aparece aquí es por uno de sus inventos geniales y espectaculares: la jaula de Faraday, una demostración de que podemos meternos en el interior de una jaula metálica y estaremos a salvo de morir electrocutados en una tormenta.

En la sección de experimentos podrás comprobar de manera indolora cómo funciona esa jaula y cómo le afecta a tu teléfono móvil.

No te pierdas la última Christmas Lecture Bruce Hood - What's in your head?
http://richannel.org/christmas-lectures

Foto de Kriss Szkurlatowski, tomada de: http://www.sxc.hu

G. Marconi Fuente, Wikipedia

Guglielmo Marconi (1874-1937)
Generación wireless

Aunque te cueste creerlo, el Titanic tenía wifi. No podía consultar el Facebook pero le permitía comunicarse con otros lugares de tierra firme mediante la radiotelegrafía sin hilos. Los encargados de manejar el sistema de radio eran empleados de la compañía Marconi.

Guglielmo Marconi es conocido como el presunto inventor de la radio, pero algunos de los componentes estaban patentados previamente y el mérito hay que atribuírselo, entre otros, a Nikola Tesla. Te puedes imaginar que Nikola y Guglielmo no eran muy buenos amigos. Incluso hay quien dice que Tesla se cabreó mucho cuando le dieron en Nobel a Marconi, a quien consideraba un plagiador.

Marconi procede de Bolonia. Era de buena familia, hijo de matrimonio mixto italo-británico y por eso parte de su vida estuvo relacionada con Inglaterra. De hecho, su primera esposa era de allí y la segunda italiana: un tipo equilibrado.

Casi toda su carrera científica estuvo dedicada a la transmisión sin hilos: antenas, emisoras, receptores… Tan bueno era en la conexión inalámbrica, por radio, que recibió un encargo un poco extraño. En 1898 el príncipe de Gales andaba con su yate por el Canal de la Mancha y se lastimó una pierna. La Reina Victoria pidió que se instalara en su residencia un equipo de radio para poder comunicarse con el heredero. Dicen que se intercambiaron unos 150 mensajes.

La radiotelegrafía sirvió, como muchos otros avances, para retransmitir acontecimientos deportivos y para comunicarse en tiempos de guerra. La transmisión más famosa la realizó Marconi en 1898, desde Poldhu en Inglaterra hasta San Juan de Terranova en Canadá. Pocos confiaban en que una onda que viaja en línea recta pudiera recorrer los 3.400 km de distancia, porque la curvatura de la Tierra se lo impediría.

El 12 de diciembre de 1901 recibió la letra «**S**» en Código Morse, Marconi se encontraba en Terranova esperando esa emisión. El truco para que pudiera llegar es que rebotó en la ionosfera (una capa de la atmósfera de las más externas), que actuaba como espejo.

Puedes leer más sobre Marconi, sus inventos, la FM (ondas en las que se modula la frecuencia) y AM (ondas con la amplitud modulada) en esta ficha.
http://aula2.elmundo.es/aula/laminas/lamina1166527592.pdf

Imagen de MorgueFile. http://mrg.bz/Wo00xm

«Rudolf Hertz demostró que para recibir una onda electromagnética (da igual luz que microondas o rayos X) se puede usar una antena. Hoy son de lo más corriente en nuestras vidas y ha modificado los paisajes urbanos».

Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894)
La chispa de la física

Los premios Nobel se instauraron en el año 1900, por eso el pobre Rudolf no recibió ninguno, aunque su trabajo bien lo merecía. Sí que lo recibió su sobrino Gustav, en 1925 y también la cosa iba de ondas, pues estudiaba cómo los gases absorben la radiación infrarroja. Y hay más Hertz relacionados con las ondas, pues uno de los hijos de Gustav, Carl Hellmuth fue uno de los precursores de la ecografía ondas sonoras que lo mismo sirven para controlar un embarazo que para ver el hígado.

Su apellido lo habrás pronunciado muchas veces, aunque en castellano: el hercio que sirve para medir la velocidad de tu ordenador o de tu teléfono o la de la corriente eléctrica de tu casa, y se eligió el nombre en su honor.

Pero ¿qué hizo para ser uno de los grandes en su corta vida? Hertz lo tenía todo: era un hábil experimentador y un buen teórico así que puso en marcha un experimento de los importantes de la física, Demostró que la energía eléctrica podía viajar en forma de ondas, de ondas electromagnéticas por el espacio. Generó esas ondas para comprobar lo que un tal Maxwell –otro de los grandes– había predicho, la existencia de ondas electromagnéticas que viajarían a la velocidad de la luz. Todo esto lo explicó en un artículo titulado *Untersuchungen über die Ausbreitung der elektrischen Kraft* cuyo título lo dice todo.

No llegó a cumplir los 40 años y el ayuntamiento de Hamburgo colocó su imagen en la galería de ciudadanos ilustres. En 1930, cuando el partido Nazi gobernaba Alemania, no le pareció nada bien que uno de los físicos más importantes del mundo ocupara un lugar de honor en esa sala del ayuntamiento por pertenecer a una familia judía, así que ordenaron quitar su retrato.

Sin embargo, en 2012, concretamente el 22 de febrero, y coincidiendo con el 155 aniversario de su nacimiento, Google le dedicó un Doodle, una de esas animaciones que muestra el buscador para celebrar algunas efemérides. La tienes aquí: **http://www.google.com/doodles/heinrich-rudolf-hertzs-155th-birthday**. Ese día todos los hamburgueses pudieron ver a su paisano Rudolf en las pantallas de sus ordenadores; muchos de ellos estarían conectados por wifi, por ondas electromagnéticas.

Imagen de Juan Barredo, tomada de Flickr
http://farm4.staticflickr.com/3002/2692162622_18e45c3bf3_b.jpg
Hay que ser muy friki para tatuarte las ecuaciones de Maxwell… pero hay gente para todo.

Fuente: Wikicommons
Seguro que Maxwell se hizo retratos en los que salía mejor, pero éste es el más difundido.

James Clerk Maxwell (1831-1879)
Rico, rico y con fundamento

Así era Maxwell, un escocés de buena familia que podía haber vivido de rentas… si en su casa le hubiesen dejado. Su madre murió joven y durante un tiempo le educó un preceptor (un profesor particular) que quería enseñarle a base de reglazos en la cabeza y estirones de oreja.

En el Olimpo de la física los tres grandes son, en orden cronológico, Isaac, James y Albert. Maxwell escribió las cuatro ecuaciones que la joven de la foto lleva tatuadas en sus omóplatos. Son la expresión matemática elegante del electromagnetismo, es decir, que la electricidad y el magnetismo no son más que dos caras de una misma moneda. Las matemáticas que unificaron estos dos campos de fuerzas. Además dijo que Oh!NDAS como la luz, la radio o el ultravioleta no son más que campos eléctricos y magnéticos que se propagan por el espacio. El pobre Albert se murió sin poder hacer una unificación mayor, encontrar la relación entre gravitación, electricidad y magnetismo. Parece que la cosa es un poco esquiva.

