

n.º 7

Serie

El CSIC en la Escuela

Investigación sobre la enseñanza de la ciencia en el aula

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ECONOMÍA
Y COMPETITIVIDAD



CSIC

Fundación **BBVA**




n.º **7**

Serie

El CSIC en la Escuela

Investigación sobre la enseñanza de la ciencia en el aula



SERIE EL CSIC EN LA ESCUELA, N.º 7

DIRECCIÓN:

Director: José M.ª López Sancho (CSIC)

Vicedirectora: M.ª José Gómez Díaz (CSIC)

Directora Adjunta: M.ª del Carmen Refolio Refolio (CSIC)

EDITOR:

Esteban Moreno Gómez (CSIC)

COMITÉ DE REDACCIÓN:

Coordinadora: M.ª José Gómez Díaz (CSIC)

José Manuel López Álvarez (CSIC)

Salomé Cejudo Rodríguez (CSIC)

Alfredo Martínez Sanz (colaborador de El CSIC en la Escuela)

Comité asesor del presente volumen:

Consuelo Palacios Serrano (Castilleja de la Cuesta, Andalucía)

Ana María Ruíz Sánchez (Múrcia)

Carlos Macías Laperal (Zamora, Castilla y León)

José Morocho Martín (Zamora, Castilla y León)

COMITÉ CIENTÍFICO ASESOR:

Presidente: Martín Martínez Ripoll (CSIC)

Gerardo Delgado Barrio (CSIC)

Enrique Gutiérrez-Puebla (CSIC)

Jaime Julve Pérez (CSIC)

M.ª Ángeles Monge Bravo (CSIC)

Pilar López Sancho (CSIC)

Almudena Orejas Saco del Valle (CSIC)

María Ruiz del Árbol (CSIC)

Javier Sánchez Palencia (CSIC)

Inés Sastre Prats (CSIC)

Pilar Tigeras Sánchez (CSIC)

n.º 7

Serie

El CSIC en la Escuela

Investigación sobre la enseñanza de la ciencia en el aula

Reservados todos los derechos por la legislación en materia de Propiedad Intelectual. Ni la totalidad ni parte de este libro, incluido el diseño de la cubierta, puede reproducirse, almacenarse o transmitirse en manera alguna por medio ya sea electrónico, químico, óptico, informático, de grabación o de fotocopia, sin permiso previo por escrito de la editorial.

Las noticias, los asertos y las opiniones contenidos en esta obra son de la exclusiva responsabilidad del autor o autores. La editorial, por su parte, solo se hace responsable del interés científico de sus publicaciones.

Catálogo general de publicaciones oficiales:

<http://publicacionesoficiales.boe.es/>

EDITORIAL CSIC: <http://editorial.csic.es> (correo: publ@csic.es)

Para publicar en Serie El CSIC en la Escuela:

<http://www.csicenlaescuela.csic.es/publicaciones.htm>



Fundación **BBVA**

© CSIC

e-ISBN (obra completa): 978-84-00-09299-3

e-ISBN (n.º 7): 978-84-00-09657-1

e-NIPO: 723-13-037-8

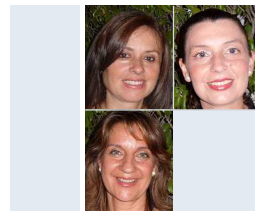
Diseño y maquetación: Alejandro Martínez de Andrés



ÍNDICE

Hacemos visible lo invisible	
<i>M. Díaz, M. Gálvez y A. M.ª Pérez</i>	7
¡Abrígate, que hace frío!	
<i>V.Alonso y L. F. Ramos</i>	32
Proyecto: «No te lías con los polos»	
<i>I.Alonso, V.Alonso, M.ª C. González y E. López</i>	40
El magnetismo y el electromagnetismo	
<i>F.J. Cascales</i>	50

Hacemos visible lo invisible



Mercedes Díaz Fuentes*, Marta Gálvez Tirado y Ana M.ª Pérez Pastor

Maestras de la Escuela de Educación Infantil M.ª Carmen Gutiérrez, Espartinas (Sevilla)

Palabras clave

Agua, método científico, experimentos, ciencia, infantil.

Resumen

El presente artículo nos ha supuesto un reto a la hora de comprobar en qué medida mejora la adquisición de conocimientos científicos en los niños y niñas de Educación Infantil al plantear experiencias en la que son los protagonistas; incitándoles a que reflexionen sobre lo que están observando y utilizando una metodología basada en el aprendizaje por descubrimiento.

Hemos realizado experimentos con alumnos y alumnas de 3 y 4 años relacionados con el comportamiento del agua en sus diferentes estados. Inicialmente les planteamos una actividad de disolución de agua y azúcar y la mayoría daba explicaciones mágicas al fenómeno. Nuestro reto consistió en ayudar a superar este pensamiento mágico, haciendo visible en su mente el modelo de molécula de agua y su comportamiento en los diferentes estados para comprender, finalmente, por qué se disuelve el azúcar en el agua y qué ocurre cuando se evapora.

Ha sido un reto divertido y emocionante para los alumnos/as y las maestras que hemos participado. Los niños/as se han mojado y se han divertido haciendo experimentos científicos con el agua y han participado, activamente en la construcción de sus aprendizajes. Las profesoras hemos disfrutado viendo como, poco a poco, sus ideas previas han ido cambiando, planteando experiencias adecuadas y acompañadas de preguntas que les ayuden a reflexionar sobre ellas.

Aunque no todos han comprendido el fenómeno de la disolución sí que hemos conseguido que la mayoría vea el mundo con mente científica; es decir, que intenten dar explicación a lo que ocurre a su alrededor.

Justificación

«Los niños y las niñas son inteligentes desde el momento del nacimiento sólo los adultos les ponemos límites» (Loris Malaguzzi). Las profesoras que trabajamos

.....
* E-mail de la autora: medifusa@yahoo.es.

en la E.E.I. M.^a Carmen Gutiérrez creemos firmemente en este principio y por ello planteamos en nuestras clases experiencias activas, motivadoras y significativas para que los niños y niñas sean capaces de construir sus propios aprendizajes.

En nuestras programaciones planteábamos propuestas muy interesantes relacionadas con las letras y el arte, sin embargo, nos faltaba introducir contenidos científicos para dar equilibrio a la formación de nuestros niños y niñas. A través de los cursos de formación que organiza el C.E.P. de Castilleja conocimos al equipo de El CSIC en la Escuela, que fue a dar respuesta a esta necesidad. La asistencia a sus cursos nos hizo ser competentes para introducir experimentos en el aula de manera que los niños y niñas fueran descubriendo por sí mismos fenómenos científicos cada vez más complejos.

Tras varios años de formación, planteamos realizar una investigación para comprobar en qué medida la utilización de esta metodología mejora la asimilación de contenidos científicos en los primeros niveles de escolarización. Esta metodología permite ir planteando a los niños y niñas preguntas y experiencias adecuadas a su nivel de conocimiento, así como realizar este proceso, de forma progresiva, para que puedan relacionar los nuevos conocimientos con los conocimientos previos ya adquiridos.

Diseño de la experiencia

La investigación se realiza con un grupo de alumnos/as de 3 años, que se escolariza por primera vez en la escuela, y dos grupos de 4 años que habían asistido el curso pasado a un taller internivelar (alumnado de 3, 4 y 5 años) de experimentos con agua.

Al analizar las respuestas que nos dieron los niños y niñas cuando realizamos el primer experimento sobre la disolución de azúcar en agua, nos dimos cuenta que los alumnos de 3 años no atienden a los cambios que se habían producido en la disolución (volumen, color, sabor), dando explicaciones mágicas al fenómeno. En el caso del alumnado de 4 años, aunque se da cuenta de esos cambios, sigue, sin embargo, dando explicaciones mágicas al fenómeno.

Decidimos empezar a trabajar una serie de experimentos con ellos para comprobar al final del proceso si se habían producido cambios en sus respuestas ante el mismo experimento de la disolución (**Figuras 1 y 2**).

Con los/as niños/as de tres teníamos que partir de actuaciones muy concretas, sus experiencias previas con el agua eran las básicas: para el aseo, para beber, la lluvia... Por tanto, necesitábamos dotar a nuestros/as alumnos/as de experiencias que fuesen enriquecedoras en la construcción de sus conocimientos y que fuesen los propios niños/as los que llegasen a unas conclusiones válidas para todos/as a través del método científico.

Con los niños de 4 años decidimos trabajar sobre los estados del agua, planteando experimentos sobre condensación y evaporación.

Cuando se dieron cuenta que el agua que se evaporaba no desaparecía sino que «se hacía más pequeña» y por eso no la veíamos, fue el momento de introducir las experiencias para construir el «modelo» de conocimiento sobre la molécula del agua; es decir, visualizarla y explicar su comportamiento en los diferentes estados. Por último, realizamos experimentos para comprobar si entendían qué había pasado aplicando el «modelo» a la explicación de diferentes fenómenos.



Figuras 1 y 2. Procesos de experimentación y conceptualización según edades.

Desarrollo

A lo largo de todo el curso hemos planteado una serie de experimentos con los niños de forma periódica, cada 15 días. El proceso que se ha seguido en cada una de las sesiones es el siguiente:

1. Plantearles una serie de preguntas previas para saber de dónde partimos.
2. Explicar la experiencia que vamos a realizar para que lancen sus hipótesis; realizar la experiencia dando oportunidad a los niños y niñas para que toquen y comprueben por sí mismos lo que ocurre.
3. Comprobar qué ha pasado y anotar las respuestas que aportan.
4. Hacer un dibujo de lo que hemos realizado que nos permita comprobar qué es lo que ha entendido cada uno.

Experiencias con los niños de 3 años

Disolución de agua y azúcar (Octubre 2010)

Cuando realizamos este experimento pusimos a nuestro alumnado en situación de plantearse experiencias nuevas que hasta ahora no habían realizado, por ejemplo, utilizar la balanza, manipular pesos, observar la situación de equilibrio de la balanza y cómo hemos llegado a ella (el análisis).

Una vez realizado el experimento, los niños y niñas no habían llegado a comprender qué ocurría con el azúcar o dónde estaba. Realizamos una actividad plástica que consistía en pintar en papel con tiza mojada en agua y la tiza del mismo color mojada en agua con azúcar y el resultado fue el siguiente: lo que pintamos con la tiza mojada en agua y azúcar se queda más brillante y rugoso que si el agua no tiene azúcar. En este momento los niños y niñas distinguían que uno era agua con azúcar y otro solo agua.

— *¿Dónde está el azúcar en el agua?*

Las respuestas fueron las siguientes:

— *no está,*

— *se ha ido por un agujerito...*

Comprobamos que daban respuestas mágicas a hechos que no podían explicar, por lo que decidimos que teníamos que acercar a estos niños a experiencias más concretas y que las viviesen haciéndolas palpables, para llegar de lo invisible a lo visible a través de la propia experiencia.

Características físicas del agua: color, forma y sabor (octubre 2010)

Comenzamos la experiencia preguntando:

- *¿De qué color es el agua?*
- *Es blanca*

Metimos en botellas papel pinocho de diferentes colores y pudimos comprobar que el agua tomaba el color del papel, así pues teníamos agua de muchos colores. En este punto, no todos los niños decían que el agua era blanca sino que era de colores, pero era de colores por el papel que le habíamos puesto; por lo tanto, pensamos que lo que los niños no conocían era el término «transparente».

Hicimos juegos con objetos de colores y comprobamos que no podíamos ver a través de ellos, en cambio, a través de las ventanas de la clase sí que podíamos ya que eran transparentes. Esta idea la llevamos a otros contextos y al agua. Ya sabíamos que el término «blanco» que ellos utilizaban hacía referencia a «transparente». Del mismo modo procedimos con la forma y el sabor.

Estados del agua. Las moléculas y su comportamiento (noviembre 2010)

Partiendo de la forma del agua, continuamos planteando a los niños otras experiencias.

