

Colegio Alejandro Guillot

Preparatoria

INC UNAM 1298



5º Congreso Estudiantil de Investigación del Sistema incorporado 2017

Ciclo escolar 2016-2017

Proyecto: “La magia de la física”

Clave del proyecto: CIN2017A20021

Carlo Giovanni Díaz Santiago

Ricardo López Cruz

Leonardo Tomás Martínez Trueba

Mauricio Meneses Martínez

Guillermo Robles Maldonado (Asesor)

Área: Ciencias físico-matemáticas y de las ingenierías

Disciplina: Física

Tipo de investigación: de campo

Ciudad de México

Febrero 10 de 2017

Índice

RESUMEN.....	3
ABSTRACT	4
INTRODUCCIÓN.....	5
Planteamiento del problema	5
Objetivo general	5
Objetivos específicos.....	6
FUNDAMENTOS TEÓRICOS	6
Hipótesis	9
METODOLOGÍA.....	10
RESULTADOS	13
CONCLUSIONES.....	14
REFERENCIAS	15

RESUMEN

El estudio de los fenómenos que nos rodean proporciona un mejor entendimiento de la naturaleza y principios que rigen el mundo en el que vivimos. Debido a que estamos sujetos a nuestro sentido común resulta complicado entender el enfoque total que la ciencia intenta exponer. Sin embargo, la aplicación del conocimiento permite predecir y controlar los acontecimientos de nuestro ambiente, así es como logramos crear situaciones que gracias a la aplicación de la física lucen como mágicas.

Nuestro proyecto tiene un propósito de ayuda social para demostrar que la física puede ser útil como entretenimiento para un grupo particular de espectadores. Tenemos como objetivo aplicar la física de una forma que cause asombro, probando su contraparte divertida.

El grupo al que se enfoca este proyecto está constituido por niños y jóvenes que, debido a situaciones especiales han quedado huérfanos o con problemas de salud. Nuestra prioridad es llevar a estos niños una aplicación de la ciencia que haga más llevadera su situación y demostrar por qué es importante conocer de dichos fenómenos. Para llevar a cabo este fin se desarrollarán tres experimentos encaminados a resultar sorprendentes, mágicos para la audiencia antes mencionada y justificar sus causas.

Consideramos que la divulgación científica es una parte fundamental del desarrollo de todas las ciencias. Dado que el conocimiento pertenece a todos, es nuestro deber incitar a los más jóvenes a perder el miedo que se tiene frente a esta ciencia que, como se ha demostrado, puede ser fascinante y maravillosa.

ABSTRACT

The study of the phenomena that surround us provides a better understanding of the nature and principles that rule the world in which we live. As we are subject to our common sense it is difficult to understand the total approach that science tries to expose. However, the application of knowledge allows to predict and control the events of our environment, this is how we create situations that, due to the application of physics, look like magic.

Our project holds a purpose focused on social aid and support to demonstrate that physics can be as useful as entertainment for a particular group of viewers. As the main objective, we pretend to apply physics in a way that causes astonishment, testing its fun counterpart.

The group that this project is focused on is constituted by children and young adolescents who, due to special circumstances, must live as orphans or have serious health problems. Our priority is to bring these children an application of science that could make their situation a little bit more bearable and demonstrate why it is important to know about these phenomena.

To accomplish this goal, three experiments will be developed in order to surprise, seem magic for the audience and to justify their causes.

We believe that scientific divulgation is a fundamental part of the development of all sciences. Since knowledge belongs to everyone, it is our duty to encourage young people to lose their fear to this science which and, as shown, can be fascinating and wonderful.

INTRODUCCIÓN

La rutina monótona que un infante lleva en una institución que cuida de él cuando sus padres están ausentes representa un obstáculo para el desarrollo de su curiosidad. Entre otras cosas, está limitado su entendimiento sobre el mundo que lo rodea, ya que debe atender otros asuntos que, de acuerdo a su situación, resultan prioritarias.

Poco podemos hacer para solventar esta situación y lo mismo se puede decir sobre los niños hospitalizados. Sin embargo, consideramos que la perspectiva mágica de los fenómenos físicos es una forma de asombrar a los espectadores, especialmente si se trata de niños. De esta forma podemos contribuir a hacer más llevadera su estadía en dichas instituciones.