Ahora conocemos dos fuerzas más, aunque de muy corto alcance, la electrodébil y la electrofuerte. Y a los físicos les gustaría unificar las cuatro, pero no es sencillo. Si encuentras la solución, casi seguro que te llevarás un premio Nobel, que aunque acaban de rebajar su dotación económica, sigue molando mucho.

Como 'el que vale para una cosa, vale para todo', el amigo James también se ocupó de la termodinámica. Esta rama de la física explica cosas tan interesantes como que si no gastas energía, el polvo inundará las estanterías de tu habitación y aunque pongas un paño del polvo, no esperes que se concentre en el paño. Debajo de un fenómeno tan cotidiano hay mucha física, que también explica que un plato de sopa fría nunca se calentará tomando la energía de la habitación y sin embargo se enfriará, te guste o no, cuando lo sacas del microondas. Es la flecha del tiempo.

Maxwell nos dejó una teoría que nos ayuda a comprender el comportamiento de los gases, pequeñas bolitas que se mueven caóticamente y que no dejan de chocarse entre sí y con lo que les rodea.

James no ha sido el único científico brillante que murió joven. A los 48 años, un cáncer de estómago acabó con su vida. ¿Cómo es posible que esté a la altura de dos longevos como Newton (93 años) y Einstein (76 años)? Hay quien dice que los grandes científicos tienen sus ideas más brillantes de joven, así que ¡no pierdas tiempo!

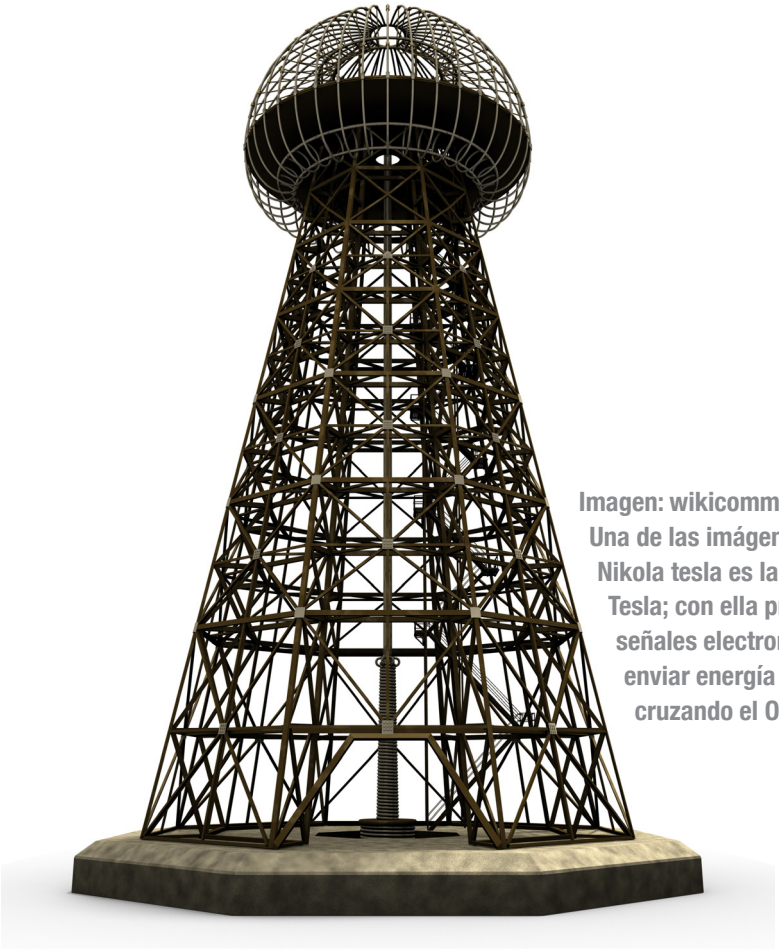


Imagen: wikicommons.
Una de las imágenes más representativas de Nikola tesla es la Torre Vardencliffe o Torre Tesla; con ella pretendía no sólo enviar señales electromagnéticas sin hilo sino enviar energía eléctrica a larga distancia, cruzando el Océano Atlántico.

Imagen: wikicommons.
Ironías de la vida: Tesla murió arruinado y ahora su cara aparece en todos los billetes de 100 coronas serbias (algo menos de 1€).

Nikola Tesla (1856-1943)
El iluminador alternativo

AC-DC es el nombre de un grupo de rock y son las siglas en inglés de corriente alterna, corriente continua. También es la disyuntiva que vivió Estados Unidos cuando quiso llevar la electricidad a los hogares a principios del siglo XX.

Por un lado Thomas Edison defendía la corriente continua mientras que Tesla estaba más que convencido de que el futuro era alterno. Si te fijas, verás que casi todos los aparatos eléctricos de tu casa son de corriente alterna: da igual cómo pongas el enchufe que funcionará. La corriente continua la utilizamos para toda la electrónica, esa que funciona con baterías, pilas…

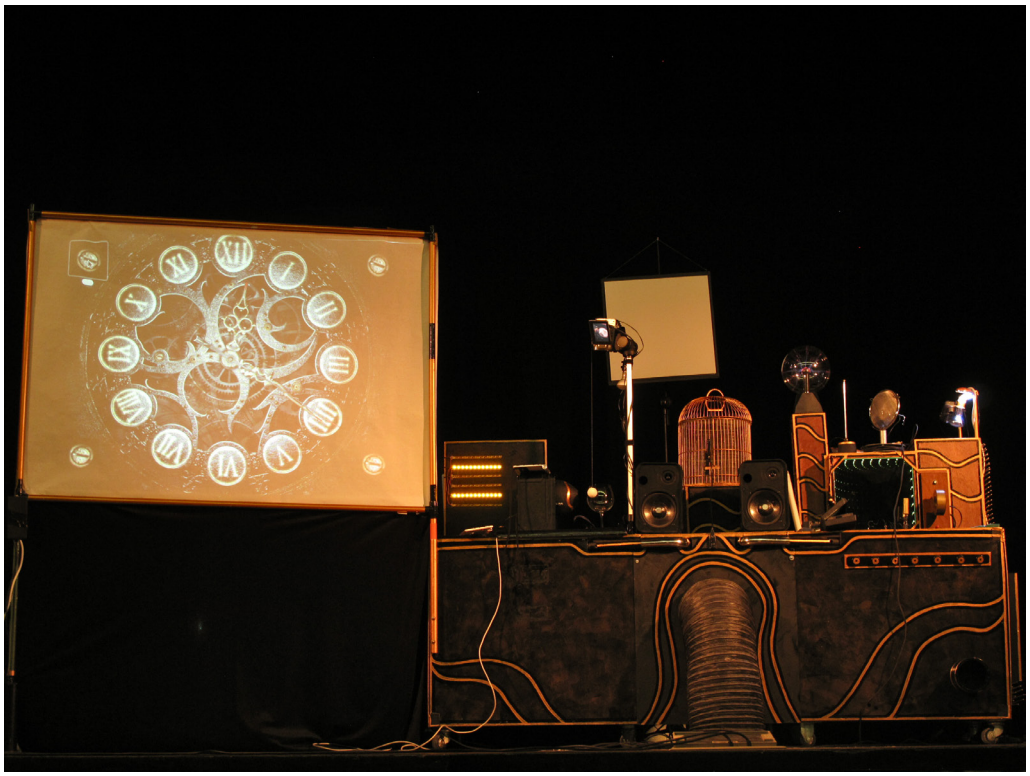
En la pelea por iluminar la ciudad de Chicago, Tesla ganó por goleada a Edison, pero no se dio por vencido. Edison no jugaba siempre muy limpio. Para atemorizar a la gente sobre los peligros de la corriente alterna, no se le ocurrió otra cosa que electrocutar a un elefante (la violencia contra los paquidermos no es nueva); puedes buscar el vídeo en internet. Un empleado de Edison desarrolló la silla eléctrica y también utilizó corriente alterna para que la gente asociara corriente alterna con hombres electrocutados y no quisiera tenerla en su hogar.