- *¿Qué ocurriría si esta cubitera con agua la metiésemos en el congelador?*
- *Que se convierte en hielo.*
- *Y... ¿sigue siendo agua?*
- *No, porque es hielo.*

Teníamos que comprobarlo.

Metimos en el congelador, bajo la atenta mirada de todos, la cubitera con agua. A la mañana siguiente observamos lo que había sucedido: se había hecho hielo. Estuvieron manipulando con él y anotamos sus comentarios:

- *Es frío.*
- *Está duro.*
- *Tiene forma de cuadrado (cubo).*
- *Es liso.*
- *No puedo meter los dedos en él.*

Volvimos a preguntar si el hielo era el agua que habíamos metido en el congelador y el 75% de los niños respondió que sí. En el caso del alumnado que aún no lo tenía claro realizamos otra experiencia. En esta ocasión pusimos la misma cantidad de cubitos de hielo en tres vasos, en uno, dejamos que el hielo se derritiese a temperatura ambiente, en el segundo le agregamos agua y el tercero lo metimos unos segundos en el microondas. Comprobaron que en los tres casos el hielo pasaba a ser agua en estado líquido y que esto ocurría por el calor y que el tiempo que tardaban en derretirse dependía de que aplicáramos más o menos calor.

Todos llegaron a la conclusión de que el agua se hacía hielo (sólido) por el frío y el hielo se hacía agua líquida por el calor. Dejamos la evaporación para más adelante.

A partir de este experimento comenzamos a introducir a los niños en el mundo de las moléculas de agua y de su comportamiento.

Viendo lo que ocurría en el paso de sólido a líquido les preguntamos si sabían a qué se debía el cambio. Las respuestas eran la evidencia que habían comprobado con el frío o el calor.

— *¿Y si yo os dijera que el agua está formada por moléculas que no vemos a simple vista pero que los científicos con sus equipos de observación sí que ven?*

Lo fuimos comparando con nuestro cuerpo, lo que vemos y lo que no vemos que es interno y, aún así, sigue siendo nuestro cuerpo, ¿cómo se comportan las moléculas de agua con el frío y con el calor? (¿cómo nos comportamos nosotros ante el frío y el calor?).



Imagen 1. Representación de la molécula de agua.

Fuimos de lo concreto a lo abstracto, haciendo lo abstracto concreto por medio de la imagen de una molécula de agua que realizamos con plastilina. Ya tenían una visión concreta de cómo era una molécula de agua, así que decidimos pintarnos la cara y las manos, siendo la cara el oxígeno y las manos los hidrógenos (**Imagen 1**).

Dramatizamos, a través del «baile de las moléculas», el comportamiento de las moléculas en estado líquido y en estado sólido. Para que comprendiesen mejor el comportamiento lo asemejamos al comportamiento de ellos mismos, cuando tenemos

calor nos ponemos menos ropa... cuando tenemos frío nos ponemos más ropa, buscamos los sitios soleados... Las moléculas de agua también tienen comportamientos diferentes ante el frío y el calor...

Siendo los propios niños y niñas moléculas de agua nos quedamos quietas en estado sólido, bailamos en estado líquido y nos chocamos y escapamos en estado gaseoso.

El agua: objetos que flotan o se hunden

Con este experimento pretendemos que los niños y niñas, de manera lúdica, rompan el miedo a exponer sus ideas ante los compañeros/as. La mayoría tiene tres años y aún les cuesta hablar para un grupo. La actividad que les proponemos es ir poniendo objetos en una caja de plástico transparente, llena de agua, para visualizar todo el proceso y verbalizar si el objeto que dejaban en el agua flota o se hunde.

Cada niño buscó un objeto de la clase:

- *El corcho flota porque pesa poco.*
- *La canica se hunde porque pesa más.*
- *El coche es de hierro y se hunde, pesa mucho.*

Fueron introduciendo objetos diversos: plastilina, ceras, clips, piedras (**Imagen 2**).

La explicación a todo esto es que no todos los cuerpos se comportan igual: el corcho, la madera, que **son materiales menos densos** (menos que el agua) sí que flotan, mientras que el acero y el plomo, mucho **más densos**, se hunden en ella.

Hay objetos que **cambiando su forma** flotan o se hunden, siendo el mismo material.

En este experimento los niños y niñas daban sus respuestas por lo pesado que pudiera ser un objeto y los resultados no les hicieron cambiar de opinión, aún viendo como una bola de plastilina se hundía y la misma cantidad de plastilina con forma de barco flotaba.



Imagen 2. Objetos que flotan y objetos que se hunden.

Pero si que conseguimos que un 90% del alumnado participara en el experimento dando respuestas a las preguntas planteadas.

Agua y agua con sal. El huevo ¿flota o se hunde? (febrero 2011)

Partimos de la siguiente pregunta: el huevo ¿flota o se hunde?

Nuestros científicos comenzaron a expresar sus opiniones sobre la pregunta formulada:

— Andrés: «el huevo se hunde. Yo he visto a mi madre cómo echaba el huevo en agua y siempre se va abajo».

— Laura: «mi madre echa el huevo en el aceite y flota».

Ambos explicaban lo que habían visto y, aunque Laura se desviaba de la pregunta, admitimos su respuesta, a pesar de que el resto de niños y niñas se sumaban más a la versión de Andrés.

Para comprobarlo llenamos dos botes de agua y añadimos sal a uno de ellos, poco a poco, mientras lo mueven. Colocamos el huevo en el bote que tiene solo agua: se va al fondo. Colocamos el huevo en el vaso que tiene agua y sal y el huevo sube a la superficie (**Imagen 3**).

Todo ello es debido a que sobre el huevo actúan dos fuerzas, su peso (la fuerza con que lo atrae la Tierra) y el empuje (la fuerza que ejerce el agua hacia arriba).

Escenificamos este proceso para que lo viesen más claro, un niño/a era el peso y otro/a era el empuje.

Si el peso es mayor que el empuje el huevo se hunde, en caso contrario, flota y si son iguales, queda entre dos aguas.

El empuje que sufre un cuerpo en un líquido, depende de tres factores:

- La densidad del líquido.
- El volumen del cuerpo que se encuentra sumergido.
- La gravedad.



Imagen 3. Diferentes fases del experimento del huevo.

Al añadir sal al agua, conseguimos un líquido más denso que el agua pura, lo que hace que el empuje que sufre el huevo sea mayor y supere el peso del huevo: el huevo flota. Después de realizar el experimento los/as niños/as estuvieron jugando a empujar el huevo que flotaba en el agua salada para ver si lo podían hundir y comprobaron que siempre subía, también lo escenificaron.

Comportamiento de algunos fluidos según su densidad: Capas mágicas-flotación

Hemos experimentado con líquidos de distintas densidades y cómo los objetos se hunden o flotan en ellos. Todo esto sucede gracias a la densidad. Las diferentes densidades de los cuerpos se deben a la organización de la materia que los constituye. Así, por ejemplo, los sólidos son en general más densos que los líquidos y estos son más densos que los gases.

En esta actividad, el agua flota sobre la miel, pero se hunde en el aceite. En nuestro experimento, los tres líquidos quedan ordenados de arriba hacia abajo, de más a menos denso (**Imagen 4**).



Imagen 4. Fases del experimento con fluidos de distinta densidad.

Por otro lado, los líquidos ejercen sobre los cuerpos sumergidos en ellos una fuerza en sentido contrario al peso, llamada empuje. El empuje será mayor cuanto mayor sea la densidad del líquido.

Con esta batería de experimentos pretendíamos generar en los niños y niñas un modelo de pensamiento abierto a nuevas respuestas (**Dibujos 1 y 2**).



Dibujos 1 y 2. Dibujo de dos alumnas del experimento.

Disolución-evaporación. Agua y sal (enero 2011)

Experimento: disolución de agua y sal. Evaporación. Separación de la sal del agua.

Mezclamos el agua y la sal en un recipiente y removemos bien para que se mezcle (**Imagen 5**).

Calentamos el recipiente y observamos como el agua se evapora quedando en el recipiente la sal cristalizada.

Con este experimento llegaron a entender muy bien el estado gaseoso del agua y la evaporación.

A la pregunta: *¿dónde está la sal que hemos puesto en el agua?*

Las respuestas fueron: *«se ha ido, el agua se la ha comido», etc.*

Cuando evaporamos el agua vieron que la sal se quedaba pegada en las paredes...

Algunos explicaban *«claro, las moléculas de agua con el sol (por el calor) se escapan y las moléculas de sal se quedan»*.

Este fue el momento en que empezaron a hablar de moléculas de agua.

Empezaban a visualizar de manera concreta aspectos que hasta ahora tenían un sentido mágico en su la realidad.

Volvimos a retomar el comportamiento de las moléculas de agua y volvimos a repetir el baile de las moléculas.



Imagen 5. Disolución de sal en agua.

Aplicación práctica en contextos de la vida real: La marisma (marzo-abril y mayo)

Con motivo de nuestra participación en la feria de la Ciencia 2011, con el proyecto «Doñana en los Sentidos», decidimos trabajar con los niños y niñas de 3 años, de manera más minuciosa, el ecosistema referido a la marisma de Doñana. Pretendíamos darle un contexto significativo en la vida cotidiana a los experimentos que habíamos trabajado en el aula; así pues, estudiamos la flora y la fauna, pero haciendo ver a los niños y niñas que todo lo que sucedía en este ecosistema era debido a aquello que habíamos experimentado en el aula previamente.

Nuestra historia comenzaba así:

Una gota de agua, en octubre, con las primeras lluvias, cae en Doñana, más concretamente, en la marisma. Esta gota de agua no pasa al subsuelo ya que el terreno de marisma es arcilloso y con el agua se apelmaza y no deja pasar el agua (moléculas de agua en estado líquido). Esta gota al quedarse en la superficie puede ver lo que sucede a su alrededor, cuáles son las primeras aves y cómo con las lluvias de invierno (ciclo del agua) empieza a llenarse de agua la marisma y llegan hasta ella especies acuáticas que serán alimento de las aves que continúan llegando. Con la subida de las mareas llega agua del mar; por lo tanto, el agua de la marisma es salobre (disoluciones) y en ella habitan crustáceos. En primavera todo está lleno de vida: las plantas lucen su mayor esplendor y las aves tienen a sus crías entre los carrizos y eneas. El sol empieza a calentar, cuando llega el verano la marisma se queda seca, nuestra gota de agua se ha ido (evaporación) hacia las nubes y, quizá, cuando vuelva el otoño con las primeras lluvias, tenga la suerte de caer en forma de agua o de nieve en un paraje como este.

Observando el suelo de la marisma en verano vemos que hay unas pequeñas cositas que brillan *¿qué serán?*

Respuesta de un alumno: *«señ la sal, ¿no te acuerdas que las moléculas de agua se van pero las de sal se quedan?».*

¡Eureka!, ahí está la aplicación de los experimentos a la vida cotidiana, comprobando cómo en este niño los procesos mentales han evolucionado de lo concreto a lo abstracto, para volver a una realidad concreta.

Realizamos una maqueta con las cuatro estaciones y explicamos lo anteriormente mencionado.

Realizamos representaciones gráficas del comportamiento de las moléculas y fuimos comprobando que todo comenzaba a dar sus frutos. La mayoría de los niños y niñas, empezaban a formarse una imagen mental de todo lo trabajado hasta entonces (**Imagen 6**).



Imagen 6. Maqueta de la marisma y representación gráfica del comportamiento de las moléculas.

A través del experimento de la disolución de agua con sal y la posterior evaporación, vimos también las salinas, aunque por falta de tiempo no profundizamos, pero sí que conocen el proceso de formación.

