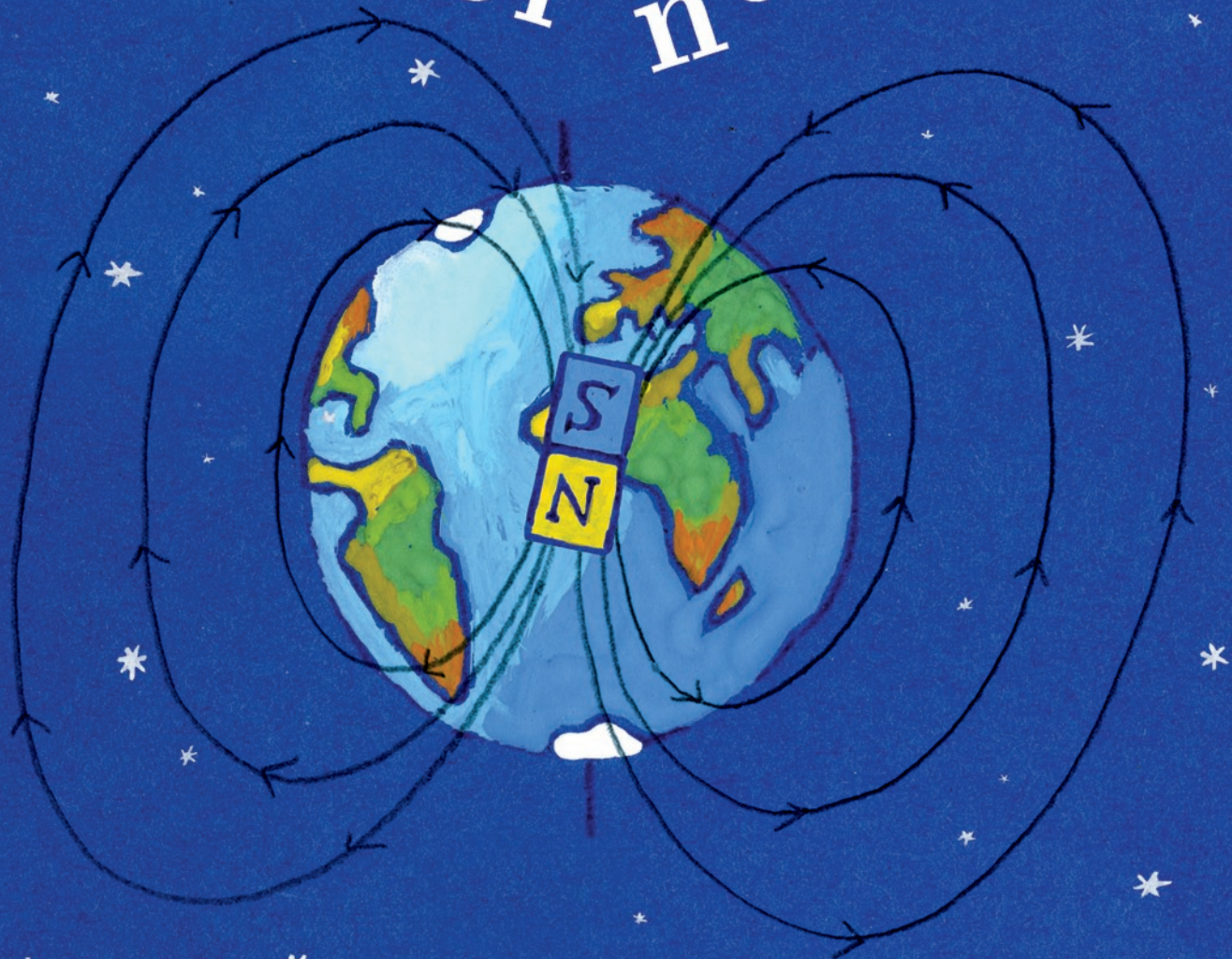


buscando el norte





Primera edición: Septiembre 2012
© EU-UNAWA, 2012

© Eloi Arisa, Jordi Mazón, Rosa M. Ros, 2012 por el texto

© Maria Vidal, 2012 por las ilustraciones.

Edición:
Jaime Fabregat Fillet y Rosa M. Ros Ferré

Revisión de los textos:
Jordi Gutiérrez y Carme Alemany

Diseño gráfico:
Maria Vidal

El libro “Buscando el Norte” ha sido financiado con fondos del Seventh Framework Programme ([FP7/2007-2013]) de la Comunidad Europea bajo el acuerdo nº 263325

Depósito Legal: B-34006-2012
Impreso en la UE
ISBN: 978-84-15771-09-8

buscando el norte

Eloi Arisa
Jordi Mazón
Rosa M. Ros

EU-UNAWA, 2012



El Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) es una institución comprometida con UNAWE y EU-UNAWWE. Con un claro espíritu de conexión con todos los países hispanos, el CSIC presta su apoyo a los trabajos de ambos programas en español pensados para los niños que hablan una misma lengua que les une.

www.csic.es



EU-UNAWWE es un proyecto didáctico de la Unión Europea basado en el programa UNAWE. Ambos proyectos utilizan la belleza y la grandeza del Universo para alentar a los niños pequeños, en particular a los de medios desfavorecidos, a que tengan interés en la ciencia y la tecnología, y para fomentar su sentido de ciudadanía global desde la más temprana edad. Aunque UNAWE fue fundada en 2005, ya está activa en 40 países y cuenta con una red global de más de 500 astrónomos, profesores y educadores.

EU-UNAWWE está dirigido a implementar actividades de sensibilización acerca del Universo en seis países en tres años: Alemania, España, Italia, Países Bajos, Reino Unido y Sudáfrica. El proyecto incluye la organización de cursos de formación docente y desarrollo de material práctico para niños. A largo plazo, EU-UNAWWE pretende ayudar a producir la próxima generación de científicos europeos y hacer que los niños de las zonas desfavorecidas se den cuenta de que son parte de una comunidad mucho más grande: Europa.

es.unawe.org

Introducción

En astronomía, en muchas ocasiones, se utiliza la brújula como un auxiliar para orientar los instrumentos e incluso algunos modelos. La dirección señalada por la brújula coincide prácticamente con la dirección meridiana, es decir la dirección Norte-Sur. Dado que la diferencia es modesta, la brújula es el instrumento más cómodo para orientarse cuando no se necesita mucha precisión.