Pero hablemos de Tesla. Él quería llevar la corriente eléctrica en cantidad y con seguridad a los hogares que entonces se iluminaban con lámparas de gas. Su gran éxito fue la construcción de una gran central hidroeléctrica en las Cataratas del Niágara que transportaba la energía hasta Buffalo, a unos 30 km de distancia.

Se obsesionó por transportar energía eléctrica sin cables y uno de sus proyectos inacabados (podríamos decir fracaso) fue la torre Vardenclyffe, todo un icono de Tesla.

Sus éxitos se cuentan por docenas (era el titular de más de 700 patentes). Si piensas en la radio te viene el nombre de Marconi; pues no, antes estaba Tesla. La radiografía te trae a la mente el nombre de Roentgen, pues tampoco; fue Tesla. Imagina quién inventó las bujías de los coches. Pues has acertado. A pesar de estos y otros méritos, ha llegado a nosotros la idea de un científico–inventor obsesivo y manejando aparatos peligrosos que no podrían traer nada bueno.

Esta obra rinde un pequeño homenaje a uno de los inventores más grandes e injustamente tratados que ha habido.



LA FÍSICA

De todo lo que sucede durante la obra, mucho es física y algún truco escénico. De trucos no hablaremos, pero sí de física. Desentrañaremos la física que hay debajo para que la puedas comprender. También encontrarás explicaciones para que puedas repetir los experimentos o mejorarlos, simplificarlos, ampliarlos, investigar.

Hablaremos de:

- La máquina de ondas
- Resonancia
- Jaula de Faraday
- El mando de la Wii y las pizarras digitales
- El sonido cabalga en el láser
- Las figuras de Lissajous
- Luminiscencia y otras “cencias”
- La bola de plasma

Máquina de ondas

Ves que tu profesor se ha comido 10 ajos crudos en el recreo y tú tienes clase justo después. Afortunadamente, tu asiento está en la última fila.

Comienza la clase y dice: ¡Hola a todos! Le escuchas perfectamente pero no notas el olor a ajo, ¿cómo es posible?

Las moléculas de olor del ajo se mueven por el aire y hasta que no lleguen a tu nariz, estás salvado: son partículas, ¿y la voz?

La voz llega antes porque es una onda: las cuerdas vocales de tu halitoso profesor empujan las moléculas de aire de su alrededor hacia adelante, éstas empujan a las siguientes y éstas a las siguientes… y así hasta que llega a tus tímpanos. Es lo que llamamos una onda mecánica, una onda que se trasmite a través de las moléculas de aire: se mueve la energía pero no la materia. Y se mueve bastante rápido, a más de 1.000 km/h.

Una máquina de ondas es un modelo que nos permite ver las ondas y estudiar su comportamiento. En la red podrás encontrar vídeos sobre el funcionamiento y otras variantes. Nosotros te proponemos que construyas una.

Necesitas

- Una goma elástica de unos 3 metros; fácil de encontrar en mercerías.
- Una caja de palitos de brocheta o de pincho: en supermercados, en la sección de cubiertos de papel…
- Cola blanca o una pistola de pegamento térmico.

Procedimiento

1. Extiende la goma sobre el suelo.
2. Deja libres unos 15 cm en cada extremo y comienza a colocar, cada 5 cm, aproximadamente, un palito. Haz las marcas con una regla y asegúrate que están bien centrados para que esté equilibrado. Puedes ayudarte con la parte ondulada de una caja de cartón para que estén a la misma distancia.
3. Pega los palos y espera que se seque.

EXPERIMENTA

Algunas sugerencias de investigación.

1. Si le das un impulso, verás cómo se propaga y rebota al llegar al final: esto es un pulso. Puedes medir la velocidad de propagación.
2. Si desde un extremo comienzas a impulsar el palito cada cierto tiempo, generas un tren de impulsos, una onda. Esa onda choca, rebota y se encuentra con otra que viaja en sentido contrario: esto son las ondas estacionarias.
    a. Puedes medir los parámetros de las ondas.
    b. Localiza los diferentes modos de vibración (los armónicos).
3. Comprueba si alguno de estos parámetros varía al variar la longitud de la onda.
4. Otra manera sencilla de explorar las ondas es mediante un slinky, un muelle blando y largo. Con él podrás generar ondas longitudinales, transversales…

Imagen de Roger McLassus Fuente, Wikimedia

Resonancia

Cuando un camión pasa bajo tu ventana y tiembla el cristal significa que la frecuencia de emisión del camión y la de recepción del vidrio son las mismas, están en resonancia.

Sabes que la resonancia es una técnica de diagnóstico médico algo más compleja. Si una rodilla lesionada se somete a un campo magnético, los núcleos de hidrógeno pueden absorber ciertas frecuencias, es decir, entran en resonancia con la onda que están recibiendo. Se llama resonancia magnética nuclear, RMN, aunque la técnica ha perdido los apellidos porque lo de nuclear daba un poco de miedo.

La copa se rompe porque entra en resonancia con el sonido del altavoz. La frecuencia con que emite el altavoz es justo la que absorbe la copa.

Para conseguirlo necesitas un móvil con sistema operativo Android o iPhoneOS y un par de apps. En el caso de Android bastan Audalyzer y el procedimiento es el siguiente.

1. Abres la primera aplicación, dejas el móvil cerca de la copa y le das un pequeño golpe con un lápiz. La aplicación registrará la frecuencia a la que ha vibrado.
2. Conectas el móvil al equipo de música para poder escucharlo. Ahora abres la segunda app y generas justo esa frecuencia. Si pones el volumen lo suficientemente alto y colocas la copa en el lugar exacto podrás romper la copa. NO ES SENCILLO. Hay que conseguir que el sonido (la energía) salga en una sola dirección.
3. Si no lo consigues, puedes apreciar la resonancia colocando un lápiz o algo metálico, o una pelota de tenis de mesa, para observar cómo está vibrando la copa.