Experiencias con los niños y niñas de 4 años (enero 2011)

Experimentos para romper los esquemas básicos de conocimiento

I. Condensación. Experimento del bote de refresco

Ante la pregunta: ¿dónde hay agua?, los niños dan muchas respuestas:

- *En el mar, en el río, en botellas, en la tierra.*
- *¿En qué parte de la tierra?*
- *En el fondo, abajo, en un lago, en la playa, en el hielo, en la nieve.*
- *¿La nieve está hecha de agua?*
- *Sí.*
- *¿Cómo?*
- *Encontramos hielos circulares, los tiramos al Polo Norte y se convierten en nieve que Papá Noel tira desde el cielo, metiendo la nieve en un vaso de hielo.*

Podemos comprobar que nuestros niños y niñas poseen muchos conocimientos previos sobre el agua, pero no saben explicar los fenómenos por lo que buscan explicaciones mágicas.

- *¿Y dónde más hay agua?*
- *En los charcos, en la lluvia.*
- *¿De dónde viene el agua de la lluvia?*
- *De las nubes negras.*
- *Pero ¿cómo llega hasta nosotros?*
- *No lo sé, podemos investigarlo.*

Planteamos la siguiente experiencia: metemos una lata de refresco en el congelador y preguntamos: ¿qué pasará?

Al sacar la lata del congelador todos la tocan para ver qué ha pasado.

- *¿Cómo está?*
- *Fría y húmeda.*

- ¿Qué es?
- Zumo.
- ¿Cómo ha llegado ese zumo hasta allí?
- Tiene un agujero.
- Vamos a comprobarlo (tocan la lata, prueban el líquido para ver si es zumo, y comprueban que la lata no tiene agujeros).

Su conclusión es **que el líquido que está pegado a la lata es agua y que ha salido del frigorífico.**

Secamos la lata con un papel y dejamos transcurrir un minuto. Comprobamos que las gotitas de agua fría vuelven a aparecer.

- ¿De dónde ha salido? Y siguen diciendo que del frigorífico.

II. Evaporación. Experimento de las baldosas

Hemos dejado la lata del anterior experimento encima de un plato, vamos observando cada día lo que pasa y comprobamos que el agua que estaba pegada a la lata se ha quedado en el plato, cada vez hay menos agua hasta que un día el plato aparece seco.

- ¿Qué le ha pasado al agua que estaba pegada en la lata?
- Que se queda en el plato y luego después de muchos días no está.
- ¿Por qué?
- Porque es igual que el agua de los charcos, que se seca.

A continuación planteamos la siguiente experiencia: si ponemos agua en una baldosa fría y otra en una baldosa caliente, ¿qué pasará con el agua de las baldosas dentro de un rato?

- Se secan.
- No se ve el agua porque tiene miedo.
- ¿Dónde va esa agua?
- Al cielo.
- ¿Cómo? no tiene alas ni patas, no lo sabemos.

Descripción del experimento

Con una fregona escurrida echamos agua en una baldosa fría y en otra caliente. También podemos echar agua fría y agua caliente si no hay posibilidad de calentar la baldosa. Tendremos que observar cuando desaparece el agua y qué baldosa lo ha hecho primero.

Conclusiones de los alumnos

- *¿Qué ha pasado?*
- *El agua se ha secado.*
- *Se ha secado antes la que estaba caliente porque tú la has calentado.*
- *¿Dónde ha ido a parar el agua?*
- *No lo sabemos.* Antes decían al cielo, pero al preguntar cómo y ellos darse cuenta que el agua no tiene patas ni alas para moverse por sí misma, empiezan a dudar y a decir que no saben. ¡Buen comienzo! están empezando a creerse solo lo que ven.

III. Evaporación. Experimento de la sopa (febrero 2011)

¿Dónde va a parar el agua cuando desaparece?

La mayoría contesta que no sabe.

¿Podemos volver a recuperarla?

Como todos contestan que no, planteamos la siguiente experiencia:

calentamos agua en un recipiente de cristal, al sacarla ponemos una tapa de cristal y preguntamos:

- *¿Qué hay en la tapa?*
- *Gotas de agua y ¡cada vez se hacen más grandes!*
- *¿Cómo han llegado hasta la tapa?*
- *Subiendo, volando, se chocan con la tapa porque no se pueden escapar.*

Calentamos un recipiente con sopa y se la damos a probar.

- *¿Qué pasará si calentamos la sopa y la ponemos una tapa?*
- *Que subirán gotitas de sopa hasta la tapa y se quedarán pegadas.*

Lo comprobamos y les damos a probar las gotas pegadas a la tapa.

- *¿A qué saben?*
- *¡Es agua, señor!*
- *¿Y cómo ha podido llegar hasta allí esa agua si lo que tenemos en el recipiente es sopa?*
- *Porque la sopa se ha quedado abajo y el agua ha subido.*

Quitamos la tapa y les decimos que toquen dentro del recipiente sin llegar a tocar la sopa.

- *¿Qué notáis?*
- *Que está calentito y húmedo.*
- *Sale humo.*

En este momento introducimos el concepto de **vapor de agua**.

IV. Evaporación/condensación.

Experimento del vaho (febrero 2011)

Un buen día llegamos al colegio y los niños están entusiasmados porque hay mucha niebla. En la asamblea les preguntamos si sabían que era la niebla y si se podía tocar y, la mayoría, respondió que no. Salimos al patio a tocar la niebla y pudieron comprobar que era fría y húmeda. Explicamos que la niebla estaba formada por el mismo material que las nubes y ellos concluyeron que la niebla eran nubes que estaban en el suelo.

Planteamos otras situaciones de la vida cotidiana como el caso del espejo del cuarto de baño cuando nos duchamos con agua muy caliente, ¿qué le ocurre?:

— *Se vuelve blanco y no nos podemos ver.*

— *¿Y por qué ha pasado eso?*

La mayoría contesta que no sabe. Uno de los niños explica lo siguiente:

— *Cuando vamos en el coche, por la mañana, en los cristales se pega hielo y no se puede ver, mi papá tiene que quitarlo con una esponja.*

Todos quieren hablar y decir que en sus coches pasa lo mismo.

¿Queréis que hagamos lo mismo en las ventanas de la clase? ¿Echamos el aliento sobre la ventana?, ¿qué va a pasar con el vaho dentro de un rato? Todos lo hacen y comprueban que al cabo de un rato se deja de ver.

— *¿Qué ha pasado?*

— *Que se ha ido.*

— *¿Dónde ha ido a parar el agua?*

— *Al cielo.*

— *¿Por qué no la vemos?*

— *Porque es invisible.*

— *Cuando se despega del cristal se hace invisible.*

— **SE HACE MÁS PEQUEÑA Y POR ESO NO SE PUEDE VER.**

¡EUREKA! Después de todos los experimentos previos llegó el momento de ver que el agua no desaparece sino que se vuelve invisible a nuestros ojos porque «se hace pequeñita» y eso hace que no la veamos, pero está ahí. Es el momento de introducir el modelo de «molécula de agua» y explicar el porqué de los fenómenos.

Experimentos para construir el modelo de conocimiento

Ahora que sabemos que el agua está ahí y que no ha desaparecido, hay que comprender el porqué es el momento de la modelización. En un principio cogemos un

cuentagotas, soltamos una gota en un recipiente y le decimos a los niños/as que esa gota tiene infinitud de moléculas.

Les contamos que los científicos que han visto las moléculas de agua, han observado que se parecen a la cabeza del ratón Mickey. Las dos orejas se llaman **hidrógenos** y la cara se llama **oxígeno**.

Cada uno realiza la molécula de agua con plastilina para llevarla a casa y explicársela a su familia.

En el aula de psicomotricidad jugamos a ser moléculas de agua, unos son los oxígenos y otros los hidrógenos y nos tenemos que unir para formar la molécula.

El paso siguiente fue plantear una experiencia de agua con tinta: les decimos que si observan atentamente un vaso de agua, podrán ver las moléculas de agua en movimiento. Llenamos un vaso con agua y lo dejamos reposar hasta que la superficie está completamente quieta. Añadimos varias gotas de colorante al agua (sin revolver), al mirar el vaso 20 minutos después. ¿Qué ha sucedido?

Las moléculas están siempre en movimiento aunque no podemos verlas. Son tan pequeñas que es imposible verlas, lo que sí podemos ver es el efecto que producen al moverse. Cuando agregamos el colorante, las moléculas de agua golpean el colorante y lo envían en diferentes direcciones. Después de unos 20 minutos, el color se ha diluido completamente.

— ¿Qué ha pasado?

— La tinta ha ido cayendo poco a poco en el agua.

— Al juntarse las gotas de tinta con las de agua se han pegado y no se pueden despegar.

Para reforzar estos conceptos realizamos una sesión de psicomotricidad: nos dibujamos una O en la cabeza y dos H en las manos y jugamos a ser moléculas del agua en los diferentes estados. Les explicamos cómo se mueven las moléculas en cada estado y jugamos a imitarlas en grupos de 3. Nos quedamos quietos en estado sólido, bailando en estado líquido y chocándose y escapándose en estado gaseoso (**Imagen 7**).

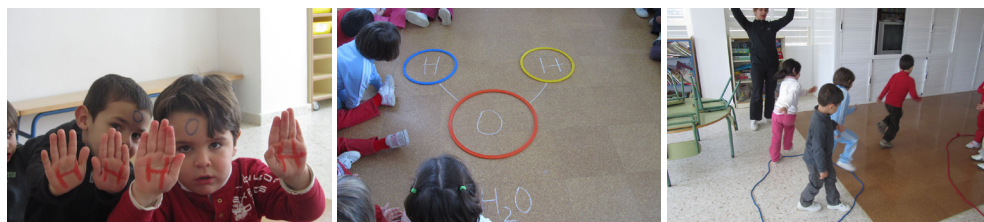


Imagen 7. Refuerzo de conceptos en una sesión de psicomotricidad.

Experimentos para aplicar el modelo a la explicación de fenómenos

Planteamos a los alumnos dos experiencias para saber si son capaces de comprender los fenómenos experimentados aplicando los conocimientos adquiridos sobre la molécula del agua y su comportamiento en los diferentes estados.

Máquina de lluvia (marzo 2011)

Echamos agua en un recipiente, lo calentamos y le ponemos una tapa transparente para ver cómo se condensan las gotas. Como es una experiencia que ya hemos realizado los niños saben qué va a pasar.

Les pregunto:

- *¿Qué pasará si ponemos un hielo encima de la tapa?*
- *Que se enfriará la tapa.*
- *¿Pero qué les va a pasar a las gotas de agua?*
- *Que se van a hacer pequeñas y van a desaparecer.*
- *No pasa nada.*

Recordamos qué les pasa a las moléculas del agua cuando se calientan y cómo se comportan cuando se enfrían. Lo realizamos y explicamos por qué caen las gotas hacia abajo cuando se pone el hielo. No han sabido anticipar qué iba a pasar, pero un grupo de 10 alumnos de 25 ha comprendido el fenómeno.

Tensión superficial del agua

Llenamos un vaso de agua hasta el borde, con mucho cuidado ponemos un clip sobre el agua. El clip no se hunde porque lo mantiene la tensión superficial del agua que forma como una piel entre el resto del agua y el aire. Realizamos el experimento, nos cuesta varios intentos y esto hace que se cree mucha expectativa y que quieran saber por qué ocurre (**Imagen 8** y **Dibujo 3**)

Les explicamos que las moléculas que están en el borde del vaso se atraen con más fuerza. Cuando el vaso está en contacto con el aire, las moléculas de la superficie se agarran entre sí para quedarse con las otras moléculas



Imagen 8. Experimento de tensión superficial.

del vaso. Se sujetan fuertemente unas a otras y fabrican como una piel que es la tensión superficial. Pedimos a los niños que intenten realizar la experiencia y que después la dibujen. Por primera vez sus dibujos se llenan de detalles, no solo quieren dibujar el resultado final, que es lo que estaban haciendo hasta ahora, sino que quieren dibujar el porqué del fenómeno.