Pero, ¿por qué la brújula apunta al Norte, siguiendo aproximadamente un meridiano? La respuesta se halla en el campo magnético que genera nuestro planeta, el cual también está estrechamente relacionado, por ejemplo, con las espectaculares auroras boreales y australes (Figura 1). El campo magnético nos protege de las partículas ionizadas que nos llegan del Sol por el viento solar y de los rayos cósmicos permitiendo que se dé la vida en nuestro planeta.

En general, en los centros educativos el magnetismo terrestre no se suele incluir dentro del ámbito astronómico. Sin embargo, como en astronomía se utiliza muchas veces la brújula, es conveniente explicar qué relación existe entre el eje de rotación de la Tierra y el campo magnético terrestre. Las brújulas se usan para

orientar los relojes de sol que se rigen con el movimiento aparente de este astro en torno al eje del mundo, para orientar el eje de un telescopio ecuatorial según el eje de rotación terrestre respecto al que vemos girar toda la bóveda celeste, y asimismo se usan en muchos modelos didácticos que precisan ser orientados. Para explicar de forma científica cómo funciona una brújula, el primer paso es introducir de manera simplificada el magnetismo terrestre.

Figura 1: Aurora boreal en Laponia. Se puede distinguir la Osa Mayor entre las luces rojizas de la aurora (Sakari Ekko, Finlandia).



¿Por qué hay campos magnéticos y cómo funciona un imán?

Para explicar en la escuela el porqué de la fuerza magnética y el campo magnético asociado un buen punto de partida es hablar de átomos. Imaginemos que pudiéramos ir dividiendo una galleta en mitades, cada vez más pequeñas. Llegaría un momento en que el trozo de galleta sería minúsculo. Podemos pensar que la estructura más pequeña de cualquier cuerpo que nos rodea, y que observamos a nuestro alrededor, es el átomo. Éste está formado por pequeñas partículas. Fundamentalmente son los neutrones y protones, que se encuentran unidos formando un núcleo, y los electrones que dan vueltas a su alrededor (Figura 2). (Actualmente sabemos que a su vez estas partículas están formadas por otras, pero como estos detalles no son indispensables para explicar el magnetismo, no los vamos a mencionar).

Dos de estas partículas tienen una propiedad que se llama carga eléctrica. Los electrones la tienen negativa, y los protones positiva. Los neutrones no tienen ninguna carga. Resulta que, en general, los cuerpos y objetos tienen el mismo número de electrones y protones, de forma que unas cargas compensan a otras, así que los cuerpos no tienen carga

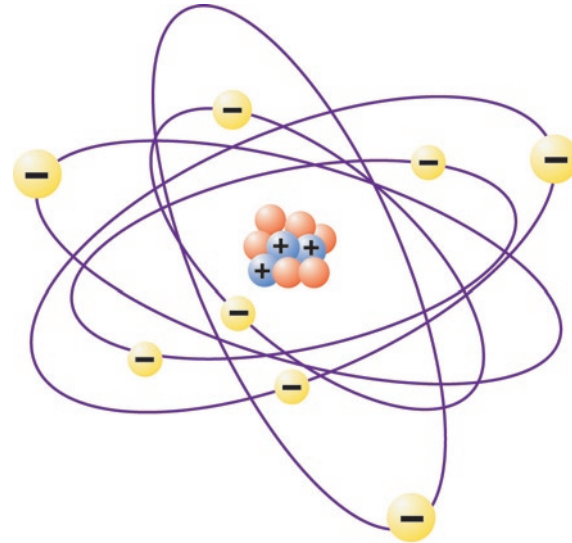


Figura 2: Estructura de átomo.

global. A veces, sin embargo, podemos añadir electrones a un átomo que, en consecuencia, adquiere carga negativa (hay más electrones que protones). O a veces podemos arrancar electrones y, entonces, el átomo adquiere carga positiva, ya que hay más protones que electrones.

La mayor parte de los átomos difícilmente se encuentran libres a nuestro alrededor, ya que se unen en parejas o grupos. Estas uniones se realizan dando electrones, como lo hace el hierro, o compartiéndolos, como lo hacen otros elementos.

Cuando dos átomos de hierro se unen ambos dan electrones. Estos electrones forman una nube alrededor de los átomos.

Cuando un átomo con carga eléctrica, o bien una de estas cargas eléctricas aisladas, se mueve, hace que a su alrededor aparezca una región donde se hacen presentes los llamados efectos magnéticos, denominada campo magnético, como la que generan los imanes. De hecho un imán no es más que un material que tiene muchas cargas moviéndose y generando lo que conocemos como campo magnético, o

magnetismo. Éste es totalmente invisible por nuestros ojos e imperceptible por nuestros sentidos. Sin embargo, hay una manera sencilla de detectar esta fuerza magnética invisible, y es mediante la observación de sus efectos. Un imán genera una fuerza de atracción que puede visualizarse disponiendo alrededor de éste limaduras de hierro.

Como se ha mencionado, los átomos de hierro al unirse dejan electrones liberados alrededor de los átomos. Esta nube de electrones puede desplazarse creando una corriente eléctrica, generando así un campo magnético que puede interactuar con los campos magnéticos generados por imanes.

Experimento 1: La pila que atrae limaduras de hierro

Las cargas en movimiento generan un campo magnético. Para visualizar este fenómeno podemos hacer un pequeño experimento.

Material:

Una pila de 9 voltios, o usamos varias pilas hasta sumar 9 voltios (tal como se ve en la fotografía)

Cable eléctrico

Limaduras de hierro

Un clavo

Procedimiento:

Enrollamos un cable eléctrico a un clavo y conectamos los dos polos de la pila con los extremos del cable y lo acercamos a limaduras de hierro. La corriente que circula por el cable da lugar a un movimiento de electrones. Estos generan un campo magnético del que podemos ver los efectos ya que hace que se muevan las limaduras de hierro cuando circula la corriente, es decir, cuando hay un flujo de electrones.