La divulgación científica en ocasiones parece estar restringida para los más privilegiados ya sea económica o académicamente, excluyendo a las personas que no tienen acceso una educación de calidad. Esta situación limita a sujetos potenciales en el desarrollo de la ciencia, si bien podrían ser pocos, debido al elevado número de niños y jóvenes con escasa formación académica se puede afirmar que una gran cantidad de gente capaz no puede aprovechar su potencial.

Con este proyecto pretendemos realizar una labor social aprovechando las herramientas que la física nos aporta. Si bien los experimentos a realizar están sustentados en bases teóricas convencionales y sin demasiada innovación inventiva, el principal enfoque de este proyecto es encontrar un punto de convergencia entre los fundamentos objetivos de la física y el apoyo humanitario.

Planteamiento del problema

- ¿De qué manera podemos entretener a niños enfermos o que enfrentan alguna situación de abandono utilizando la física?
- ¿Qué efecto tendrá en ellos?
- ¿Podremos lograr que se interesen en esta y otras ciencias?

Objetivo general

Crear una serie de experimentos cuya naturaleza sea aparente mágica, pero esté justificada por una base teórica; con el fin de entretener a un grupo de niños dentro de una casa hogar u hospital.

Objetivos específicos.

- Despertar el interés por las ciencias en los niños pequeños.
- Contribuir a la divulgación científica y demostrar que la aplicación de la física es divertida e interesante, a pesar de tener una parte teórica.
- Terminar con el prejuicio que se tiene sobre las ciencias que son en extremo difíciles y se requieren habilidades específicas para ser competente en su área de estudio.
- Proporcionar a los niños un tiempo que los haga olvidar su rutina monótona y alejada de otras actividades.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Existe un sinnúmero de fenómenos en la naturaleza que desde épocas remotas siempre han asombrado al ser humano, al principio consideradas como efectos “mágicos” o sobrenaturales al no encontrar sustento lógico o fundamentos científicos que los justificaran, pero como ha ido avanzando la humanidad, las ciencias naturales como la física, han encontrado respuestas a las preguntas que generan estos fenómenos. Sin embargo, hoy en día, los efectos que causan estos acontecimientos físicos siguen asombrando al ser humano.

El conocimiento del magnetismo tiene su origen en la antigüedad hace aproximadamente 2000 años en la observación de que ciertas piedras naturales conocidas como magnetita (un óxido de hierro) encontrada en la ciudad de Magnesia, en Asia Menor tienen cierta propiedad de atraerse entre sí y también a pequeños trozos de hierro. Este fenómeno se conoce como magnetismo y los cuerpos que presentan esta propiedad, imanes.

Existen imanes naturales como la magnetita y otros elementos, hierro cobalto, níquel que poseen esta propiedad y artificiales producidos por la circulación de corrientes eléctricas en materiales conductores.

El campo magnético es la región del espacio que rodea a un imán en el cual se manifiestan sus efectos magnéticos siendo dos las regiones que lo conforman, el polo norte y el polo sur.

Se definen fuerzas de atracción entre los polos opuestos de los imanes (norte con sur) y fuerzas de repulsión entre polos del mismo tipo (norte con norte y sur con sur).

Existen diferentes tipos de magnetismo, siendo el más conocido el ferromagnetismo llamado así por el elemento químico hierro (Fe). El ferromagnetismo sucede debido a la alineación de los polos de todos los átomos del material en una misma dirección.

Sin embargo, los materiales ferromagnéticos (hierro, níquel, cobalto) pueden presentar regiones separadas cuyos polos no están alineados en las mismas direcciones y no presentan características magnéticas. En estos casos se utiliza un imán para que una región tenga suficiente fuerza y lleve a los demás átomos a alinear sus polos.

Otra clase es el diamagnetismo. Debido a que los campos magnéticos externos generan cambios en los electrones de los objetos sin campo magnético de modo que sus polos quedan alineados. Sin embargo, esta atracción es muy débil y solo puede ser observada con ciertas sustancias diamagnéticas como el agua o la madera, ocasionando una repulsión sutil de los objetos sin necesidad que exista contacto físico.

La teoría moderna del magnetismo establece que este fenómeno se debe al movimiento de los electrones en los átomos de las sustancias, es decir, es una propiedad de la carga en movimiento estando estrechamente relacionada con el efecto eléctrico dando origen al principio de la teoría electromagnética. La polaridad magnética, según esta teoría está íntimamente relacionada con su movimiento de *spin* o giro sobre su propio eje y el movimiento que tiene alrededor del núcleo atómico.