Análisis de la experiencia

Descripción del grupo

Nuestra escuela se encuentra situada en Espartinas una localidad a las afueras de Sevilla muy cerca de la capital. El nivel sociocultural de nuestro alumnado es medio-alto. La mayoría de las familias muestran gran interés por las actividades que se desarrollan en el centro y se implican en la educación de sus hijos/as, fomentando experiencias nuevas también fuera del ámbito escolar. La experiencia se ha realizado con tres grupos heterogéneos: un grupo de 19 alumnos/as de tres años y dos de 25 alumno/as de 4 años.

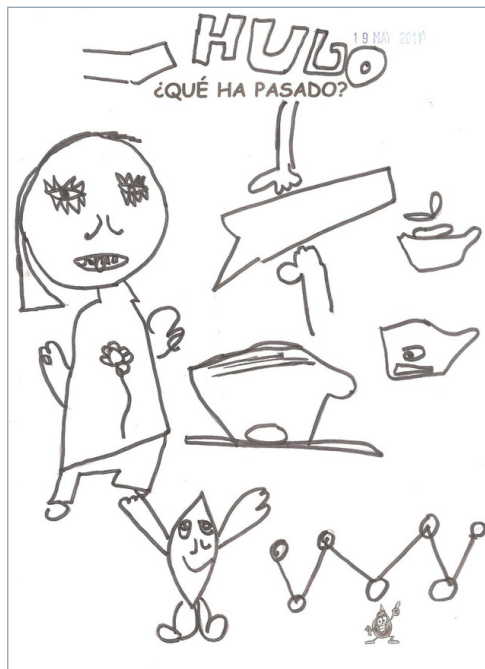
Resultado de la experiencia

Una vez realizadas las experiencias que anteriormente hemos comentado realizamos de nuevo el experimento de la disolución del agua y el azúcar.

Respuestas de los niños y niñas de 3 años

Ponemos el agua en un bote de cristal transparente, cuando se queda quieta el agua la marcamos. Luego agregamos el azúcar y preguntamos:

- ¿Qué ha pasado?
- El azúcar se ha ido al fondo porque pesa más.
- El azúcar está blanca y el agua transparente.



Dibujo 3. Representación del alumno del experimento de tensión superficial.

Observamos la marca que habíamos puesto para el nivel del agua.

— ¿Qué ha ocurrido?

— El agua está más alta porque le hemos echado el azúcar.

Continuamos con la experiencia y pedimos a unos niños/as que muevan el agua y el azúcar.

A medida que lo van haciendo van realizando comentarios:

— Mira, si lo mueves rápido se pone blanca el agua.

— Si nos paramos, se va poniendo transparente.

Continúan moviendo la disolución y cuando paramos preguntamos:

— ¿Qué ha ocurrido?

Andrés: El azúcar se ha quedado en la pared (la primera vez que nos enfrentamos a esta experiencia este mismo niño afirmaba que el azúcar se había ido por un agujerito del bote y por más que lo comprobaba seguía con la misma afirmación).

Tutora: Levántate y compruébalo.

Andrés: No, no está pegada en la pared.

Tutora: Entonces, ¿dónde está el azúcar?

Javier: Señ, no te acuerdas que cuando llega el sol las moléculas de agua se escapan y las de la sal se quedan en la marisma. Ahora se quedan las de azúcar pegadas en el bote.

Alexia: El azúcar está en el vaso, pero no se ve porque el agua la ha absorbido.

Julia: El azúcar está debajo del agua.

Tutora: Compruébalo.

Julia: No, no la veo, es tan chiquitita que no la veo.

Laura, Carmen, Elsa y Sergio: Se ha ido pero no sabemos dónde.

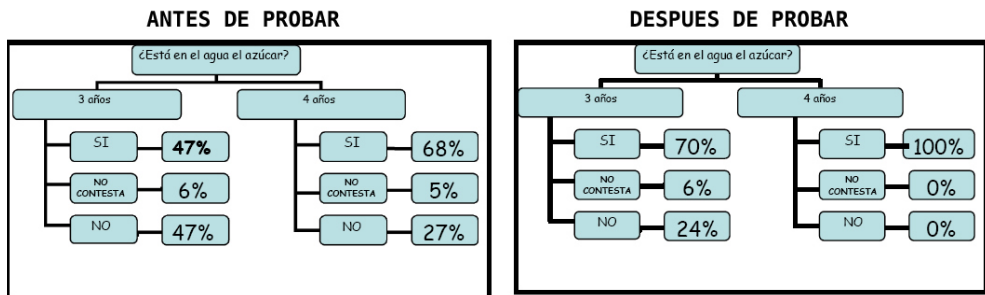


Figura 3. Respuestas de los niños/as antes y después de probar la disolución.

Recogemos sus respuestas, damos a probar la disolución y comprobamos que, al saborear el agua con azúcar, han cambiado los resultados (**Figura 3**).

Respuestas de los niños y niñas de 4 años

Resultado del experimento realizado en octubre

En 250 ml de agua se vierten 125 gr de azúcar, los niños miden las cantidades con jarras medidoras y balanzas con pesas. Dirigimos la observación hacia el agua con azúcar sin remover y les preguntamos:

- *¿Si lo movemos qué pasará?*
- *Que se pone de algún color* (un niño).
- *El agua es transparente* (una niña).
- *Se pondrá blanco al mezclarlo* (un gran grupo de niños).

A continuación se les pide que remuevan la disolución. Ante la pregunta ¿qué ha pasado ahora?

Los niños contestan:

- *Lo has movido y ha desaparecido.*
- *A lo mejor se lo ha llevado los bichitos malos para comer.*
- *Lo estabas removiendo y ha desaparecido porque había un bichito pequeño.*
- *A lo mejor el azúcar se ha ido a otro sitio.*
- *El azúcar está debajo del agua.*

Les pedimos que comparen el bote con los 250 ml de agua, con el que contiene la disolución de 250 ml de agua y 125 gr de azúcar.

- *El azúcar se ha subido.*
- *El agua ha crecido, porque lo hemos removido mucho.*
- *Está más alta el agua* (refiriéndose al bote de la disolución).
- *Está un poco amarillo.*
- *Una es transparente como un espejo y el agua con azúcar no.*

Al principio no era transparente, pero poco a poco se va volviendo aunque menos que el bote que no tiene azúcar.

- *El bote que tiene azúcar parece que tiene más agua pero tiene la misma.*
- *Es que el azúcar ha hecho que suba.*
- *El azúcar se ha escondido.*

- *A lo mejor con unos prismáticos puedes ver el azúcar.*
- *O con una lupa.*
- *¿Por qué no se ve el azúcar?*
- *Porque ha desaparecido.*
- *El azúcar se ha metido debajo del agua.*
- *El azúcar se ha deshecho, se ha roto.*
- *El agua se lo ha tragado, se ha derretido.*

Resultado del experimento hecho en junio

¿Qué pasará si echamos azúcar al agua? (antes de hacer el experimento):

- *Que una se va a poner blanca y otra transparente.*
- *Que el agua se va a hacer pequeñita.*
- *Cuando se le echa azúcar el agua se hace pequeña.*
- *Cuando se le echa azúcar un bote se pone blanco y el otro se seca y le salen gotitas.*
- *El azúcar se traga el agua.*

¿Son exactamente iguales los dos botes?

- *No, uno está más blanco porque está más arriba y otro más transparente.*

¿Qué ha pasado con el azúcar? (después de hacer el experimento):

- *El agua se ha comido al azúcar al removerlo mucho.*
- *El agua se traga el azúcar.*
- *El agua se chupa para dentro del azúcar (el alumno que antes había dicho que era el azúcar el que se tragaba el agua).*
- *Al removerlo ha hecho un remolino, se ha hecho un agujero y se va para dentro (el remolino se ha comido el azúcar). Cuando se ha terminado el remolino se ha tapado.*

¿De qué está formada el agua?

- *De gotitas... cuando son más pequeñas son moléculas.*

Si el azúcar es de color blanco, ¿por qué al mezclarla no se queda el agua de color blanco?

- *Si lo removemos mucho el agua se vuelve un poco amarilla.*
- *Pero, ¿qué ha pasado con el azúcar que era duro y blanco?*

- *Está en el agua, se lo ha tragado.*
- *El azúcar es más pequeñito y transparente porque hemos removido mucho.*
- *Antes estaban juntitos y al removerlo se han separado.*

Y si pasan muchos días ¿qué le pasará al bote con agua y al de agua con azúcar?

- *El que tiene agua desaparecerá y se va a las nubes de lluvia.*
- *Se va a ir a las nubes del cielo.*
- *Cuando pasa mucho tiempo se convierte en nube.*
- *En el agua se quedan gotitas.*

En el que tiene agua con azúcar, el azúcar se va a convertir en hielo. ¿Se va a volver frío?

- *No se va a volver duro y se va a juntar* (para explicar la cristalización del azúcar al evaporarse el agua).

Al cabo de unos días el agua se ha evaporado y el azúcar ha cristalizado. Les muestro la bandeja y les pregunto ¿qué ha pasado? (**Gráfico 1**)

- *Las moléculas de agua se van al sol.*
- *¿Cómo?* Les pregunto.
- *Volando* (dicen algunos).
- *Se evaporan* (dicen otros).
- *Cuando lo movemos, se sueltan las moléculas de agua y no se ven* (dice un niño).
- *Lo que pasa es que se va el agua.*
- *¿Y qué pasa con el azúcar?* Insisto
- *Que se pega.*
- *Se hace hielo.*
- *¿Pero el hielo está frío o caliente?* le pregunto.
- *Frío* (contesta).
- *Tócalo* (le animo)
- *Está caliente, entonces no es hielo.*

¿Qué será esto?

- *Es azúcar* (dicen la mayoría de los niños); alguno afirma que es cristal:
- *¿Por qué dices que es cristal?*
- *Porque es liso.*

Le animo a probarlo y me contesta:

— Sí, el azúcar está aquí, ¿pero dónde está el agua?

— Las moléculas de agua se han ido para arriba y algunas de agua han empujado a las de azúcar y se han quedado a los lados de la caja.

Todos sostienen que lo que hay en la bandeja es azúcar y que el agua se ha ido pero les pregunto ¿dónde?

— Se ha secado y se ha ido al sol, afirman 9 niños/as.

— El agua se ha evaporado y las moléculas del azúcar se han quedado pegadas (dos niños).

— Se ha ido al cielo (lo sostienen 10 niños/as).

— El azúcar ha absorbido el agua y el agua está dentro del azúcar (afirma una niña).

— Se ha ido a las nubes (8 niños/as).

— De viaje (un niño).

— Se ha ido a la niebla (un niño).

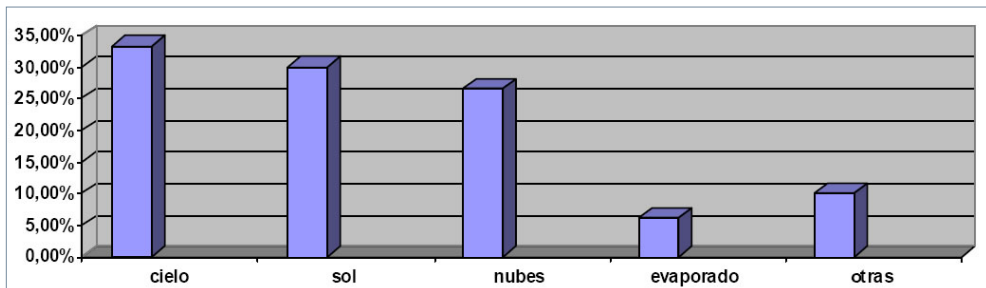


Gráfico 1. Distribución de respuestas sobre el destino del agua tras la evaporación.