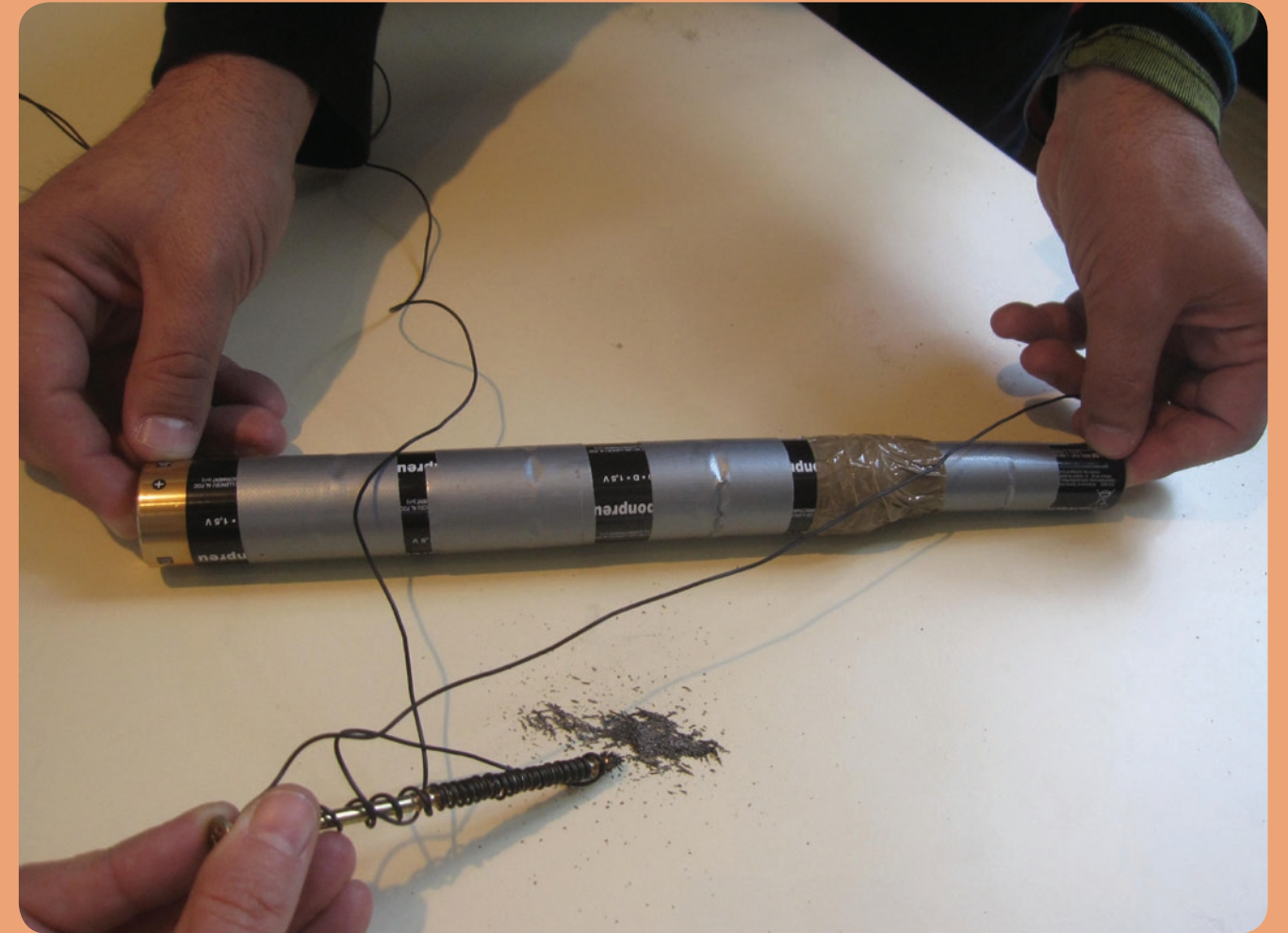


Figura 3. Varias pilas conectadas a un cable eléctrico para mostrar el movimiento de las virutas de hierro cuando circula corriente.

¿Cómo atraen los imanes?

Los movimientos de electrones alrededor del núcleo atómico no son más que pequeñas corrientes circulares que generan una fuerza magnética débil llamada dipolo magnético.

Si los electrones giran en sentido contrario a las agujas del reloj (a la izquierda de la figura 4), la fuerza magnética apuntará hacia arriba. Si las cargas negativas giran en el sentido de las agujas alrededor del núcleo atómico, la fuerza magnética apuntará hacia abajo (a la derecha de la figura 4).

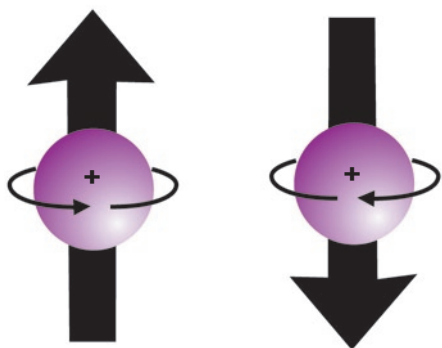


Figura 4: Si los electrones giran en sentido antihorario, la fuerza magnética apunta hacia arriba. Si el giro de las cargas negativas es en sentido horario, la fuerza magnética apunta hacia abajo.

En general, las orientaciones de los dipolos magnéticos se encuentran distribuidas al azar, de modo que las fuerzas de unos se compensan con las de otros (Figura 5). El resultado global es que normalmente los cuerpos que nos rodean no crean un campo magnético.... excepto en el caso de los imanes (Figura 6).

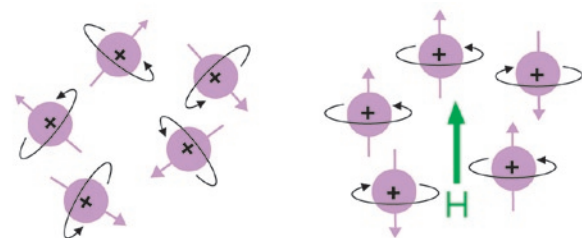


Figura 5: Un material cualquiera no imantado. Los dipolos magnéticos se compensan entre sí, siendo nulo el campo magnético global.

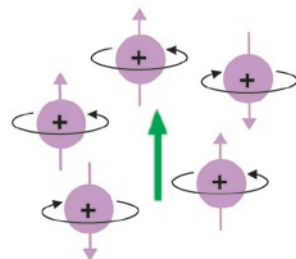


Figura 6: Un imán. Los dipolos se orientan en una determinada dirección, apareciendo un campo magnético global.

¿Cuál es la peculiaridad de los imanes? En ellos, estas pequeñas corrientes de electrones alrededor del núcleo atómico no se disponen al azar, la mayoría giran en un mismo sentido, de modo que las pequeñas fuerzas magnéticas generadas no se compensan unas con otras sino que se refuerzan y amplifican, dando como resultado una fuerza magnética. Es el caso de la magnetita, un mineral que podemos encontrar en la naturaleza y que se comporta como un imán.