La fuerza magnética se produce por el movimiento de electrones o partículas cargadas. En los imanes naturales o en los electroimanes se manifiesta por la existencia de micro corrientes que dan lugar a líneas de campo magnético cerradas que salen del material y vuelven a entrar a él a través de zonas denominados polos magnéticos.

El electromagnetismo es un fenómeno físico donde corrientes eléctricas tienen acción sobre campos magnéticos.

La levitación magnética se conoce como el fenómeno por el cual un material puede elevarse y quedar suspendido en el aire sin ningún apoyo gracias a la repulsión existente entre los polos iguales de dos imanes o bien debido a lo que se conoce como “efecto Meissner”, que es una propiedad inherente a los superconductores y consiste en que cuando un superconductor se enfría por debajo de determinada temperatura, si se le aplica un campo magnético externo, en el interior del superconductor el campo magnético se anula. De esta manera, cuando se acerca un imán a un superconductor,

el superconductor se convierte en un imán de polaridad contraria de modo que “sujeta” al otro imán sobre él. Pero, al contrario que un imán normal (que haría que el otro imán se diera la vuelta y se quedase pegado a él), un superconductor cambia el campo magnético cuando el exterior lo hace, compensándolo, de modo que es capaz de mantener el otro imán fijo en el aire. Se genera una fuerza magnética de repulsión la cual es capaz de contrarrestar el peso del imán produciendo así la levitación del mismo. De hecho, si se aleja el imán del superconductor una vez está cerca, éste cambia de polaridad y lo atrae lo suficiente para mantenerse a la misma distancia. Por lo tanto, un objeto estará bajo levitación magnética cuando la fuerza generada por la repulsión electromagnética es lo suficientemente fuerte para equilibrar el peso del objeto.

Todos los sistemas que utilicen levitación magnética para sustentar elementos ferromagnéticos deben contar, por lo menos, con dos elementos: un sistema eléctrico, constituido por una fuente variable de voltaje y una bobina; un sistema electromecánico, que utiliza la energía eléctrica almacenada en la bobina en forma de campo magnético para compensar la energía mecánica. Esta última relación se comprueba físicamente como el equilibrio de fuerza magnética y mecánica.

Un imán de neodimio es el tipo de imán de tierras raras más extensamente utilizado. Se trata de un imán permanente hecho de una aleación de neodimio, hierro y boro, combinados para formar un compuesto que cristaliza en el sistema cristalino tetragonal. Los imanes de neodimio son los más poderosos tipos de imanes permanentes hechos por el hombre. Han reemplazado a otros tipos de imanes en muchísimas aplicaciones de la industria moderna que requieren imanes permanentes de gran poder; aplicaciones tales como la fabricación de motores en herramientas inalámbricas, discos duros, y sellos magnéticos.

Las ondas son representaciones de perturbaciones físicas que se utilizan como medio de transmisión de energía. Los parámetros que las caracterizan son su amplitud, frecuencia, longitud de onda, periodo y velocidad de propagación. Se clasifican en: ondas mecánicas (perturbaciones físicas a través de un medio material elástico, como el sonido) y en ondas electromagnéticas (perturbaciones físicas que se pueden transmitir por cualquier medio material o el vacío, como la luz). También se clasifican en ondas transversales y longitudinales, viajeras o estacionarias.

El sonido es una onda mecánica longitudinal que se propaga por un medio elástico y cuyo efecto se percibe en los seres vivos mediante sensaciones auditivas.

Las ondas sonoras producidas por la vibración de los objetos se transmiten ocasionando fluctuaciones de presión en el medio. La frecuencia relaciona el número de veces que ocurre un evento por cada unidad de tiempo. Son propiedades del sonido su intensidad, que depende de su amplitud; el tono, que depende de la frecuencia; y el timbre, que depende de la forma de la onda.

Para las ondas sonoras, una mayor frecuencia corresponde a una menor longitud de onda produciendo un sonido de tono más agudo, una frecuencia baja corresponderá a sonidos de tonos más graves.