Valoración de las observaciones

Después de trabajar estos experimentos con los niños y niñas de estas edades y, valorando las respuestas que dan ante las experiencias que les planteamos, creemos que nuestro alumnado ha mejorado en los siguientes aspectos:

- Son más observadores y se fijan más en todos los detalles.
- Son capaces de comprender en un 100% (en 4 años) y en un 75% (en 3 años) la conservación de la materia al realizar el experimento.
- Intentan explicar lo que ven sin dar explicaciones mágicas.

- Cada vez más niños quieren participar y compartir sus explicaciones con los demás.
- Cuando no saben que ha pasado no se inventan una explicación sino que se plantean que tienen que investigar.
- Ha aumentado su curiosidad por saber por qué ocurren los fenómenos.

Conclusiones

Los niños y niñas muestran una curiosidad innata hacia todo lo que les rodea y quieren dar respuestas a los fenómenos desde su pensamiento concreto, animista y mágico.

Para explicar el fenómeno de la evaporación argumentan que el sol alarga sus rayos y con la mano se lleva el agua. Nuestro reto ha sido cambiar la imagen del rayo de sol poderoso por la visualización de la molécula del agua y cuál es su comportamiento en los diferentes estados.

Desde la creación de este modelo de conocimiento podemos explicar fenómenos como la condensación, la evaporación y la solidificación que nos ayudarán a comprender la formación de las nubes, las salinas de la playa, la tensión superficial del agua.

Creemos que introduciendo una metodología activa en la que demos oportunidad a nuestros niños y niñas de pensar por sí mismos y de construir su propio aprendizaje a partir de la acción y reflexión sobre los objetos, estamos favoreciendo la creación de mentes observadoras, despiertas, con preocupación por saber lo que ocurre a su alrededor, de no creerse nada hasta que no lo comprueban.

Después del trabajo durante todo el año con experimentos relacionados con el comportamiento del agua en sus diferentes estados, hemos llegado a la conclusión de que un grupo de niños y niñas ha llegado a entender fenómenos que, en principio, creíamos complejos para su nivel.

Pero lo más importante es que un alto porcentaje de alumnos ha aprendido a ver la vida con mente científica utilizando todos los sentidos que, aunque las cosas aparentemente no se vean, están ahí; han aprendido a plantearse el por qué de los fenómenos que ocurren a su alrededor y a responderse a sí mismos que cuando no sabemos por qué ocurren las cosas hay que **investigar**.

Agradecimientos

Al Equipo de El CSIC en la Escuela por contagiarnos su pasión por la ciencia.
A Consuelo Palacios, asesora de Educación Infantil del CEP de Castilleja de la Cuesta, por estar siempre cercana y animándonos a que sigamos aprendiendo para ser mejores maestras.

Referencias bibliográficas

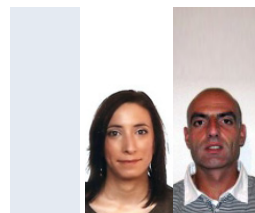
DÍEZ NAVARRO, C. «*La oreja verde de la escuela*». La Torre. Madrid. 1998.

El CSIC en la Escuela. Formación del profesorado [en línea]: <http://www.csicenlaescuela.csic.es/>
[consulta: febrero 2011].

MALAGUZZI, I. «*Educación infantil en Reggio Emilia*». Octaedro. Barcelona. 2011.

PÉREZ, M. & HUBERT, V. «*Mi pequeño manual de experimentos agua y luz*». Zendrera Zariquiey. Barcelona. 2010.

¡Abrígate, que hace frío! Dress warm, it's cold!



**Verónica Alonso Velázquez y
Luis Florián Ramos Sánchez***

CRA de Gema (Zamora). Castilla y León

CEO de Coreses. Castilla y León

Palabras clave

Aislante, calor, sensación corporal, temperatura y velocidad media, moléculas.

Resumen

Este proyecto se ha planteado para que los alumnos/as lleguen a comprender y a diferenciar, a través de la manipulación y experimentación científica, aspectos claves en el conocimiento de la temperatura: en primer lugar, diferenciar y, posteriormente, relacionar los conceptos de calor y temperatura; en segundo lugar, ligar el concepto de temperatura a la velocidad media de las moléculas y, en tercer lugar, llegar a la conclusión de que la ropa no produce calor sino que actúa como un aislante que nos ayuda a mantener la temperatura corporal.

Para alcanzar estos propósitos se han diseñado tres actividades. La primera actividad persigue que los niños/as puedan calcular la temperatura de un objeto tomando como referencia su propia temperatura corporal. La segunda pretende conseguir que diferencien calor de temperatura. La tercera actividad tiene como objetivo determinar la función que cumple la ropa en relación con la temperatura corporal.

Todas las actividades están conectadas con los intereses de nuestros alumnos a pesar de la diferencia de edad (desde los cinco hasta los doce años).

Entorno

Aula de Torres del Carrizal

El aula de Torres del Carrizal pertenece al CEO de Coreses y se localiza en un entorno rural. La actividad económica es principalmente el sector industrial.

.....
* E-mail del autor: luisflorito@hotmail.com.

Casi todos los padres tienen estudios primarios.

El grupo control está formado por siete alumnos/as. Hay dos niños y cinco niñas.

Al ser un aula unitaria presenta diversidad de niveles. Cinco niños/as son de cuarto de Educación Primaria, una niña de quinto de Educación Primaria y una niña de sexto de Educación Primaria.

Aula de San Miguel de la Ribera

El aula de San Miguel de la Ribera pertenece al CRA de Gema. Es una localidad rural donde la principal actividad económica se centra en la agricultura y la ganadería, aunque otros, en menor proporción, se dedican a la construcción, sector servicios y pequeños industriales.

El nivel sociocultural de las familias es medio, en general, habiendo alguna excepción (medio-alto).

El grupo control de esta aula está formado por cinco alumnos, una niña y cuatro niños. Una alumna de Educación Infantil (5 años), tres alumnos de primero de Educación Primaria y un alumno de segundo de Educación Primaria.

Conocimientos previos de los alumnos/as

El taller comienza con un repaso del modelo molecular de «bolas» estudiado en el taller del curso anterior. Para ello se llevan a cabo dos actividades, a modo de recordatorio, que nos permitieron comprobar los conocimientos que tenían los alumnos/as acerca de las moléculas.

En cuanto a la pregunta motivadora para comprobar los conocimientos que tenían los alumnos/as acerca del calor se llega a la conclusión de que la totalidad piensa que las prendas de abrigo lo que hacen es proporcionarnos calor, confirmando así el falso concepto de la producción del calor.

Actividades

Actividad 1. «Adivina la temperatura»

Objetivo

Asociar la sensación corporal (sentido) con la lectura del termómetro.

Materiales

• Vasos.	• Termómetros.
• Agua.	• Hielo.
• Microondas.	• Ficha del alumno/a.

Desarrollo

Se inicia la clase con la lectura de un texto, el cual posteriormente los alumnos/as comentarán en grupo. El texto es el siguiente:

«Es evidente que en verano no nos ponemos prendas de abrigo, ya que pasaríamos mucho calor. En cambio en invierno, sin la ropa adecuada, pasamos frío».

Tras la lectura el profesor formula esta pregunta: «Los abrigos, los jerséis, las mantas... ¿dan o no dan calor?»

- *Si dan calor, porque están hechos de un material especial para que den calor.*
- *Si dan calor, porque nos quitan el frío y nos tienen calentitos.*
- *Dan calor, porque pueden ser de algodón, de tela...*
- *Si dan calor, porque están hechos de un material que da calor.*
- *Si dan calor, porque como son de lana o así, ellos se quedan con el frío y a nosotros nos mantienen calientes.*
- *Si dan calor porque están hechos de una lana gorda que te abriga.*

Se llenan 5 vasos de agua a diferente temperatura. Para ello nos ayudamos del microondas. Para conseguir diferentes temperaturas además del microondas utilizamos hielo y agua del grifo. Cada alumno/a además de un vaso de agua a distinta temperatura, también tienen un termómetro para medirla (**Imagen 1**).

Los alumnos/as en su ficha «Experiencia 1» (ver anexos) anotarán la temperatura de cada uno de los vasos. Las temperaturas aproximadas de cada vaso que se van a intentar conseguir son las siguientes: 5°C, 15°C, 20°C, 35°C y 40°C.



Imagen 1. Medida de la temperatura.

Las temperaturas conseguidas son:

N.º DEL VASO	TEMPERATURA
1	13°C
2	19°C
3	27°C
4	39°C
5	51°C

A continuación se lleva a cabo el «*Juego de las Temperaturas*».

Se retiran dos vasos. El profesor calienta en el microondas el resto de vasos. Para que las temperaturas sean diferentes se introduce hielo en dos de los vasos. Tras un par de minutos de descanso por parte de los alumnos/as, uno por uno, irán metiendo la mano en cada recipiente y tendrán que adivinar la temperatura del agua de cada uno de los vasos, tomando como referencia su temperatura corporal (**Imagen 2**).



Imagen 2. Desarrollo del «*Juego de las Temperaturas*».

En la ficha anteriormente mencionada anotarán la temperatura que ellos creen que tiene cada vaso. Cuando todos hayan realizado el ejercicio se introduce un termómetro en cada vaso y se comprueba la temperatura real, anotándose en su ficha. Por último los alumnos/as comprueban lo cerca o lejos que han estado de adivinar la temperatura real del vaso.

Actividad 2. «¡Caliente, caliente... frío, frío!»

Objetivo

Relacionar los conceptos de calor y temperatura.

Materiales

• Botellas de plástico.	• Termómetros.
• Agua.	• Tupperware.
• Estufa.	• Ficha del alumno/a.
• Hielo.	• Plastilina (para estancar).

Desarrollo

Se inicia la clase con la explicación de la ficha del alumno «Experiencia 2» (**ver anexos**), la cual deben ir completando poco a poco a medida que vamos desarrollando la actividad.

Se reparte a cada alumno/a una botella de plástico, la cual llenan con agua del grifo. A continuación tras cerrarla hacemos un agujero en el tapón de la botella para introducir el termómetro. Seguidamente se estanca el tapón. Los alumnos y alumnas toman la temperatura de su botella. A continuación acercan sus botellas a una estufa. Mientras pasan un par de minutos se reparten unos *tupperware* que contienen agua con hielo. Pasado este tiempo toman la temperatura de su botella y la introducen en el recipiente de agua con hielo. De nuevo, dejamos pasar unos minutos y anotamos la temperatura que marca el termómetro de la botella (**Imagen 3**).

Tras completar la ficha del alumno anteriormente mencionada se ponen en común los resultados.

Vamos a hablar de la primera situación. Hemos llenado un botellín de agua del tiempo, hemos tomado su temperatura y a continuación, ¿qué hemos hecho?

— «Al calefactor».

¿Cuál es la función de la estufa?

— «Calentar».

¿En qué consiste la acción de calentar?

— «Desprender calor».

— «Dar calor».

Acercamos las botellas, las dejamos unos minutos cerca de la estufa, ¿qué es lo que ocurre?



Imagen 3. Lectura de la temperatura en botellas estancas enfriándose.

- «Que la temperatura ha subido porque ha estado cerca del calor».
 - «Porque al estar al lado del calefactor ha subido la temperatura porque desprende calor».
 - «Hay moléculas de aire y como está el calefactor el aire se calienta».
 - «El calor que sale del calefactor ha dado a las botellas y se han calentado».
- Mirando las temperaturas que hemos anotado, ¿qué ha ocurrido?
- «Que la temperatura ha subido».

A continuación hablamos de la segunda situación. Una vez registrada la temperatura de nuestra botella, ahora caliente, la introducimos en un recipiente con agua helada.

Esa agua fría, ¿estará más fría que la de nuestra botella o más caliente?

- «Más fría».

Hemos dejado pasar unos minutos y hemos anotado la temperatura (**Imagen 4**) de nuestra botella. ¿Qué hemos observado?

- «Al haber hielo, el agua estaba fría y como la de la botella estaba caliente ha ido bajando».