Cuando la magnetita, o un imán, se acerca a un trozo de hierro, el campo magnético generado alinea las corrientes eléctricas del hierro, creando un campo magnético. Los dipolos magnéticos del hierro se orientan entonces todos en una misma dirección, y éste pasa a comportarse como un imán durante cierto tiempo, hasta que los dipolos nuevamente se desorientan y se disponen al azar, volviendo a compensar entre sí las pequeñas fuerzas magnéticas que generan (Figura 7).

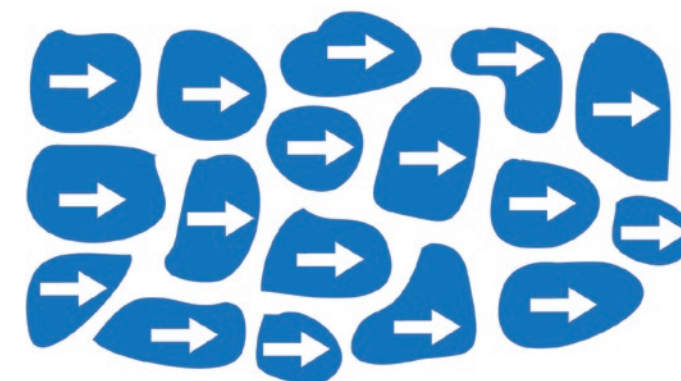
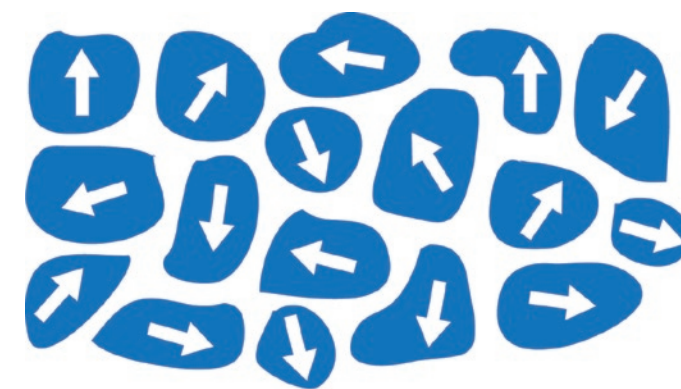


Figura 7: Arriba desorientados, abajo orientados.

Experimento 2: Atraer un clip con un trozo de magnetita y después con un imán

Mostramos los efectos del campo magnético sobre un clip: primero con un trozo de magnetita y después con un imán.

Material:

Un imán
Magnetita
Un clip de metal (figura 6).

Procedimiento:

Acercamos un clip a un trozo de magnetita o a un imán. De hecho, al frotar el clip con el imán el clip se magnetiza y pasa a actuar como un imán.



Figura 8: Clips atraídos por un fragmento de magnetita

Tal como se señalaba, si se acerca un imán a un hierro, todos sus dipolos cambian de dirección y se orientan de acuerdo con el campo magnético creado por el imán pero, cuando se aleja, los dipolos del hierro vuelven a su estado original. Se dice que el hierro no tiene memoria, y todos sus dipolos quedan al azar como estaban antes.

Para crear un imán artificial se calienta un trozo de hierro con objeto de que los átomos tengan más facilidad de reorientarse de acuerdo con el campo magnético. Cuando el hierro se enfría la orientación de los dipolos queda fijada en una misma dirección y sentido, y así se crea un imán.

¿Qué son los polos? ¿Por qué los polos diferentes se atraen y los iguales se repelen?

Tal como los dipolos marcan la dirección del campo, los imanes (que no son más que muchos dipolos orientados en la misma dirección) también se suelen señalar indicando la dirección del campo. Al haber una dirección de campo magnético, hay zonas del imán que actúan de forma diferente al resto. Estas zonas son los llamados polos del imán (figura 9). Se les suele llamar Norte y Sur por analogía con la dirección Norte-Sur geográfica.



Figura 9: La dirección del campo magnético generado por un imán.

Si tenemos dos imanes y los acercamos, actuarán de manera que los campos magnéticos tengan la misma dirección en común. Los polos diferentes se aproximan y los del mismo tipo tratan de separarse y situarse, para poder aproximarse al polo diferente del otro imán (Figura 10).

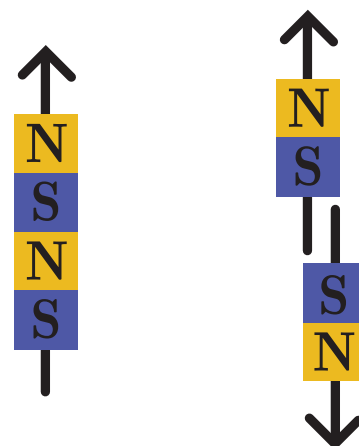


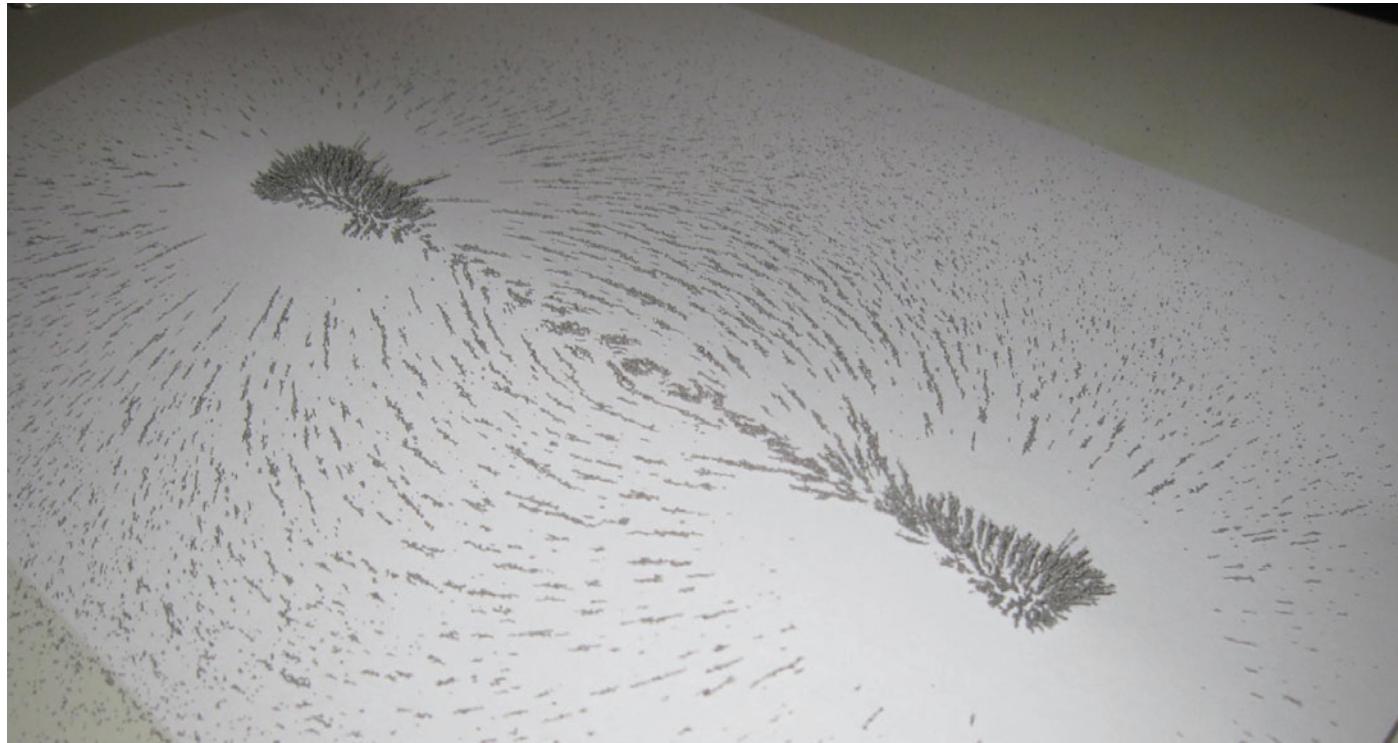
Figura 10: La dirección y el sentido coinciden cuando aproximamos el polo Norte al polo Sur. Cuando aproximamos dos polos Sur, éstos se repelen ya que los dos sentidos son opuestos.