EXPERIMENTA

Puedes usar Audalyzer para averiguar las diferentes frecuencias de un instrumento de música. Puedes estudiar la relación que existe entre la frecuencia de vibración ejemplo, con de diferentes cuerdas y si están relacionadas, por:

- El grosor
- La tensión

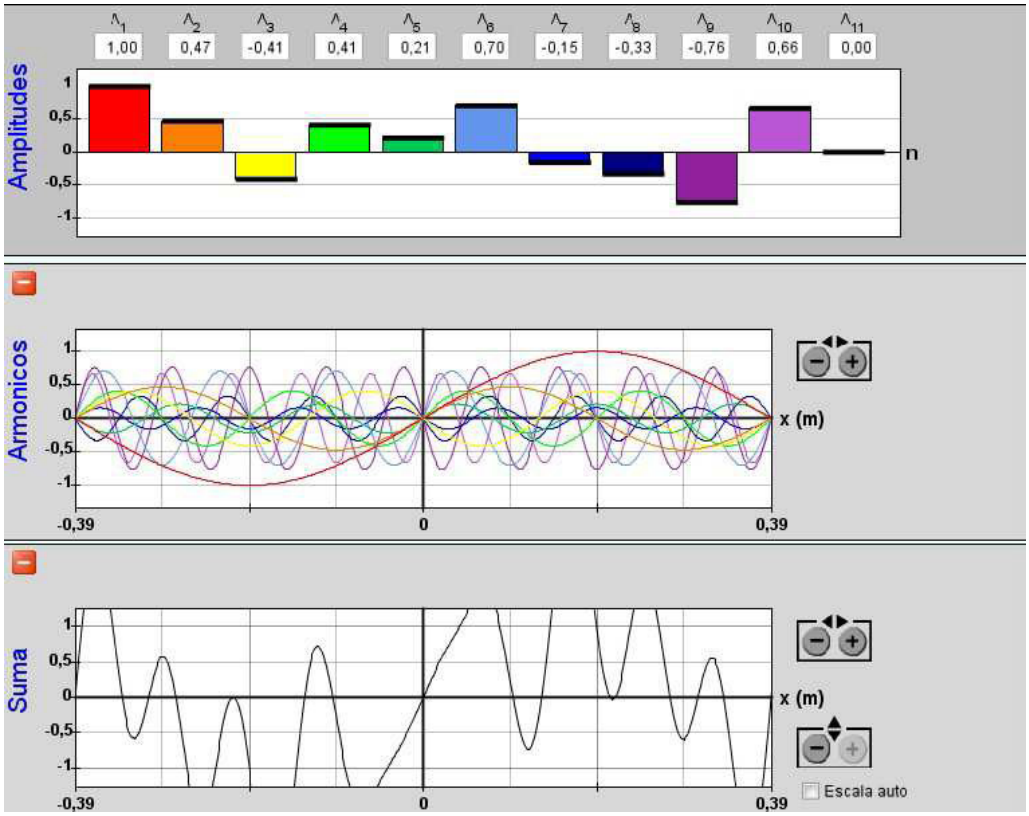
- La longitud de la cuerda
- Boli bic. Si le quitas la carga puedes soplar y analizar la frecuencia del sonido que emite; también puedes repetir con uno de los extremos tapado; o con un tubo de ensayo, o con una botella de vino vacía o de refresco, o…

INVESTIGA

La voz se utiliza como sistema de seguridad, de manera que hay puertas que se abren cuando se lo dices; si tu voz está autorizada. ¿cómo crees que funcionan?

ANÁLISIS DE FOURIER

La transformada de Fourier no es demasiado sencilla. Puedes hacer una primera aproximación 'virtual' con esta estupenda interactividad de Phet, de la Universidad de Colorado. **http://phet.colorado.edu/es/simulation/fourier**
Verás lo fácil o difícil que resulta combinar las ondas.



Jaula de Faraday

¿Te imaginas una habitación con unas paredes tan peculiares que impidan que entre el campo gravitatorio? Pues no existen y tampoco pueden existir. La gravedad lo atraviesa todo, y no hay manera de detenerla, de ahí que se llame a G, constante de gravitación universal.

Sin embargo otro campo de fuerzas, el campo electromagnético, sí que podemos burlarlo. Es fácil construir contenedores que nos aíslen de los campos externos. Sólo necesitas construir un recipiente con metal, aunque no es imprescindible que el metal sea macizo, basta con una malla de tela lo suficientemente tupida. Es lo que se llama una jaula de Faraday (Faraday's cage, por si quieres buscar en internet vídeos o imágenes).

Jaula casera

Basta con un pedazo de papel de aluminio y un teléfono móvil. Llama al teléfono móvil y comprueba que tiene cobertura. Después, envuélvelo con cuidado con papel de aluminio y vuelve a llamar. Si lo has envuelto bien, escucharás que el móvil, que está delante de ti y encendido, está fuera de cobertura.

Lo que ha sucedido es que en el papel de aluminio se ha generado un campo justo igual, pero contrario al campo electromagnético externo utilizado para comunicarte con el móvil; de esa manera, en el interior de este peculiar bocadillo, no se nota el campo magnético externo. El teléfono móvil se comunica con la antena mediante microondas –las mismas que el horno- pero de menor potencia. En la puerta de cristal del horno microondas puedes ver una rejilla metálica. Ya te puedes imaginar para qué sirve.

Quizás ahora entiendas por qué en algunos ascensores METÁLICOS no tienes buena cobertura.

EXPERIMENTA

Un teléfono móvil moderno (Smartphone) es un pequeño ordenador y tiene varios tipos de comunicación inalámbrica: microondas, bluetooth, wifi. Puedes averiguar si todas las ondas son igualmente fáciles de aislar.

Otros dispositivos como los mandos a distancia de los coches, o del televisor o… funcionan con radiaciones de diferente frecuencia.

Si utilizas una cacerola de cocina ¡con tapa metálica! Podrás comprobar su poder aislante. Utilizando recipientes de diferentes materiales pueden variar; no todos los metales son iguales.

LOS RESULTADOS

¿Es fácil aislar un móvil sin usar metales?

Puedes probar a meterlo debajo del colchón, en un armario, en la nevera, o en una nevera portátil con recubrimiento interior de aluminio o en…

En todos los casos tienes que tener en cuenta que es fundamental la calidad del cierre del recipiente, pues por allí se pueden 'colar' ondas.

INHIBIDORES DE FRECUENCIAS.

No tiene nada que ver con la jaula de Faraday, pero hay otra manera de impedir comunicaciones inalámbricas. Son mecanismos que han en ciertos edificios que necesitan seguridad. Quizás hayas oído comentar que no funciona el mando a distancia del coche cuando está aparcado en determinados sitios; casi seguro que por los alrededores hay un inhibidor de frecuencia. Básicamente se trata de hacer 'ruido de fondo' electromagnético para que el sistema de apertura del coche no pueda 'escuchar con claridad' el mensaje que le envía la llave.

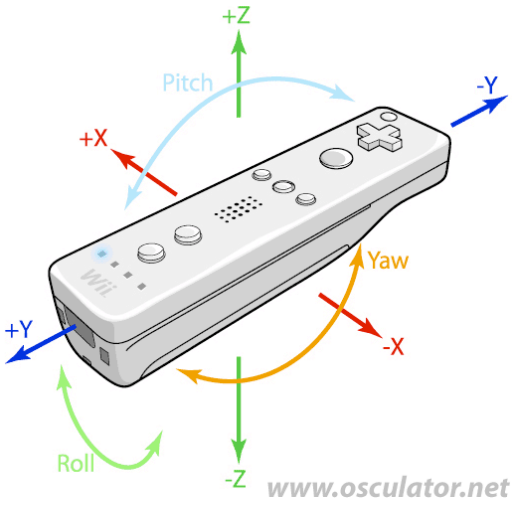
Física del mando de la Wii

Hoy se ‘hackea’ cualquier tipo de hardware. Quizás conozcas unos robots aspiradores, pues bien: hay un campeonato de sumo en el que se enfrentan dos robots. En lugar de estar programados para limpiar el suelo y sortear las patas de las mesas, intentarán desalojar al otro robot del círculo de juego.