- «Que se ha enfriado el agua de la botella».

- «La temperatura ha bajado».

Visto todo esto podemos hacer una relación muy clara. Cuando acercamos la botella de agua a un objeto caliente....

- «... la temperatura sube».

Y cuando acercamos nuestra botella a un objeto que está más frío...

- «... la temperatura baja».

De esta forma hemos conseguido relacionar la temperatura con el calor.



Imagen 4. Registro de la temperatura.

Actividad 3. «¡Voy a abrigarme!»

Objetivos

Descubrir que las prendas de lana son aislantes del calor.

Materiales

• Botellas de plástico.	• Termómetros.
• Agua.	• Ficha del alumno/a.
• Estufa.	• Plastilina (para estancar).

Desarrollo

Se divide a los alumnos/as en dos grupos. A cada grupo se le da dos botellas de plástico, prendas de lana, dos termómetros para medir la temperatura del agua de las botellas y un termómetro para medir la temperatura corporal.

La actividad se va a desarrollar en el patio interior del colegio que está a unos 15°C de temperatura ambiente.

Ponemos a calentar las cuatro botellas al lado del calefactor. Mientras van cogiendo temperatura, varios alumnos/as se toman la temperatura corporal y así y rellenan uno de los apartados de la ficha del alumno, «Experiencia 3» (ver anexos).

Tras conseguir la temperatura adecuada en cada botella, unos 36°C, aproximadamente, cada grupo tapa una de las botellas que tienen asignada con prendas de lana (**Imagen 5**).

Dejamos que transcurran varios minutos, comprobamos de nuevo la temperatura de ambas botellas y anotamos en la ficha del alumno/a.

A continuación hacemos una puesta en común. ¿Qué ha sucedido?



Imagen 5. Detalle del experimento.

— «Que una ha mantenido el calor y la otra ha bajado».

— «Que la otra botella al estar abrigada pues ha tenido más calor que la otra que está al aire».

— «La vestida tiene más temperatura porque está más caliente porque la hemos abrigado».

¿Cuál es la que ha mantenido el calor?

— «La vestida».

¿Y la desnuda?

— «La desnuda no, porque al no estar tapada y estar con la temperatura ambiente, pues se pone a la temperatura ambiente, va bajando».

Observad las temperaturas que habéis anotado, ¿alguna de ellas está por debajo de los 36°C de temperatura que había al principio?

— «Sí».

¿Pero, en cual ha bajado más?

— «En la botella desnuda».

¿Por qué?

— «Porque ha estado sin tapar».

¿Y en la otra?

— «*Que ha estado tapada. Tiene menos frío, porque nos da más calor la ropa*».

— «*Ella se queda con el frío que hay y evita que nos entre frío*».

¿Cuál es la función de las prendas?

— «*Calentarnos*».

Es decir, nos proporciona calor. ¿Cuándo un objeto como por ejemplo el calefactor nos proporciona calor, qué es lo que pasaba con la temperatura?

— «*Que subía*».

¿Ha subido la temperatura de la botella abrigada?

— «*No*».

Entonces, ¿qué hacen las prendas de abrigo si no dan calor y como consecuencia de ello no sube la temperatura?

— «**Mantener el calor que tenemos**».

Conclusiones finales

Se realiza a todos los alumnos/as una evaluación final para ver los conocimientos adquiridos. Del estudio de dichas evaluaciones se sacan las siguientes conclusiones:

- El 75% de las preguntas fueron contestadas correctamente.
- El falso concepto de la producción del calor, es desterrado por cuatro alumnos/as del CEO de Coreses y por el alumno de segundo curso de San Miguel de la Ribera, es decir, el 41,6% de los alumnos/as han descubierto de forma satisfactoria que las prendas de abrigo, concretamente las de lana, mantienen el calor, actuando como aislante del mismo.

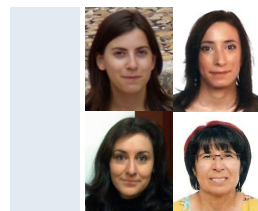
Solo cabe destacar que la alumna de Infantil, debido a las características psicoevolutivas asociadas a su edad (cinco años), es la que muestra mayor dificultad para conseguir llegar a las mismas conclusiones que los demás compañeros, necesitan más apoyo en las explicaciones de cada una de las actividades propuestas.

Anexos

Fichas de trabajo diseñadas para los alumnos y alumnas.

Pueden consultarse en: <http://www.csicenlaescuela.csic.es/proyectos/moleculas/experiencias/zamora/abrigate.pdf>

Proyecto: «No te lías con los polos»



Isabel Alonso Velázquez

CEIP Morales del Vino (Zamora). Castilla y León

Verónica Alonso Velázquez

CRA de Gema (Zamora). Castilla y León

M.ª Cruz González Correa

CRA de Moraleja del Vino (Zamora). Castilla y León

Etelreda López Nieto*

CRA de San Pelayo (Zamora). Castilla y León

Palabras clave

Dominios, polaridad, material ferromagnético, inducción.

Resumen

Con este proyecto se pretende que nuestro alumnado llegue a comprender aspectos muy concretos del magnetismo como: qué son los dominios magnéticos, cómo se produce la inducción magnética de un material ferromagnético y si es posible la inversión de la polaridad de un imán a voluntad.

Para alcanzar esos conocimientos hemos planteado dos experiencias que les han permitido llegar a los objetivos previamente establecidos.

En la primera experiencia «Los dominios de un imán» aplicamos, en las actividades, sus conocimientos previos (polos de un imán y atracción y repulsión) para que lleguen a dos conclusiones: los imanes tienen unos dominios magnéticos y estos están ordenados.

En la segunda experiencia «¿Cuál de los dos polos es el polo Norte?» planteamos la inversión de la polaridad de un imán a través de experiencias que ponen en tela de juicio todos sus conocimientos anteriores. Al mismo tiempo les planteamos la posibilidad de convertir, a través de la inducción, un material ferromagnético en un imán.

Todo este proyecto se basa en la metodología del juego y la experimentación.

.....
* E-mail de la autora: ethellopez@msn.com.

Introducción

Este artículo se inicia con la descripción del contexto socioeconómico de cada centro educativo participante en el proyecto. Seguidamente se reflejan las experiencias que hemos llevado a cabo en nuestras respectivas aulas.

Tras la exposición de las experiencias pasamos a mostrar el cuaderno de trabajo (**Anexo**) que hemos diseñado para nuestros alumnos y alumnas de cara a tener un material tangible que nos permita conocer el grado de comprensión de las experiencias planteadas. Por último, el documento finaliza con la evaluación cuantitativa y cualitativa del proyecto.

Contexto

Este proyecto científico denominado «No te lies con los polos» lo hemos llevado a cabo las maestras de varios centros de la provincia de Zamora. Estos centros son el CRA de Gema, el CEIP Morales del Vino, el CRA de Moraleja del Vino y el CRA San Pelayo.

Contexto del aula de Pobladura del Valle (CRA de San Pelayo)

El CRA «San Pelayo» se encuentra situado al norte de la provincia de Zamora, en los límites con la provincia de León.

Las familias de los alumnos de esta aula, pertenecen a la clase media-baja.

El colegio cuenta con una sola unidad que acoge niños de diversos cursos de Educación Primaria.

Contexto del aula de San Miguel de la Ribera (CRA de Gema)

Está situado al sur de la provincia de Zamora, en plena comarca de tierra del vino. El nivel sociocultural de las familias es medio, en general, habiendo alguna excepción.

El aula la componen cinco alumnos de diversas edades y etapas. Una alumna de cinco años, tres alumnos de primero de Educación Primaria y un alumno de segundo curso de Educación Primaria.

Contexto del aula de Segundo B (CEIP de Morales del Vino)

El Centro está situado en la localidad de Morales del Vino, en la comarca de tierra del vino. La situación socioeconómica de las familias de los alumnos es de nivel medio-alto.

La experiencia se ha llevado a cabo en el aula de 2º B que está formada por un total de 14 alumnos. Se trata por lo tanto de alumnos de 7-8 años.

Contexto del aula de Villalazán (CRA de Moraleja del Vino)

El CRA Moraleja del Vino es un centro público que se encuentra en plena tierra del vino. El nivel socioeconómico de los alumnos del aula es medio.

El colegio de Villalazán cuenta con un aula con dos alumnas de Educación Infantil (5 años), una alumna de 1º, y una alumna y dos alumnos de 3º de Primaria y un aula de tercer ciclo de Primaria con 4 alumnos de 5º y dos alumnas de 6º.

Conocimientos previos

Este proyecto lo hemos encuadrado dentro de una actividad mayor que comenzaba con el modelo de imán de dos polos y con el tratamiento de los aspectos más básicos sobre el magnetismo: descubrimiento del imán y de sus propiedades magnéticas, el conocimiento de las leyes del magnetismo y la utilización de instrumentos magnéticos como la brújula. Debido a que nuestros alumnos y alumnas no habían participado anteriormente en un proyecto sobre magnetismo.

Todos estos conocimientos son, como se puede apreciar, imprescindibles para llegar a explicar los dominios magnéticos e inversión de polaridad.

Las preguntas que les hicimos para su evaluación inicial fueron estas:

- ¿Qué hay dentro de un imán?
- ¿Qué son los dominios de un imán?
- ¿Puede un imán invertir sus polos? ¿Cómo?
- ¿Una brújula siempre marca el Norte terrestre? ¿Puede marcar el Sur? ¿Por qué sí? o ¿Por qué no?
- ¿Puede un imán llegar a perder sus propiedades magnéticas? ¿Cómo? ¿Por qué?
- ¿Puede una moneda o un trozo de hierro dulce adquirir propiedades magnéticas? ¿Cómo?

Experiencias en el aula

Experiencia n.º 1: «los dominios de un imán»

Objetivos

- Llegar a comprender qué son los dominios de un imán.
- Saber que los dominios de un imán están ordenados.

Materiales

<ul style="list-style-type: none">• Imanes de aluminio.• Un martillo.	<ul style="list-style-type: none">• Un paño.• Objetos ferromagnéticos del aula: clips, anillas, encuadernadores.
--	---

Actividades

1. Actividades previas:

- Repasamos conceptos conocidos como: cuáles son los polos de un imán, fuerzas de atracción y repulsión, etc.
- Les hablamos sobre qué son los dominios del imán. Como pequeños imanes ordenados que tiene dentro que le permite tener propiedades magnéticas. Se lo dibujamos en la pizarra (**Imagen 1**).

Para comprobar que han comprendido lo que son los dominios les pedimos que repitan, con sus propias palabras, lo que le hemos explicado en la pizarra.

2. Actividades de desarrollo:

- Presentamos a nuestros alumnos y alumnas un imán de aluminio como los que hemos usado otras veces. Comprobamos cuáles son sus polos norte y sur acercándolos entre sí (fuerzas de atracción y repulsión).

En este momento les preguntamos:

¿Por qué sabemos cuáles son los polos norte y sur de los imanes?

«Porque si lo juntas con la punta de la brújula y se da la vuelta (la aguja de la brújula) es que es el polo norte del imán».

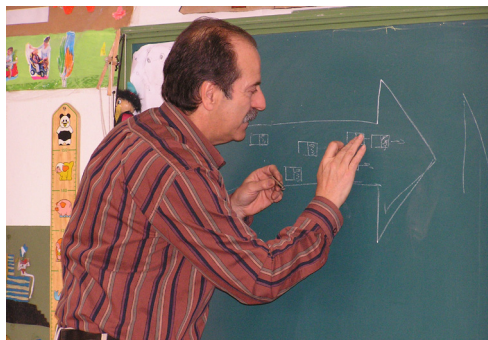


Imagen 1. Representación de los dominios magnéticos.

- Después elegimos un imán y les preguntamos: ¿atrapa el imán todos los objetos de la mesa?

«No, solamente los de hierro», contestan todos.