¿Qué son las líneas de fuerza y cómo se percibe un campo magnético?

El campo magnético es la región del espacio donde se hacen presentes los efectos magnéticos. Los campos magnéticos se suelen representar mediante las llamadas líneas de campo, que indican la posición que adoptarían unas partículas de hierro, dispuestas alrededor de un imán.

Existen infinitas líneas de fuerza, aunque solo se observan unas pocas, como ocurre en el experimento de la figura 11. Se forman líneas porque las líneas de las limaduras sólo pueden tener la anchura de una partícula de hierro, y en cuanto se forma una línea, ésta repele a las otras. Por tanto, el número de líneas que se ven y la proximidad entre ellas dependen del



tamaño de las partículas de hierro. Las líneas de campo en un imán salen del llamado polo Norte y entran por el Sur (Figura 12). Esto significa que si ponemos unas limaduras de hierro alrededor de un imán se distribuirán según unas líneas parecidas a las de la figura. Mediante las líneas de campo magnético podemos conocer hacia dónde la fuerza magnética es más intensa. De hecho, puede ser muy intensa, como en los polos (donde las líneas de campo están muy juntas) o muy débil, como en la zona intermedia (donde las líneas de campo están muy separadas).

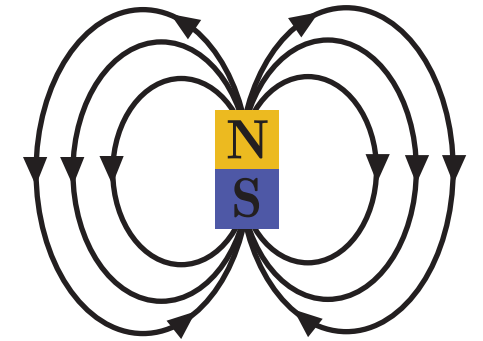


Figura 11: Las líneas de fuerza de un imán se ven separadas por espacios libres debido a que las limaduras de hierro se atraen o repelen entre sí al quedar imantadas por el efecto del campo magnético del imán.

Figura 12: Las líneas de campo indican la distribución que tomarían las partículas de hierro alrededor de un imán.

Experimento 3: Cómo se detectan los polos de un imán

Con un imán redondo y limaduras de hierro podemos observar que hay un par de puntos especiales en el imán: los dos polos. Usamos un imán redondo porque no tiene extremos y los polos no se pueden reconocer fácilmente.

Material:

Un imán redondo
Limaduras de hierro

Procedimiento:

Sujetamos el imán con los dedos y encima de él vamos esparciendo limaduras de hierro. Veremos que hay dos puntos donde claramente se acumulan las limaduras y se visualizan las líneas de fuerza. Son los dos polos. Está claro que el campo magnético es más intenso en los polos que en la zona ecuatorial.



Figura 13: Los polos corresponden a la zona con más limaduras, ya que es la zona con mayor densidad de líneas de fuerza.

¿Por qué la Tierra tiene campo magnético y cómo se detecta?

El núcleo de la Tierra está formado por metales fundidos, y por tanto con un montón de cargas eléctricas en el interior. Este núcleo no está quieto, sino que como la Tierra gira, este núcleo también lo hace, y por tanto estas cargas eléctricas en movimiento generan a su alrededor un campo magnético muy potente, que atraviesa los miles de kilómetros del interior terrestre y se extiende cientos de kilómetros hacia el espacio (figura 14). Éste es muy fácil de detectar. Este campo magnético terrestre tiene la máxima intensidad en los polos, y mínima alrededor del ecuador (figura 14). De hecho los polos magnéticos y geográficos no coinciden exactamente, ya que el núcleo interno de la Tierra no es líquido sino sólido (debido a la gran presión que las capas superiores ejercen sobre éste y la parte líquida) y no está exactamente en el centro, sino algo descentrado, lo que provoca que los polos geográficos y magnéticos no coincidan.