La luz es una radiación electromagnética capaz de afectar o ser percibida por el sentido de la vista. Tiene un comportamiento dual, es decir, se comporta como onda (teoría ondulatoria) y como partícula (teoría corpuscular). Sus características principales son que viaja en línea recta con velocidad finita ($c = 3 \times 10^8$ m/s), se propaga en el vacío y presenta los fenómenos de reflexión, refracción, difracción y polarización.

La reflexión de la luz es el fenómeno que se presenta cuando un haz luminoso que viaja en un medio, al llegar o incidir sobre la superficie lisa de otro medio choca y regresa su medio original sin modificar sus características.

La refracción es la desviación o cambio de dirección de la luz cuando pasa oblicuamente de un medio a otro de diferente densidad.

Hipótesis

Si se coloca un material ferromagnético dentro de un campo magnético con la fuerza suficiente para contrarrestar la fuerza de gravedad, entonces dicho cuerpo flotará

Si un haz de luz es sometido a diferentes frecuencias de sonido, se verá afectado de tal forma que podamos ver el comportamiento de frecuencias y volúmenes.

Si se colocan imanes permanentes dentro de un electroimán con las polaridades adecuadas, entonces los imanes permanentes se desplazarán dentro del electroimán.

Si experimentos de física recreativa pueden generar momentos de alegría en niños en condiciones familiares y de salud estables, entonces también pueden despertar esos momentos de alegría en niños con problemas familiares o de salud.

METODOLOGÍA.

Se presentan tres experimentos, dos de ellos basados en el efecto del magnetismo y uno más en efectos de ondas mecánicas, el sonido y electromagnéticas, la luz.

Experimento No 1.- La luz que baila

La preparación del equipo para replicar el fenómeno utiliza materiales concretos y sigue un proceso sencillo. Primero se debe cortar un tubo plástico, en este caso una botella, y en un extremo se coloca un globo cortado, terminando con un aspecto similar al de un tambor. A la superficie del globo se le adhirió un pedazo de disco compacto para que pudiera reflejar el rayo de luz.

Se utilizó una bocina en la cual se colocó el tubo de plástico descrito anteriormente. Con un puntero láser se pudo reflejar el haz de luz en el pedazo de disco compacto. A continuación, se produjeron replicaron desde 80 hasta 140 Hz.

Las ondas de sonido son ondas tridimensionales debido a que necesitan un medio para propagarse. Aprovechando este comportamiento se pudo realizar el experimento. Si bien no es un experimento que otorgue suficientes datos para un análisis analítico debido a que los materiales y su disposición no están contemplados para un estudio riguroso, más bien para su representación visual.

Las vibraciones de la bocina fueron transferidas al globo en el tubo de plástico, de modo que la luz reflejada osciló en una superficie lisa. Se observó claramente cómo se formaba una trayectoria definida, debido a la velocidad de propagación el haz de luz dibujaba figuras cerradas específicas para cada frecuencia. Con frecuencias bajas se formaron óvalos amplios que disminuían en tamaño conforme aumentaba la frecuencia. Al aumentar la intensidad del volumen las figuras aumentaron en tamaño, a medida que siguió aumentando la intensidad, en algunas frecuencias se observó un cambio en la figura, entrecruzamientos, desplazamientos

El experimento se ve limitado a unas cuantas frecuencias, haciendo que se vuelva repetitivo; por ello, decidimos utilizar piezas musicales para observar un conjunto de ondas interactuando al mismo tiempo. El comportamiento del haz cambió drásticamente, pues en vez de formarse figuras regulares más bien se asemejaba a una maraña de estambre, creciendo y contrayéndose a medida que el ritmo cambiaba.

Se trata de un fenómeno ampliamente visual, cuya explicación es bastante sencilla si se mantiene apegado a las generalidades. Lo consideramos apropiado por su versatilidad, ya que incluye un estímulo visual y uno auditivo, en donde se pueden ligar ambos fenómenos para explicar la naturaleza del experimento.

Experimento No. 2.- Tren de levitación magnética

La levitación es un fenómeno que siempre ha cautivado la imaginación del ser humano. Hoy en día, se conocen unos cuantos mecanismos físicos que permiten “sostener” un objeto flotando sin contacto mecánico alguno con el suelo. No obstante, cuando se pretende extrapolar este atractivo fenómeno a sistemas de interés científico o tecnológico, aparecen serias dificultades.

En un sistema de transporte que incluye la suspensión, guía y propulsión de vehículos, principalmente trenes, utilizando un gran número de imanes para la sustentación y la propulsión se basan en el principio de la levitación magnética.