Más tarde pasamos a atrapar objetos ferromagnéticos que hemos colocado sobre la mesa. De esta manera comprobamos que el imán funciona correctamente y se corresponde con sus ideas previas.

- Una vez hechas estas comprobaciones, envolvemos el imán en un paño y lo golpeamos con un martillo para romperlo. Lo desenvolvemos y con los trozos de imán resultantes hacemos lo mismo que antes: probar si tienen dos polos y si cada trozo sigue teniendo propiedades magnéticas (**Imagen 2**).

Les preguntamos de nuevo: ¿pueden ahora los imanes atraer los objetos ferromagnéticos de la mesa?

«Si pero menos» -contestan varios niños. «Ya no pueden con las cosas grandes.»



Imagen 2. Los fragmentos generados al romper un imán son también imanes.

- Volvemos a repetir la acción dos veces más y comprobamos lo que hemos dicho en el punto anterior. Todos los trocitos tienen dos polos, pues existen fuerzas de atracción y repulsión y los trocitos más pequeños pueden atraer solo cosas muy pequeñas o que pesan muy poco.

- Al final de la actividad ponemos todos los trocitos de imán dentro del paño y los golpeamos hasta que conseguimos un pequeño montoncito de imancitos (de un tamaño un poquito más grande que el tamaño de las limaduras).

Les preguntamos: ¿qué creéis que pasará ahora?

«Que atraerá objetos muy pequeños», es la respuesta más general. Después acercamos este montoncito de imanes a los objetos y vemos que no los atrae, pues hemos conseguido desordenar los dominios del mismo.

3. Actividad de síntesis:

- Realización de la ficha n.º 1 (**Ficha1**).

Conclusiones

- Si fragmentamos un imán, una o varias veces, cada uno de esos trozos seguirá teniendo un polo norte y otro sur.
- Un imán fragmentado una o varias veces, verá disminuido su campo magnético a medida que los trozos de imán son más pequeños.

Experiencia n.º 2: «¿cuál de los dos polos es el polo Norte?»

Objetivos

- Explicar qué es lo que le ocurre a la brújula cuando la acercamos a un imán de alnico.
- Explicar qué es lo que ocurre con un imán de alnico cuando lo acercamos a un imán de neodimio.
- Descubrir lo que le ocurre a un material ferromagnético (monedas, hierro dulce) cuando lo frotamos con un imán de alnico.


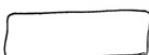
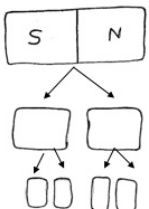
Materiales

• Tres imanes de alnico.	• Monedas de uno y dos euros.
• Un imán de neodimio.	• Hierro dulce.
• Una brújula desmontable.	

Actividades

1. Actividades previas:

Mediante el diálogo recordaremos determinados conceptos fundamentales como: cuáles son los polos de un imán, hacia dónde apuntaba siempre una brújula, qué tipos de materiales son los que atrae un imán, etc.

EXPERIENCIA 1: "LOS DOMINIOS DE UN IMÁN"	
FICHA N.º 1	FECHA:
<p>1. Cuales de estos imanes tienen los dominios ordenados.</p> 	
<p>2. Dibuja los dominios del imán.</p> 	
<p>3. Si a un imán lo golpeamos y lo rompemos en trocitos más pequeños, ¿Seguirán teniendo cada uno de esos trozos un polo norte y un polo sur? Completa el dibujo.</p> 	
<p>4. ¿Recuerdas que le pasó al imán cuando lo golpeamos muchas veces y quedó hecho miguitas? ¿Seguia manteniendo las propiedades magnéticas?</p>	

Ficha 1. Los dominios de un imán.

2. Actividades de desarrollo:

Primera parte: Inversión de la polaridad de la aguja de una brújula (**Imagen 3**).

- Primero acercamos la brújula a un imán de álnico y comprobamos que la brújula es otro imán en la que el polo sur del mismo marca el norte terrestre. Les preguntamos: ¿hacia dónde apunta la punta de la aguja del imán? Todos contestan que hacia el norte.

- Después pasamos a desmontar la brújula, sacamos la aguja y acercamos el extremo rojo de la aguja al polo norte del imán de neodimio, con lo cual se invierte la polaridad de la aguja. Ante la pregunta, ¿qué creéis que está pasando ahora?

Unos niños contestan, sobre todo los más pequeños, que *«se está pegando la aguja de la brújula al imán y no se va a poder despegar»*, otros, la gran mayoría, que *«el imán le está pasando su poder a la aguja»*.

¿Qué pasará cuando volvamos a colocar la aguja en el imán?

«Que ahora la aguja se cambiará de sitio».

¿Qué quiere decir que se cambia de sitio?

«Que ya no marca el norte, ahora señala otro sitio de los que tiene marcada la brújula».

¿Qué sitio?

Ante el silencio les preguntamos: si no marca el norte, ¿qué otro punto cardinal marcará?

«El polo Sur».

¿Por qué?

«Porque has juntado el polo norte del imán con el polo norte de la aguja de la brújula y norte con norte se rechazan».



Imagen 3. Brújula desmontable.

- Volvemos a colocar la aguja en el pivote de la caja de la brújula y vemos que el extremo rojo de la aguja se dirige al polo sur terrestre.

Comprobamos con el imán de álnico que los polos de la aguja están invertidos (el extremo rojo es un sur y el blanco es un norte).

Segunda parte:

Ahora acercamos de nuevo nuestra aguja invertida al imán de neodimio de la siguiente manera: el extremo rojo (que ahora es sur) se pone en contacto con el polo sur del imán. Invertimos nuevamente la polaridad de la aguja que queda en su forma original: el extremo rojo es el polo norte y el blanco el polo sur.

Colocamos de nuevo la aguja en el pivote de la caja de la brújula y comprobamos que:

- El extremo rojo se dirige al polo norte terrestre (polo sur magnético terrestre).
- Al acercar el imán de álnico, los polos de la aguja volverán a estar bien orientados: el extremo rojo es un norte y el blanco es un sur.

Repetimos el experimento anterior pero, ahora, con un material magnéticamente blando (hierro dulce, una moneda de uno o dos euros). Dejamos que comprueben que las monedas se transforman en un imán por magnetismo inducido, es decir, al acercarle un imán, pero que los dominios se desorientan al desaparecer el campo imanador.

Experiencia: inversión de la polaridad en un imán álnico


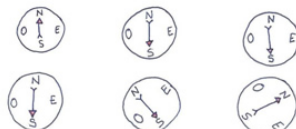

A un imán comercial de álnico le hemos invertido los polos con un imán de neodimio. Dejamos que los alumnos jueguen con tres imanes de álnico, uno de los cuales tiene cambiada la polaridad. Al plantearles la pregunta ¿qué creéis que está pasando? Los alumnos y alumnas contestan que uno de los imanes está cambiado, con lo que comprobamos que nuestros alumnos y alumnas han comprendido bien en qué consiste la inversión de la polaridad.

3. Actividad de síntesis:

Realizar la ficha n.º 2, donde los alumnos deberán plasmar lo aprendido (**Ficha 2**).

Conclusiones

- La brújula siempre marca el norte terrestre (sur magnético).
- Si enfrentamos los polos del imán de la brújula (polo rojo) con el imán de neodimio (polo norte), vemos como el imán de la brújula invierte su polaridad y ya no marca el norte terrestre, sino el sur.

EXPERIENCIA 2: "¿CUAL DE LOS DOS POLOS ES EL POLO NORTE?"	
FICHA N.º 2	FECHA:
<p>1. Rodea de color verde las brújulas que marquen correctamente el polo norte terrestre.</p> 	
<p>2. Rodea de color rojo las brújulas que tengan invertida su polaridad, es decir, que marquen el sur terrestre.</p> 	
<p>3. Tacha sólo las monedas que creas que <u>no</u> están magnetizadas.</p> 	

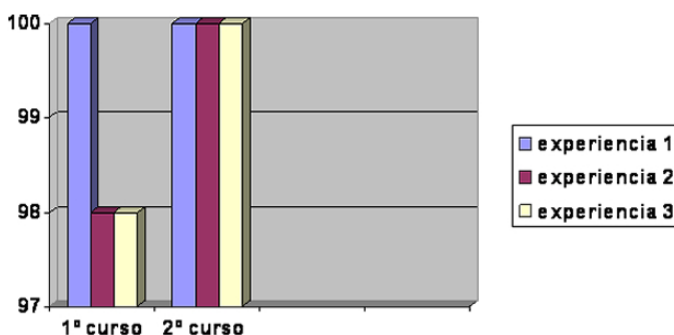
Ficha 2. ¿Cual de los dos polos es el polo norte?

- Si volvemos a enfrentar el polo sur del imán de la brújula con el polo sur del imán la polaridad se habrá vuelto a invertir, restableciéndose el estado inicial del imán de la brújula.
- La polaridad de los imanes se puede invertir a través de la acción de un imán más potente (imán de neodimio) sobre un imán con menor poder de atracción (imán de alnico).
- Si acercamos un imán potente a un material magnéticamente blando, este material adquiere, temporalmente, propiedades magnéticas.

Evaluación cuantitativa y cualitativa

A lo largo del presente estudio hemos podido comprobar cómo han ido asimilando los diferentes contenidos relacionados con el magnetismo. Hemos de señalar que los alumnos de Educación Primaria, tanto los del primer curso como los del segundo, han interiorizado muy bien los contenidos vistos y apenas cometen errores. Todos nuestros alumnos y alumnas recuerdan bastante bien cómo fue el desarrollo de las actividades vistas.

A partir de este análisis podemos determinar que el aprovechamiento de las experiencias propuestas ha sido altamente satisfactorio, aunque con pequeñas diferencias en función del nivel de maduración de los alumnos y alumnas (**Gráfica 1**).



Gráfica 1. Porcentaje de asimilación de las experiencias según cursos.

Agradecimientos

Agradecemos el apoyo recibido por parte de los directores, los compañeros y compañeras, así como también a las familias de los alumnos y alumnas de los diferentes centros en los que hemos llevado a cabo nuestro proyecto: CEIP Morales del Vino, CRA de Gema, CRA de Moraleja del Vino y CRA de San Pelayo.

Referencias Bibliográficas

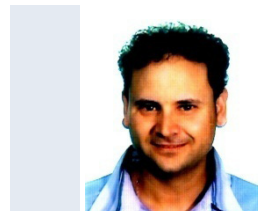
GASCÓN, F.; BAYÓN, A.; MEDINA, R.; PORRAS, M. A.; SALAZAR, F. *Electricidad y Magnetismo*. Madrid. Pearson Educación S.A. 2004.

REITZ, J. R.; MILFORD, F. J.; CHRISTY, R. W. *Fundamentos de la Teoría Electromagnética*. Addison-Wesley Iberoamericana. 1984.

SÁNCHEZ QUESADA, F.; SÁNCHEZ SOTO, L. L.; SANCHO RUIZ, M.; SANTAMARÍA, J. *Fundamentos del electromagnetismo*. Madrid. Ed. Síntesis. 2000.

WANGSNESS, R. K. *Campos Electromagnéticos*. México. Limusa 20ª Edición. 1986.

El magnetismo y el electromagnetismo



Francisco José Cascales Muñoz*

*Maestro del CP Hermanos San Isidoro y Santa Florentina
(Cartagena). Murcia*

Palabras clave

Electromagnetismo, campo magnético, voltímetro, electroimán, líneas de fuerza, espiras, dominios, materiales ferromagnéticos y paramagnéticos.

Resumen

La LOE define las competencias como capacidades para poner en marcha de manera integrada los conocimientos adquiridos y los rasgos de la personalidad que permitan resolver situaciones diversas, por tanto incluyen conocimientos teóricos y prácticos así como actitudes personales.