De la misma manera el wiimote (remote + wii) pensado para jugar, tiene muchos otros usos. Se aprovechan dos de sus cualidades: la primera es que se comunica con la base del mando, mediante bluetooth y se puede saber en cada momento dónde está, en qué lugar exacto, el mando. Por otra parte el mando ‘sabe en qué posición se encuentra: inclinado, vertical…

Pizarra digital

Aprovechándonos de la primera característica se puede fabricar una pizarra digital.



Necesitas

- Un mando de la wii,
- Un proyector de vídeo,
- Un ordenador con bluetooth, algo de software gratuito y… un poco de paciencia.

No es demasiado sencillo, pero el Prof. Silvanio Pi lo ha conseguido. Si quieres imitarle hay docenas de lugares en internet donde puedes encontrar las instrucciones. Aquí tienes un vídeo del primero que ‘hackeó’ el mando de la wii, o al menos, el más famoso, Johnny Lee en una TED TALK hablando de las posibilidades (en el propio vídeo tienes versión en castellano).
http://www.ted.com/talks/johnny_lee_demos_wii_remote_hacks.html

Wiiphysics

El wiimote puede enviar a un receptor en tiempo real en qué posición se encuentra. Le pasa lo mismo que a tu móvil, que al cambiarlo de posición, gira la pantalla. Los causantes son unos dispositivos electrónicos llamados acelerómetros que detectan cómo les afecta la fuerza de la gravedad o las aceleraciones que les causamos.

Son todo un prodigio de la tecnología. Si quieres saber algo más de cómo se fabrican y el fundamento científico de su funcionamiento, este vídeo te puede ser de utilidad.

http://www.youtube.com/watch?v=KZVgKu6v808&

También puedes monitorizar en tu ordenador las aceleraciones que experimenta tu wiimote cuando lo balanceas como un columpio, cuando lo cuelgas de un muelle y lo haces oscilar o cuando saltas… Para recoger los datos bastará con tu receptor de bluetooth de tu ordenador y un software que te permita mostrar en tu ordenador los datos y representarlos gráficamente en tiempo real. Este software se llama WiiMote Physics y puedes descargarlo desde esta web.

http://wiiphysics.site88.net/index.html

Aquí puedes leer (en inglés) algunas sugerencias de aplicaciones didácticas; algunas de ellas incorporan también el receptor de la Wii, el aparatito que se coloca sobre la tele.

http://www.siue.edu/~lhorner/Other.shtml#Wiimote

El sonido cabalga sobre el láser

Una linterna de mano envía un voltaje constante a las bombillas, de manera que lucen todo el rato igual. Sin embargo, cuando suena tu mp3 en tus auriculares, del aparatito sale una corriente eléctrica diminuta que varía todo el rato, varía al ritmo de la música y tus auriculares la vuelven a transformar en sonido.

César Sancho, un crack de la electrónica y de las prácticas de física, escribió para la revista Clepsidra un artículo en el que nos contaba cómo construir este aparatito. Es más, hay quien dice que Silvanio Pi y Oriol Coulomb merodearon por su casa y robaron algunas de las muchas ideas de César.

En cualquier caso, en las páginas siguientes reproducimos el artículo que escribió para que te animes a intentarlo.

César Sancho en uno de los muchos talleres que ha realizado por los centros de Aragón.

Láser y sonido

César Sancho Martín, Físico
csanchom@educacion.navarra.es

Versión completa del artículo publicado en la revista Clepsidra
http://cienciaviva.educa.aragon.es

¿Recuerdas el tam-tam africano o las señales de humo que se hicieron famosas en las películas del Oeste? Eran sistemas de comunicación entre áreas vastas y despobladas.

Las telecomunicaciones modernas utilizan ondas eléctricas, luminosas y hertzianas como medio de transporte de señales. Tienen la gran ventaja de que se transmiten casi instantáneamente. La manera más sencilla de hacer que transporten un mensaje es interrumpiéndolas; ésta es la base del código Morse, que utiliza una combinación de señales cortas y largas para codificar letras y números. En métodos más avanzados de telecomunicación, la transmisión de señales se "modula", combinándola con una señal producida por imágenes o sonidos.

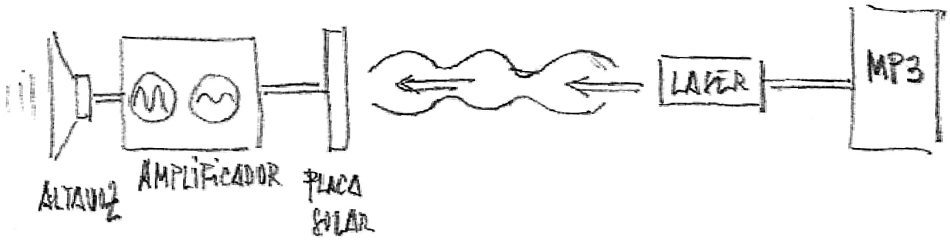
El experimento que os propongo muestra como transmitir sonido a distancia por medio de luz láser modulada con una señal eléctrica procedente de un aparato de música.

Básicamente, modular consiste en hacer que un parámetro de una onda cambie de valor de acuerdo con las variaciones de una señal que es la información que queremos transmitir. En nuestro caso, el parámetro es el brillo y la intensidad de esa luz láser visible y las variaciones son las de la corriente que se tenga a la salida de un Mp3 por ejemplo.

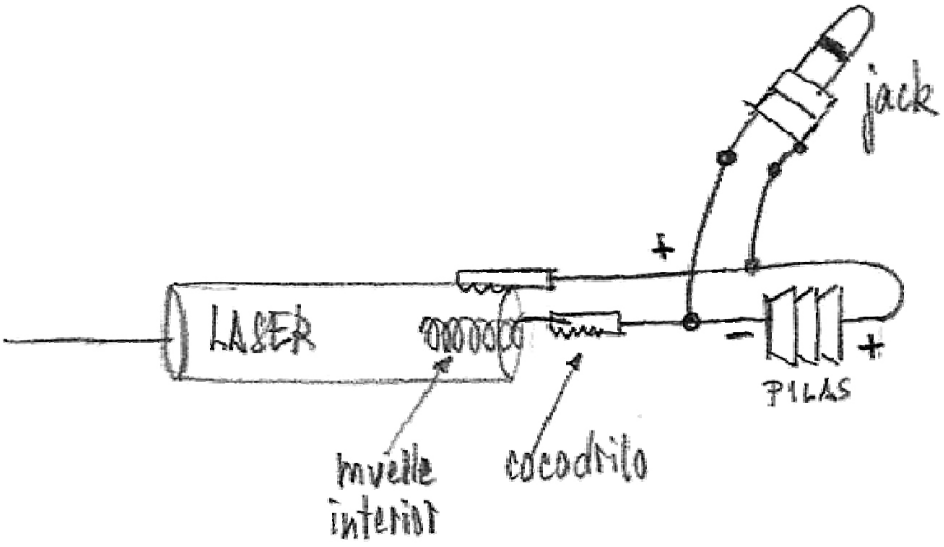
Esa luz ahora modulada incide sobre una placa solar en la cual se convierte en señal eléctrica (es entonces un demodulador). La señal es luego amplificada y enviada al altavoz.