La tecnología de levitación magnética se caracteriza por prescindir del contacto físico entre el tren y la vía por la que circula. La suspensión en el aire se alcanza mediante un juego de fuerzas magnéticas en el que el tren se mueve sobre un riel de acero gracias a los electroimanes que tiene adosados en la parte inferior.

Los trenes electromagnéticos que se usan en el transporte se apoyan en el concepto de la repulsión electromagnética a diferencia de los trenes convencionales los cuales no pueden llegar a la velocidad alcanzada por los trenes denominados “Maglev” debido a que en estos últimos la fricción sólo se produce con el aire, por lo que se minimiza este efecto.

En este experimento simulamos el principio de funcionamiento de un tren Maglev con un tren de juguete a escala elaborado por nosotros, poderosos imanes de neodimio y materiales de complemento cuya lista se anota a continuación:

-2 tiras de acrílico de 60 cm de largo, 5 de ancho y .3 de grosor.

-madera de 60 cm de largo y 6 de ancho, y .4 de ancho.

-60 imanes de neodimio de 0.5 cm de radio

-8 imanes de 2 cm de largo y 1 de ancho.

-Pegamento industrial.

-Silicón.

-Modelo de Tren.

-Decoraciones.

-madera balsa y acrílico.

El procedimiento de elaboración del prototipo fue el siguiente:

- Colocar sobre una superficie plana, la madera balsa y con su debida medida.

- Cortar el acrílico con la medida indicada, igualada al de la base de el "riel" (Madera balsa).

- Pegar los imanes de 1 cm de separación (30 imanes de cada lado), con cemento industrial, de un lado mirando a un polo, y del otro lado, con orientación invertida.

- Cortar un modelo de 10 cm para elaborar el prototipo del tren.

- Colocar los imanes abajo del modelo de tren con pegamento industrial.

- Cortar y pegar las decoraciones.

- Pegar las imágenes del riel sobre los imanes.

- Colocar el modelo del tren sobre el riel y deslizarlo.

Finalmente se hicieron varias pruebas para verificar la levitación magnética del tren y comprobar el efecto Meissner.

Con este principio se pudo crear un tren de levitación magnética capaz de flotar gracias a la fuerza repulsiva que generan los imanes permitiendo también un rápido desplazamiento sobre la superficie donde se puede ejercer la fuerza.

Cuando realizamos el experimento pudimos comprobar nuestra hipótesis anterior al ver los efectos de éste ya que al colocar los imanes de neodimio a cierta distancia en lo que sería el riel del tren, por un lado los colocamos observando carga positiva y del otro de carga negativa y posteriormente realizamos lo mismo en lo que sería el vagón del tren para que así este diera el efecto de estar flotando mediante la levitación magnética, se esperaba que al ver esto los niños de la institución social lo viesen como algo mágico.

Experimento No. 3.- Clavos suspendidos

En este experimento se representó el fenómeno físico del magnetismo que consiste en la atracción o repulsión de dos materiales, en este caso se usó níquel y hierro donde ambos tienen propiedades magnéticas muy altas lo que ayudo a que el experimento se desarrollara de una mejor manera donde utilizamos la atracción como el centro de nuestro experimento, se eligió este experimento ya que cumplía con nuestros objetivos

planteados y era posible su realización además de tener un fundamento teórico detrás del fenómeno mágico que intentábamos realizar.

Para la realización del mismo se utilizaron materiales reciclados y de bajo costo con el fin de crear un experimento sencillo pero eficiente para así poder también reducir los desechos que este generara durante el proceso de realización del experimento.

Se utilizaron palitos de madera de diversas medidas, un imán pequeño, un cuarto de papel cascarrón, clavos de hierro e hilo de nilón, para el proceso primero se cortaron los palitos de madera a medidas exactas y se construyó una estructura sobre el papel cascarrón que sería nuestra base, la estructura formada fue un prisma con los palitos, posteriormente al centro de la estructura se colocó un palito mas donde en la parte superior se colocó el imán que quedo justo al centro de cualquier punto del prisma, se fijaron bien todos los palitos para que no se movieran posteriormente debido a la fuerza de atracción del imán, una vez situado todo en su lugar se amarraron los clavos en el hilo de nilón a cada vértice del cubo y a la mitad de la arista superior por lo que se fijaron 10 clavos.