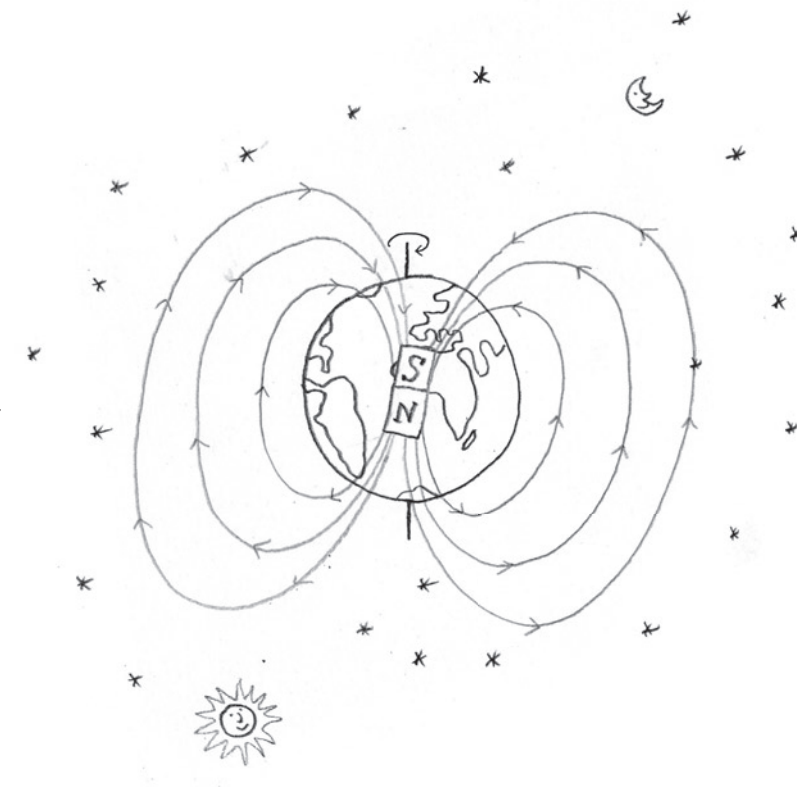


Figura 14: El campo magnético terrestre. Se da la curiosidad de que el polo Sur magnético apunta hacia el Norte geográfico.

Experimento 4: Tierra de porexpan con imán interior

Vamos a crear un modelo del campo magnético terrestre.

Material:

Una bola de porexpan
Un imán esférico suficientemente grande
Limaduras de hierro
Cinta adhesiva

Procedimiento:

Cortamos la bola de porexpan por la mitad y le hacemos un hueco en ambas mitades para poder poner el imán sin que se mueva. Luego introducimos el imán dentro de la bola y pegamos con cinta adhesiva las dos mitades para que no se separen. Ya tenemos ahora nuestro modelo de tierra con su campo magnético. Para comprobarlo podemos esparcir limaduras de hierro por toda su superficie. Se puede observar cómo estos se adhieren a los polos de la tierra, es decir a la zona donde están los polos del imán, mientras que en el ecuador no aparecen limaduras.



Figura 15 y 16: Las limaduras de hierro sobre la tierra imantada marcarán la dirección de los polos y como recogerán muchas más limaduras en esta zona que en el ecuador se podrá comprobar que el campo magnético es más fuerte en los polos que en el ecuador.

Experimento 5: Detección del campo magnético terrestre con un imán que pueda moverse libremente

Para detectar el campo magnético terrestre utilizamos un imán que se pueda mover libremente.

Primer ejemplo: cucharilla de café con un imán (brújula china)

Material:

Una cucharilla de café
Un imán de neodimio cilíndrico para que se adapte mejor a la cucharilla

Procedimiento:

Cogemos la cucharilla de café y le doblamos el mango un poquito hacia arriba. Luego le situamos el imán en el extremo de la cucharilla, de forma que nos quede un polo en la dirección del mango. A continuación ponemos la cucharilla en una superficie lisa, plana y sin metales próximos y la hacemos girar. Cuando cese de girar, el mango señalará la dirección Norte-Sur.



Figura 17: La cuchara-imán.

Segundo ejemplo: imán flotando sobre el agua.

Material:

Un barreño
Un trocito de porexpan
Un imán alargado y donde estén pintados los dos polos en diferente color
Agua

Procedimiento:

Pegamos el imán al trozo de porexpan y lo dejamos flotar libremente por el barreño lleno de agua. El “barquito” irá girando hasta alinear el imán con la dirección Norte-Sur del campo magnético de la Tierra. La dirección que marcan la cucharilla o el imán pegado al porexpan es la dirección del campo magnético de la tierra.



Figura 18: El imán flotante.

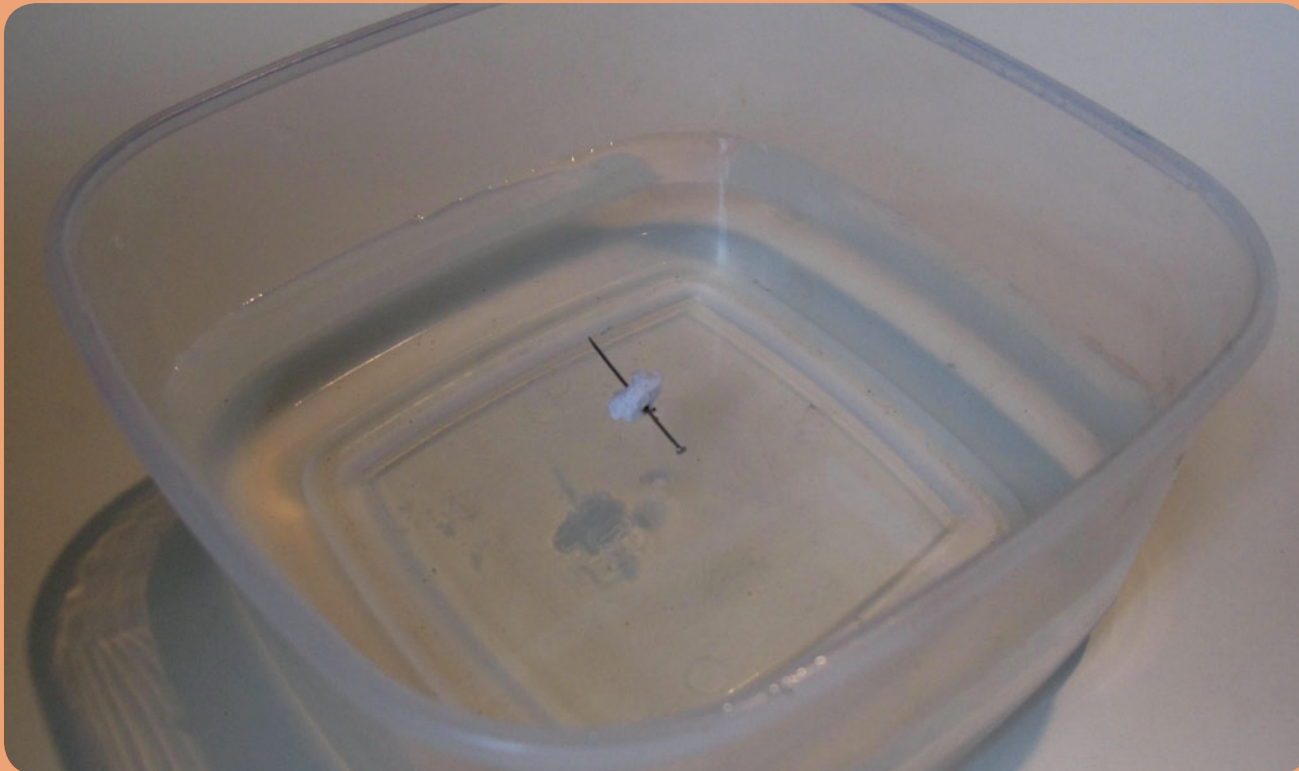
Tercer ejemplo: brújula de marear

Material:

Un barreño
Un trocito de porexpan
Una aguja
Un imán
Agua

Procedimiento:

Se frota la aguja con el imán con el fin de que ésta quede imantada. Luego se pincha en un trocito de porexpan y se coloca sobre el agua. Cuando la aguja cese de girar, marcará la dirección Norte-Sur.



El campo magnético terrestre y las auroras

El Sol además de emitir luz también lanza una corriente de partículas denominada viento solar. Las partículas que viajan a gran velocidad son peligrosas ya que tienen mucha energía y un alto poder penetrante en la piel, dañando el ADN de las células. El campo magnético terrestre se encarga de desviar éstas partículas eléctricas muy energéticas y peligrosas, evitando que lleguen a la superficie. Sin él no habría vida en la Tierra. Por lo tanto es nuestro escudo protector que además nos ofrece espectáculos de gran belleza como las auroras.

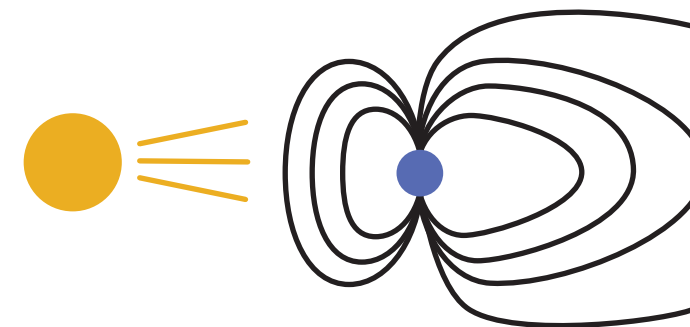


Figura 20: El campo magnético terrestre interactúa con las partículas del viento solar.

Para poder comprender con más profundidad el fenómeno de las auroras es necesario considerar un cuarto estado de la materia (además de los ya conocidos: sólido, líquido y gaseoso). A este estado se le llama plasma y es el estado más abundante en el universo, lo encontramos en las estrellas, en el medio interestelar y en el medio intergaláctico. A nuestro alrededor, aunque no nos hayamos dado cuenta antes, hay materia en este estado, como por ejemplo los relámpagos, el interior de los fluorescentes y las lámparas de bajo consumo, pero también en algunos monitores o pantallas de los televisores y en las bolas de plasma.



Figura 21: Un relámpago.



Figura 22: Bola de plasma con filamentos.

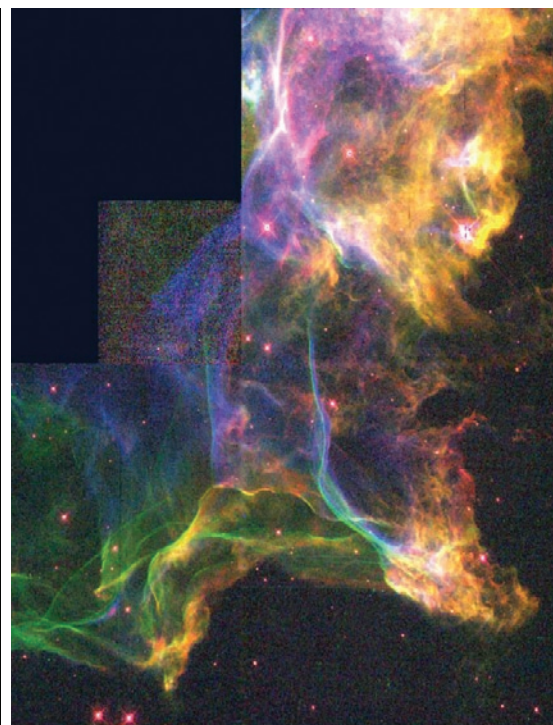


Figura 23: Nebulosa del velo del Cisne donde se visualiza el material interestelar en forma de filamentos.

Experimento 6: Plasma casero

La llama de una vela no es un sólido, ni un líquido, ni un gas.... ¡Es plasma! El plasma es el estado más frecuente en el Universo, pero minoritario en nuestro planeta y en la vida de cada día. La llama es un ejemplo cotidiano de plasma, formada por partículas cargadas eléctricamente moviéndose a gran velocidad, y por tanto sensibles a los campos magnéticos. Lo puedes comprobar de una forma muy sencilla.

Material:

Un imán de neodimio plano
Una cucharilla
Cinta adhesiva
Una vela encendida

Procedimiento:

Sujeta el imán de neodimio al mango de la cuchara con un poco de cinta adhesiva. Acerca lentamente la cuchara con el imán a la llama de la vela, y observa que sucede con ésta. Observarás como se desvía, atraída o repelida por el campo magnético del imán. De una forma análoga, el plasma del viento solar es desviado por el campo magnético terrestre.



Figura 24: La llama de la vela vertical sin el imán
Figura 25: La vela desviada cuando el imán está cerca.

Experimento 7: Bola de Plasma

Una lámpara de plasma es una esfera de cristal transparente, llena de una mezcla de varios gases con baja presión, y conducida por corriente alterna de alta frecuencia y alto voltaje. Emite “serpientes de luz” (en realidad, gas ionizado) que se extienden desde el electrodo interior hasta las paredes de la esfera de cristal, dando una apariencia similar a múltiples y constantes relámpagos coloreados.

Material:

Una lámpara de plasma

Procedimiento:

La colocación de una mano cerca del cristal altera el campo eléctrico causando un rayo de mayor grosor dentro de la esfera en dirección al punto de contacto.

Figura 26: Mano sobre una bola de plasma.