El material requerido es sencillo y barato. Compra un puntero láser en una tienda "todo a cien" y una placa solar pequeña, dos jacks y dos cocodrilos en una de componentes electrónicos. Necesitamos además un Mp3 o un discman, unos altavoces de ordenador y una cartulina negra.

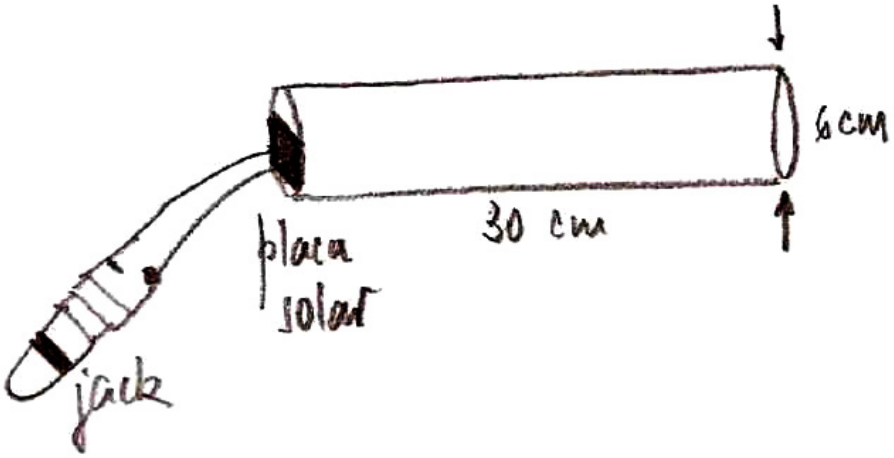
Te cuento a continuación los pasos a seguir:



Paso 1: Quítale las pilas al láser, desecha el tapón y realiza las conexiones en la forma que te dibujo a continuación.



Paso 2: Haz un tubo de unos cinco centímetros de diámetro con la cartulina negra y coloca la placa solar en uno de los extremos con su cara activa hacia adentro (así evitaremos la llegada de otras luces y los reflejos). Conecta a sus terminales el otro jack.

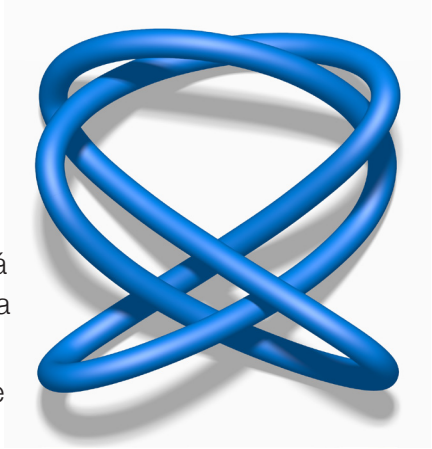


Paso 3: Ahora conecta el jack procedente del láser al Mp3 y el de la placa solar a los altavoces (estos ya contienen un amplificador) y pon todo en marcha.

Puedes mantener el láser encendido sin utilizar las manos usando una pinza de tender. Dirige bien el rayo hacia la placa solar. Fíjate en la fotografía.

Juega ahora interponiendo la mano en el camino de la luz.

Figuras de Lissajous

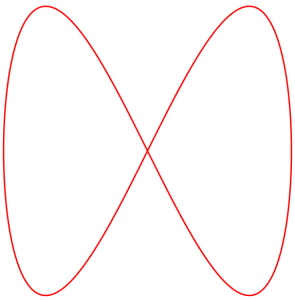


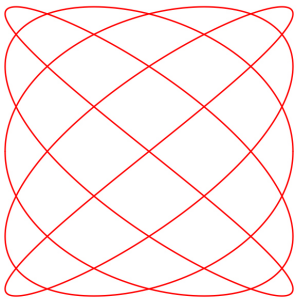
Sumar dos movimientos a veces no es sencillo. Veamos cómo andas de imaginación:

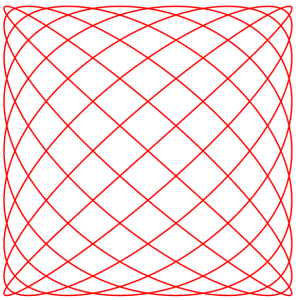
1. Colocas una linterna en la punta de una hélice de un avión. Cuando el motor está en marcha y pero no avanza, ¿Qué figura describe?
2. Ahora ese avión comienza a desplazarse por la pista de despegue.
3. Estás de pie y sostienes un muelle con una pesa al final.
4. Ahora, con el muelle oscilando, comienzas a caminar.
5. Y ahora algo de lo más irreal: se mueve el muelle en vertical mientras te columpias un columpio.

LAS RESPUESTAS EN LA HOJA SIGUIENTE

Cuando combinamos dos movimientos armónicos simples, dos MAS en direcciones perpendiculares podemos obtener infinitas figuras diferentes. Las formas dependen de tres factores: la frecuencia de oscilación de cada uno de los movimientos y el desfase entre ellos. A continuación puedes ver tres imágenes tomadas de la wikipedia.







Para experimentar con las figuras de Lissajous aquí van algunas propuestas, más a menos sencillas.

CON EL ORDENADOR

http://ngsir.netfirms.com/englishhtm/Lissajous.htm

En este enlace tienes un simulador con el que puedes generar figuras variando los parámetros de los dos movimientos.

Con arena

Necesitas una botella de refresco, arena y una cuerda, es la versión low-cost de este fenómeno. Para no perder mucho tiempo en las explicaciones, aquí tienes un vídeo. **http://www.youtube.com/watch?v=CMh_TIQCdwI** Como verás el truco consiste en colgar un péndulo (cuerda y botella con arena), no de un sitio fijo, sino del centro de una cuerda en forma de 'uve' y hacerla oscilar.

Con láser (versión sencilla)

Consiste en proyectar un láser sobre un pequeño espejo. El espejo está pegado a un trozo de globo colocado cerca de un altavoz. El láser, al reflejarse sobre un espejo que no está quieto se moverá al ritmo del sonido (con movimientos armónicos) y dará lugar a figuras de Lissajous. Antxon Anta y dos alumnos suyos lo explican muy bien en este vídeo, en el que podrás encontrar otras sugerencias de ondas.
http://www.cienciaenaccion.org/inscription/un-asombroso-paseo-por-el-sonido-y-las-ondas

Láser

Para generar figuras de Lissajous necesitas un láser que apunte a un espejo y que el espejo se mueva. El movimiento que debe llevar el espejo tiene que ser la composición de dos MAS perpendiculares.