Posteriormente se colocaron a una distancia exacta en donde la fuerza de atracción jalara los clavos al imán pero que estos no mantuvieran contacto con el imán para que representara el efecto de que los clavos se encontraban flotando dentro del prisma, cabe destacar que se utilizó hilo de nilón ya que este es delgado y resistente y tiende a ser transparente para lograr mejor el efecto de que los lados se encuentran flotando alrededor del imán y que no mantienen contacto tampoco con la estructura, una vez que todos los clavos se encontraron en su lugar se colocó un marco de cartón corrugado de color verde alrededor de la estructura para ocultar las uniones entre los palitos y darle una presentación más llamativa al experimento y que los colores lograran captar la atención de quien observase el experimento, una vez colocado el marco se revisó de que los clavos no hubieran modificado su posición inicial y así se concluyó el proceso de construcción de nuestro experimento.

RESULTADOS

Los resultados fueron positivos y de acuerdo a lo planeado.

Asistimos al AMANC, institución dedicada al tratamiento de niños con cáncer. En este lugar realizamos la presentación de nuestros experimentos con el fin de cumplir

nuestros objetivos los cuales eran darle un enfoque al proyecto de ayuda social y generar un interés en los niños por el estudio científico. Nuestros experimentos, al ser presentados con algunos niños de esta institución tuvieron un resultado positivo ya que se logró que generaran curiosidad en los niños y que pudieran interactuar con un fenómeno que los impresionara, pero con un sustento teórico y fundamentado por la física. También logramos generar en estos niños que se encuentran en un estado de salud delicado, unos momentos de curiosidad, aprendizaje y diversión ya que los niños tuvieron la oportunidad no sólo de ver los experimentos sino de interactuar con ellos. Así mismo, logramos representar el fenómeno físico dentro de un experimento y lograr que este tuviera una representación aparentemente mágica.

CONCLUSIONES

Logramos que los experimentos funcionaran con ese toque “mágico” de asombro para los espectadores: luces que se mueven formando figuras caprichosas y elegantes, un tren de juguete que se sostiene y puede desplazarse levitando en el espacio y la sensación de los clavos que se mantienen fijos como si flotaran en el espacio dirigiéndose a un punto común.

Sin embargo, el resultado más satisfactorio de nuestro proyecto es el observar el efecto que la presentación de estos experimentos produjo en los niños de la institución: asombro en algunos de ellos; inquietudes y emociones en otros, haciendo preguntas del porqué de los efectos, logrando momentos de alegría en ellos y despertando su interés por este tipo de fenómenos naturales.

Concluimos que esta presentación sirvió como medio de divulgación de esta ciencia tan fascinante de una manera, sencilla, divertida pero interesante.

REFERENCIAS

Resnick, R. (2010). Física (Vol. 1 y 2). México: Patria.

Tippens, P. (2011). *Física. Conceptos y aplicaciones*. México: McGraw-Hill.

Onda sonora. (s.f.) En Wikipedia. Recuperado el 19 de octubre de 2016 de https://es.wikipedia.org/wiki/Onda_sonora

Sonido. (s.f.) En Wikipedia. Recuperado el 19 de octubre de 2016 de <https://es.wikipedia.org/wiki/Sonido>

Muller, D. [Veritaserum]. (2013, septiembre 23). How Special Relativity Makes Magnets Work. Recuperado el 19 de octubre de 2016 de <https://www.youtube.com/watch?v=1TKSfAkWWN0>

Reich, H. [Minute Physics]. (2013, septiembre 23). MAGNETS: How Do They Work? Recuperado el 19 de octubre de 2016 de <https://www.youtube.com/watch?v=hFAOXdXZ5TM&t=2s>

Ángel Franco García. (2007). Levitación magnética. 9 de febrero de 2016, de Curso Interactivo de Física en Internet Sitio web: http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica_/elecsmagnet/materiales/superconductor/superconductor.html

Pablo G. Bejerano. (2013). Maglev: cómo funcionan los trenes de levitación magnética. 9 de febrero de 2016, de Blogthinkbig Sitio web: <http://blogthinkbig.com/maglev-trenes-levitacion-magnetica/>

Magnetismo (S.F) Endesa Educa, recuperado el 11/02/2017 de http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/conceptos-basicos/magnetismo