El viento solar también es un ejemplo de plasma. Las partículas de un gas se mueven libremente. Cuando la energía de éstas es muy elevada, los átomos de este gas pierden su estructura formando un nuevo estado, el plasma. Las partículas de este estado se mueven libremente y cuando chocan unas con otras, a grandes velocidades, dan lugar a fenómenos muy espectaculares. Como el gas, el plasma no tiene una forma ni un volumen definido. En cambio, al contrario que el gas, el plasma se ve afectado por los campos magnéticos (como hemos visto en el experimento anterior) y, bajo su influencia, puede formar estructuras como filamentos y rayos. Las partículas de viento solar que viajan a gran velocidad chocan con el campo magnético terrestre y pueden ser capturadas. Estas partículas se acumulan en los polos y chocan con las moléculas de la alta atmósfera. De este choque se liberan destellos de luz, que forman las auroras.

Las auroras tienen lugar y son visibles principalmente en las zonas polares, donde el campo magnético es más intenso y donde se concentran las partículas de plasma capturadas por el campo. Por ese motivo, se les llaman auroras boreales si corresponden al hemisferio norte y auroras australes cuando están situadas en el hemisferio sur.

Hay periodos en que hay más o menos auroras. Esta situación responde a la actividad en la superficie del Sol. Nuestra estrella no está siempre igual de activa. Hay unos ciclos, que tienen una periodicidad aproximada de unos 11 años. En una fase de estos ciclos el Sol presenta más actividad y en las erupciones superficiales se desprenden mayor número de partículas, estas son más energéticas, y al llegar al campo magnético de la Tierra producen mayor número de auroras.

Hay que mencionar que además de la gran belleza de las mismas y sus diferentes colores, las auroras se mueven y danzan por toda la cúpula celeste. Realmente es uno de los mayores espectáculos naturales. Y también, otra prueba de la existencia del campo magnético terrestre.

Figura 27: Aurora boreal. Las líneas indican la dirección de llegada de los electrones a lo largo de las líneas de fuerza del campo magnético terrestre. (Sakari Ekko, Finlandia)



Apéndice: Meteoritos ferromagnéticos

Con la atmósfera no solo chocan partículas de viento solar, ésta también recibe el impacto de gran cantidad de pequeños meteoritos, que al igual que pasa con las partículas de viento solar, al entrar en contacto con los gases de la atmósfera, se calientan y se fragmentan, liberando una gran cantidad de energía y destellos de luz. Son las llamadas estrellas fugaces. Parte de estos pequeños meteoritos llegan a impactar con la corteza terrestre, de hecho diariamente la tierra recibe el impacto de varias toneladas de ellos.

Es gracias a nuestra atmósfera que estas diminutas partículas son inofensivas. Si se observa la Luna, que no tiene atmósfera, se ve que la caída de meteoritos ha dejado su superficie llena de impactos.

Experimento 8: Caza de meteoritos extraterrestres

De una forma muy sencilla podemos detectar y recoger algunos de estos micrometeoritos que han llegado a impactar con la corteza terrestre procedentes de la cola de algún cometa o del cinturón de asteroides. ¿Cómo? Pues aprovechando que algunas son ferromagnéticas, es decir, que un imán las detecta y las atrae. Aprovechando esta propiedad te puedes convertir en un cazador de micrometeoritos, siguiendo los siguientes pasos.

Material:

Un imán
Una bolsa de plástico
Un palito de madera
Una lupa o un microscopio

Procedimiento:

Coloca el imán en el interior de la bolsa blanca, e intenta que la base, donde se encuentra el imán, quede tensa y lisa. Es mejor si el imán tiene una base plana amplia. Hay que rastrear con el imán en el interior de la bolsa a un centímetro del suelo zonas donde se acumulan estos micrometeoritos, por ejemplo tejados o zonas sin mucha actividad humana y expuestas al aire libre, o bien zonas donde el agua de lluvia se acumula, como los fondos de valles, torrentes, márgenes de ríos, etc.

Después de rastrear, en la base blanca de tu bolsa, donde se encuentra el imán, aparecen diminutas manchas oscuras. Con precaución, saca el imán de la bolsa y procura que los objetos capturados caigan en un recipiente. Observándolos al microscopio, o con una lupa potente, verás que hay una gran diversidad de formas. Algunas de estas partículas capturadas tienen formas irregulares, otras alargadas como hilos, pero quizás encuentres algunas esféricas, o incluso con forma de gota. Éstas son posiblemente micrometeoritos, redondeados por la fricción de nuestra atmósfera (los demás son restos de procesos industriales, combustiones, etc.). ¡Suerte con la búsqueda!

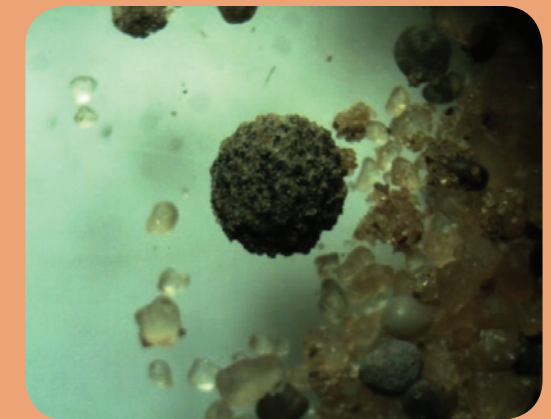


Figura 28: Se distingue perfectamente el meteorito de forma esférica sobre el fondo de granitos de arena.

Bibliografía

López, J.M., Gómez, J.M., Refolio M.C.,
López, J.M., Martínez, R., Cortada, M.,
García, I., *Magnetismo en el Aula*, Consejería
de Educación de la Comunidad de Madrid,
2006

Moreno, R., Cano, L., *Experimentos para
todas las edades*, Ediciones Rialp S.A.,
Madrid, 2008

Kerrod, R., Holgate, S. A., *Cómo funciona la
ciencia*, Editorial Espasa Calpe S. A., Madrid,
2004

Macaulay, D., *Cómo funcionan las cosas*,
Muchnik editores, Barcelona, 1989

West, D., Pi i Rusiñol, C., *Experimenta con
la ciencia*, Parramón ediciones, Barcelona,
2008

Enlaces web:

<http://es.unawe.org>

<http://unawe.org>

<http://sac.csic.es/unawe>

UNAWE quiere conseguir que los niños de todos los países tengan una relación personal con la astronomía que les haga disfrutar de ella. EUNAWE es la rama europea del proyecto global que se desarrolla en España, Alemania, Italia, Holanda, Reino Unido y también Sudáfrica. A través de experiencias y emociones relacionadas con la observación de los astros se fomenta la conciencia de que ellos son también parte del universo y que tienen un mundo por explorar.