Para imprimir este movimiento al espejo se pude hacer con un generador de frecuencia y dos altavoces; cada altavoz está vibrando en una frecuencia diferente. Basta con pegar dos varillas perpendiculares por la parte posterior del espejo y que cada una acabe en el altavoz correspondiente.

Para ver explicaciones más detalladas u otras propuestas de realización, en la red encontrarás abundantes. Aquí va una recomendación que utiliza dos espejos **http://howtosmile.org/record/4665**.

RESPUESTAS

1. *Es una circunferencia.*
2. *Una helicoide, es decir, como el muelle del bolígrafo.*
3. *Una línea recta*
4. *Una 'onda', es la gráfica de la función seno o coseno.*
5. *Este ya es muy difícil. También hay una pequeña simplificación a la hora de proponer este ejemplo. Se trata de la combinación de dos movimientos armónicos simples (MAS) y pueden dar lugar a infinitas con combinaciones; son las llamadas figuras de Lissajous.*

Fosforescencia y otras ‘cencias’

Los rotuladores ‘fosforito’ no son fosforescentes, sino fluorescentes. Fosforescentes son los carteles que indican las salidas de incendios y quizás algún muñeco que aún ande por los cajones de tu habitación. Las luciérnagas y otros bichos emiten una luz muy parecida; el fenómeno se llama bioluminiscencia. Y quizás hayas tenido ‘pulseritas’ que emiten luz durante un rato; esto es quimioluminiscencia (otra palabra más con las cinco vocales). Veamos qué es cada cosa

FLUORESCENCIA

Hay sustancias que emiten luz de diferente color del que absorben. A simple vista, o mejor dicho, a simple luz, no se ve, pero si se ilumina con luz ultravioleta sí que se ve. Cuando se apaga la luz UV ya no se ve nada especial. Esto es la fluorescencia.

Estamos rodeados de fluorescencia. Para comprobarlo necesitarás una fuente de luz ultravioleta, un lugar oscuro y algo de curiosidad. Aquí va una pequeña lista, pero que seguro que podrás ampliar por ti mismo

- La tónica porque contiene quinina, esa sustancia que también le da el sabor amargo.
- Detergente de lavadora en polvo. Contiene blanqueantes, sustancias que al recibir la luz ultravioleta del Sol emiten luz blanca. Por eso los detergentes presumen que lavan tan blanco.
- Tus dientes. Ponte delante del espejo, sonríe y alumbra tus dientes con la luz ultravioleta.
- Ropa sintética, sobre todo camisetas elásticas o prendas deportivas de color blanco.
- Billetes de euro. Todos los billetes desde 5€ tienen marcas fluorescentes, por eso habrás visto luces violetas en las tiendas para localizar falsificaciones.
- Rotuladores fosforito ¿son todos fluorescentes?

GFP son las iniciales de Green Fluorescent Protein. Si tú te has preguntado por qué brillan las luciérnagas, tres investigadores de los EE.UU. se hicieron la misma pregunta cuando estudiaban una medusa que emite luz. Localizaron los

genes que codifican esa proteína y ahora es una herramienta de lo más útil en investigación para seguir procesos bioquímicos. En 2008 se llevaron el premio Nobel de química. En la imagen puedes ver un 'gusanito' transparente, el C. Elegans al que se le ha introducido esta proteína; de esa manera se puede ver mucho más que con luz visible.

Fosforescencia

Es lo mismo que la fluorescencia pero con retardo: reciben luz pero la emiten poco a poco. Esto se aprovecha para señales de emergencia; cuando corta el fluido eléctrico la señal fosforescente sigue emitiendo luz durante unos minutos. También se ha utilizado en juguetes, estrellitas que se pegan en el suelo. También se añadían a los antiguos despertadores y a algunos relojes de pulsera.

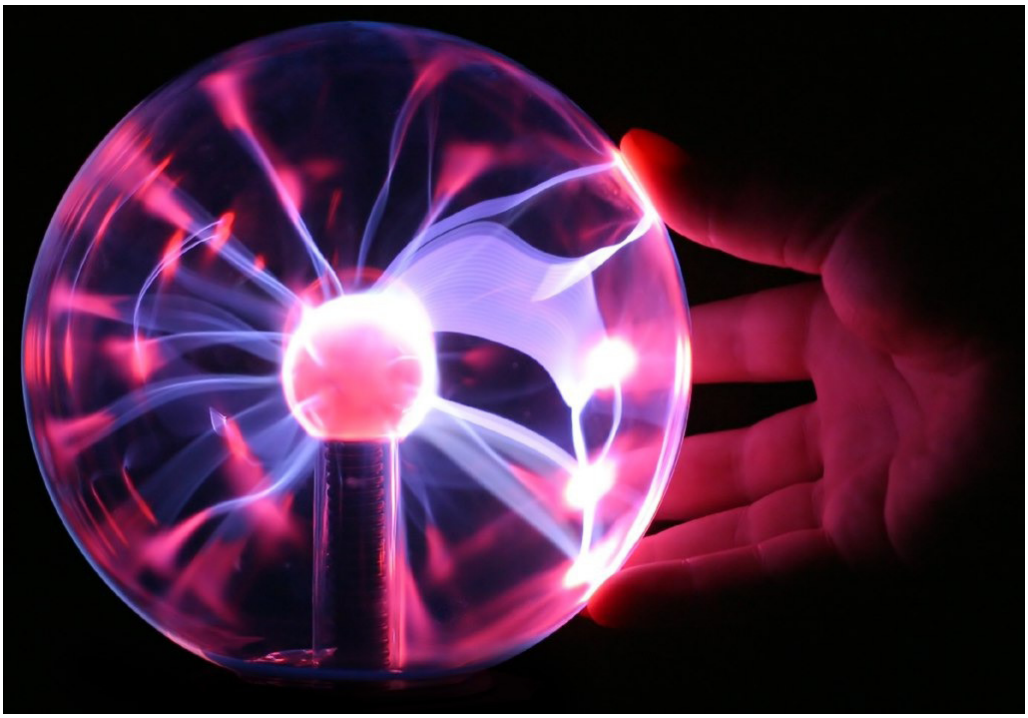
En la obra proyectan la figura de Lissajous sobre una superficie con pintura fosforescente, por eso se podía ver la estela al moverla, pero el láser utilizado es violeta.

Experimenta

1. "Cargar de luz". Para que una sustancia fosforescente luzca basta con acercarlo a una bombilla y después apagar la luz. Hay diferentes calidades de materiales según el tiempo que sean capaces de seguir emitiendo. Con reloj en mano podrás comparar un juguete con una señal de emergencia.
2. No todos los colores valen. Para que una sustancia fosforescente luzca hace falta que los fotones de luz que llegan tengan energía suficiente para excitar los electrones. Puedes comprobar iluminando con luces de diferente color o con papeles transparentes de colores cuáles le hacen brillar y cuáles no.

Autobrillo mortal

Fascinado por la radiactividad, una empresa tuvo la genial idea de generar una pintura Undark, que brillaba en la oscuridad: mezclaban un isótopo radiactivo de Ra y una sustancia fosforescente. Las condiciones de trabajo de las mujeres en las fábricas y lo tóxico de los materiales que manejaban provocaron muchas muertes de trabajadoras. El gran blog Kurioso lo cuenta de manera magistral en **http://kurioso.es/2010/05/07/las-chicas-radiactivas/** Merece la pena dedicarle unos minutos. ¡No te arrepentirás!



Bola de plasma

Quien diga que el plasma es el cuarto estado de la materia, se equivoca: es el primero. Tenemos plasma en la bombilla de bajo consumo o el fluorescente, en el fuego, en los televisores, los rayos y en el Sol; es decir en todas las estrellas. En el sistema solar el Sol representa el 99'86% de la masa total y es plasma, ¿qué queda para sólidos, líquidos y gases? CASI NADA

El plasma es una sopa de núcleos y electrones; los átomos ya no pueden retener sus electrones y éstos se mueven de manera algo caótica.

La bola de la imagen o la de la obra, genera el plasma mediante corrientes de mucho voltaje a alta frecuencia y así puede 'romper' el gas del interior y generar esos rayos. Cuando acercas la mano, el rayo va a tus dedos y por tu cuerpo la corriente baja hasta el suelo.

Si acercas a la bola de plasma un fluorescente o bombilla de bajo consumo verás que el campo eléctrico de la bola de plasma llega al tubo y ¡luce! En este caso la corriente sale de la bola de plasma, llega al fluorescente y luego a tu mano.

Experimenta

Con los voltajes elevados que tiene la bola de plasma todos los experimentos son del tipo ¡No lo intentes en casa! o ¡Realizar bajo la supervisión de un adulto! Así que van dos.

1. Enciende la bola de plasma en una habitación a oscuras y acerca a la bola el tubo fluorescente, comprobarás qué zona del fluorescente luce y dónde tienes que colocarlo.
   - Sujeta el fluorescente por diferentes lugares y trata de entender qué sucede.
   - Puedes probar con una bombilla de bajo consumo, que no es más que un fluorescente compacto.

2. **Quemar un papel**, este experimento te puede ayudar a comprender por qué se ponen pararrayos en las casa y por qué acaban en punta.
   - Coloca una moneda metálica en la parte superior de la bola. Una vez equilibrada,
   - Coloca un pequeño trozo de papel sobre la moneda.
   - Acerca un objeto metálico acabado en punta, como un clip estirado; verás que saltan chispas entre la moneda y el clip; ahora la electricidad huye hacia el suelo a través de tu cuerpo, pero y que entra por la punta del clip.

Efecto Punta

Los objetos puntiagudos atraen a los rayos, y los metales conducen bien la electricidad, por eso los pararrayos son metálicos y acaban en punta. Cuando el rayo viaja por las proximidades de un pararrayos es atraído, su enorme energía entra por la parte superior y se conduce hasta el suelo por un cable.

En la punta es un interesante artículo que José Miguel Viñas publicó en **De cero a ciencia**, el blog de ciencia del Heraldo de Aragón, una lectura de lo más recomendable. **http://blogs.heraldo.es/ciencia/?p=107** Podrás conocer los peligros de las tormentas eléctricas y un deporte de riesgo –de electrocución–, el golf.

Y el resto

Carrete Ruhmkorff

Es un transformador que convierte corriente continua de bajo voltaje, es decir el proporcionado por pilas en corriente alterna de alto voltaje y alta frecuencia. Por eso es capaz de producir pequeñas descargas o chispas; si sujetas cada uno de los polos con las manos… es lógico que te dé una descarga de alto voltaje. Pero no debes temer; la intensidad de la descarga es muy pequeña y por tanto sólo recibirás un calambre más o menos desagradable.

En la imagen puedes ver el carrete utilizado en la representación. Es portátil, está alimentado por una pila de 4’5 V y ya tiene sus añitos, es de principios del siglo pasado.

Imantador/Desimantador

Un metal se puede imantar ordenando los llamados ‘dominios magnéticos’, diminutas regiones que se comportan cada una como un pequeño imán. De la misma manera se pueden desordenar estos dominios y conseguir que pierda el magnetismo. Se consigue con una bobina por la que circula corriente. El de la imagen es el que aparece en la obra. También tiene sus añitos y lo heredó el Prof. Silvanio de su abuelo.

Pero no te dejes engañar, esto funciona para metales: si alguien te pretende vender imantadores de agua o pulseritas magnéticas que te harán sentir mejor o cosas por el estilo, debes saber que no existe ninguna prueba científica de que funcione. Casi seguro que se trata de un imán de unos céntimos de euro, envuelto en una cobertura plástica y que te lo ofrecen por muchísimo más de su valor.

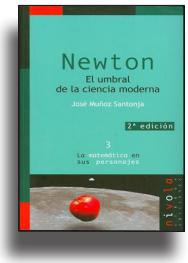
Para que experimentes

LAS ONDAS. LA LUZ Y EL SONIDO
ADOLF CORTEL ORTUÑO
ISBN 9788485840663

Muchas experiencias, la mayoría de ellas con materiales sencillos. Clasificados según el nivel de dificultad y los materiales necesarios. Tiene unos añitos, pero se conserva bastante bien –el libro-.

FQ EXPERIMENTOS, el blog de Manuel Díaz Escalera. Experiencias muy sencillas que puedes hacer en tu casa con materiales cotidianos.
http://fq-experimentos.blogspot.com.es/search/label/vibraci%C3%B3n%20y%20ondas

Para que conozcas mejor a los personajes



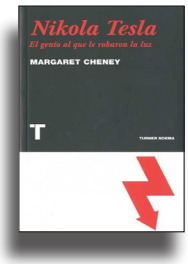
NEWTON. EL UMBRAL DE LA CIENCIA MODERNA
JOSÉ MUÑOZ SANTOJA
ISBN: 978-84-92493-55-5

Con este título tan poco comercial José Muñoz cuenta la vida de Newton, pero no como si fuera una 'vida de santos' sino hablando de lo bueno y lo malo de Sir Isaac.

TESLA, EL GENIO DE LA TECNOLOGÍA
SERGI AGUILAR
ISBN: 978-84-15016-13-7

Una biografía de Tesla para muy jóvenes. Aunque no seas tan joven, es una buena manera de aproximarte por primera vez al gran Nikola. Además hay una web de apoyo con más material.

http://www.nikolatesla.eu/



NIKOLA TESLA, EL GENIO AL QUE LE ROBARON LA LUZ
MARGARET CHENEY
ISBN: 978-84-7506-878-7

Más de 400 páginas muy bien documentadas sobre la vida y obra de Tesla. Cuenta su vida, el ambiente en que vivió, sus numerosos éxitos y sus frecuentes fracasos. De lo más interesante para conocerle a fondo.

Esta guía se acabó de escribir en Zaragoza, en junio de 2012.
Cualquier sugerencia será bien recibida en el correo:
cienciaviva@aragon.es

http://pai.com.es

http://cienciaviva.educa.aragon.es

CC Algunos derechos reservados.
No se permite un uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, la distribución de las cuales se debe hacer con una licencia igual a la que regula la obra original.

BY NC SA