Como bien sabemos, entre las competencias básicas podemos encontrar la competencia en el «Conocimiento y la Interacción con el Mundo Físico». Nuestro proyecto giró en torno a la investigación científica en Educación Primaria y en la elaboración de diversos materiales para que los alumnos y las alumnas investigaran algunos aspectos sobre la relación entre la electricidad y el magnetismo (electromagnetismo). De este modo el alumnado pudo conocer y comprender algunas leyes y principios del mundo que le rodea, poniéndole así en disposición para que pueda interactuar en él y sobre él de una manera consciente, creativa y responsable.

La investigación científica juega un papel esencial y decisivo en el proceso de enseñanza y aprendizaje, por tanto, nuestra misión debe ser la de elaborar y planificar pequeñas investigaciones científicas que resulten muy atractivas y llamativas para nuestro alumnado y, sobre todo, que se ajusten a la realidad de nuestro Centro Educativo así como a las características de nuestro alumnado, haciendo que todos nuestros niños y niñas despierten su interés por el aprendizaje de las ciencias y, que a la vez, disfruten aprendiendo.

Todas las actividades o estrategias de enseñanza se enfocaron para que fuesen, en el mayor grado posible, fáciles de experimentar y, sobre todo, permitieran la manipulación directa de los diversos materiales elaborados y los recursos disponibles. El proyecto se realizó a nivel de centro para trabajar el magnetismo adaptándose las actividades a las edades y características de los niños y niñas de cada uno de los cursos, los cuales ya habían trabajado aspectos científicos. Se intentó que cada alumno o alumna fuera el verdadero protagonista de su propio aprendizaje, despertando así la motivación necesaria para que ellos fueran quienes construyeran su propio conocimiento sobre una base sólida en cuanto a la investigación científica del electromagnetismo.

* E-mail del autor: student2004dj@hotmail.com.

Todas las experiencias científicas se diseñaron y planificaron para que los alumnos y alumnas pudieran estudiar los campos magnéticos y descubrir si los electroimanes cumplían las mismas propiedades que los imanes permanentes así como conocer algunas de sus utilidades en la vida cotidiana y las ventajas e inconvenientes que nos pueden ofrecer.

Las experiencias descritas en este artículo se llevaron a cabo con un sexto curso de primaria en el que había 25 alumnos. Además, a este grupo de trabajo se incluyeron tres alumnos de tercer curso y dos alumnos de cuarto curso, la dirección decidió que entraran en este proyecto por pertenecer al proyecto de alumnos y alumnas con altas habilidades que está llevando a cabo el centro.

Justificación sobre la experimentación científica en el aula

Años atrás la enseñanza estaba basada en el aprendizaje memorístico y la transmisión de conocimientos. Estos conocimientos normalmente carecían de cierto grado de significado y funcionalidad para los discentes, a pesar de que grandes teorías y estudios sobre el aprendizaje realizados por algunos psicólogos como Piaget, Ausubel o Bruner demostraron que el aprendizaje memorístico no era el más adecuado para conseguir un aprendizaje efectivo, pues de nada sirve aprender sólo conceptos sin llegar a entender su aplicación en el día a día, ya que de este modo los estudiantes no lograrían conseguir la autonomía necesaria para aplicar los conocimientos aprendidos de manera memorística en su vida cotidiana al carecer éstos de significado alguno o ignorar su funcionalidad.

De este modo, la enseñanza ha ido evolucionando y cada vez los maestros y maestras de Educación Infantil y Primaria debemos ir mejorando nuestra metodología de enseñanza, donde el alumnado pueda aprender de una manera práctica, significativa y más funcional, configurando así personas autónomas y responsables en sus tareas cotidianas, convirtiéndolas en ciudadanos y ciudadanas preparados para vivir en la sociedad actual, sabiendo actuar y desenvolverse en ella de una manera mucho más satisfactoria, efectiva y justa.

Bien es cierto que si llevamos a la escuela tareas y actividades científicas estaremos consiguiendo que el alumnado se implique mucho más en su propio aprendizaje, por tanto, estaremos contribuyendo de este modo a fomentar el gusto por la ciencia y, asimismo, vamos a conseguir despertar el espíritu científico en todos y cada uno de nuestros alumnos y alumnas. Se trata, por tanto, que todos los niños y niñas adquieran un conocimiento que les proporcione capacidades para explorar la realidad y explicar mejor el medio que les rodea, para que de esta manera puedan actuar en él y sobre él de modo consciente y creativo, introduciéndolos a su

vez en el conocimiento lógico-científico, como instrumento y como método, que les permita desde edades muy tempranas ampliar, profundizar, enriquecer y objetivar progresivamente su experiencia personal.

Objetivos del proyecto de investigación científica

- 1.** Investigar y conocer la relación entre la electricidad y el magnetismo.
- 2.** Elaborar electroimanes e investigar si sus características son similares a la de los demás imanes (campos magnéticos, atracción y repulsión, polaridad y líneas de fuerza).
- 3.** Conocer los usos más cotidianos de los electroimanes así como algunas de sus ventajas e inconvenientes.
- 4.** Elaborar una máquina que necesite un electroimán para funcionar y describir su funcionamiento.

Contenidos objeto de trabajo

- 1.** Realización de investigaciones para conocer y estudiar las características más significativas del electromagnetismo.
- 2.** Elaboración de electroimanes para conocer algunas de sus propiedades, ventajas e inconvenientes.
- 3.** Utilización y explicación del funcionamiento de una máquina que contiene un electroimán.

Metodología de trabajo

El desarrollo de las tareas propuestas fue eminentemente práctico y participativo. El alumnado buscó la resolución a los problemas planteados para los diferentes experimentos científicos mediante la manipulación de objetos y materiales del entorno próximo. Siempre trabajaron en grupo y partieron de lo conocido hasta llegar a descubrir lo desconocido, para permitir así, que construyeran su propio conocimiento basándonos en la teoría del aprendizaje por descubrimiento y en el aprendizaje significativo y funcional.

Desarrollo de las investigaciones científicas

Tareas previas a la investigación científica

Todas las tareas y experimentos de este proyecto fueron secuenciadas en 10 sesiones. En la primera sesión se realizó un cuestionario de ideas previas para conocer algunos aspectos del alumnado en cuanto a cuestiones científicas, con preguntas como: qué es un científico, qué investigan los científicos, qué es un electroimán, cómo podemos construir un electroimán, para qué sirven y dónde se usan, etc.

Más del 95% de los alumnos y alumnas no supieron contestar o simplemente contestaron mal estas preguntas, pero sin duda esto fue esencial para crear un conflicto cognitivo consiguiendo así la motivación necesaria y su implicación en el propio aprendizaje.

Después repasamos en clase, mediante la manipulación, los aspectos que ya habíamos descubierto anteriormente sobre los imanes (los materiales a los que atraen, los polos, la atracción y la repulsión, sus utilidades, las líneas de fuerza, etc.) y seguidamente leyeron un documento sobre la planificación y diseño de experimentos científicos con el fin de ir introduciéndolos poco a poco en el método de trabajo científico y los pasos a seguir (problema que queremos estudiar, establecimiento de hipótesis, realización del experimento, recogida de datos, comparación de la información obtenida con las hipótesis establecidas inicialmente y establecimiento de las conclusiones).

Experimento 1

Planteamiento del problema. ¿Qué sucede si entre los extremos opuestos de dos imanes que no están completamente juntos pasamos un hilo de cobre?

Evidentemente el alumnado no sabía o tenía una idea errónea de qué sucede en este caso. Después realizaron en grupos de tres discentes la siguiente experiencia.

Enfrenta dos imanes por polos distintos sin que se lleguen a tocar o juntar. Después debéis pasar rápidamente hacia un lado y hacia otro un hilo de cobre (conductor de energía eléctrica) y ambos extremos de dicho hilo lo vamos a conectar a un voltímetro (**Imagen 1**). ¿Qué sucede?

Anota la información obtenida, la comparáis con las hipótesis iniciales y elaboráis una conclusión de lo que habéis observado o ha sucedido.

Con esta investigación todos los alumnos y alumnas quedaron muy sorprendidos al comprobar que en la pantalla del voltímetro se podía apreciar un pequeño voltaje, llegando a la conclusión que se producía energía eléctrica.

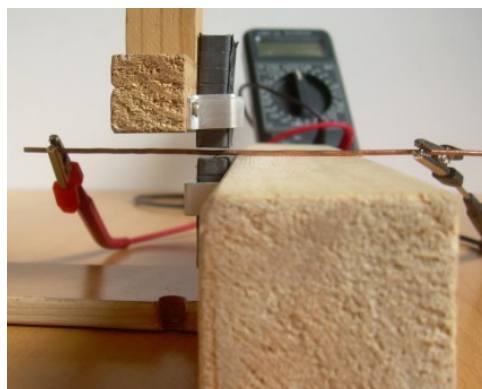
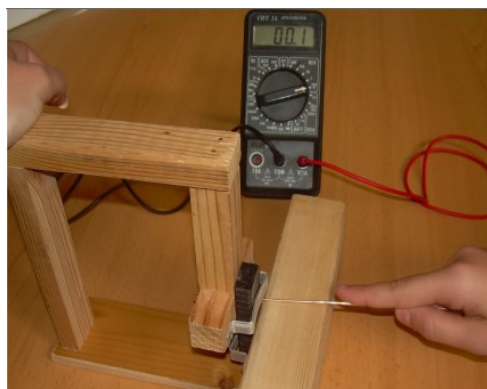


Imagen 1. Corriente eléctrica generada en el experimento 1.

Experimento 2

Planteamiento del problema. ¿Se puede crear un campo magnético con un solo hilo de cobre por el que circulan cargas eléctricas?

Al plantearles este problema tampoco supieron establecer correctamente las hipótesis y realizaron la experiencia detallada a continuación para comprobarlo.

Para realizar esta experimentación debéis poner una brújula encima de una mesa y conectar un cable de un metro aproximadamente a los dos extremos de una pila de 4,5 V, luego cogéis en cable con las dos manos y bien estirado lo colocáis a unos 15 centímetros encima de la brújula en la misma dirección de la aguja y lo acercáis lentamente hasta posarlo completamente encima de ella (**Imagen 2**).

¿Qué sucede? ¿Crees que se crea un campo magnético en un cable al circular la energía eléctrica por él? Explica lo que has observado.

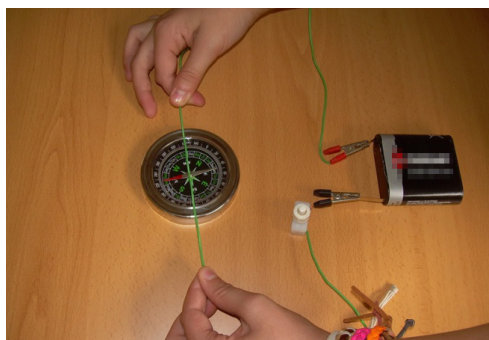


Imagen 2. Campo magnético generado por una corriente eléctrica.

Efectivamente al realizar esta experiencia llegaron a la conclusión de que por un cable conductor por el que circulan cargas eléctricas se produce un campo magnético que desvía la aguja de una brújula.

Experimento 3

Planteamiento del problema. ¿Se puede crear un campo magnético entorno a un cable en forma de espira por el que circulan cargas eléctricas?

Al planteamiento de este problema, algunos alumnos y alumnas ya reflejaron en sus hipótesis que se produciría un campo magnético, así que seguidamente realizaron la siguiente experimentación para comprobarlo.

Debéis elaborar una espira con un trozo de cable de un metro aproximadamente y comprobar si se crea o no un campo magnético en el centro de la espira cuando conectéis sus extremos a una pila de 4,5 V. Luego acercáis una brújula lentamente hacia el centro de la espira como podéis observar en la imagen (**Imagen 3**).

A continuación anotaréis lo observado y lo compararéis con las hipótesis establecidas inicialmente para establecer las conclusiones.



Imagen 3. Campo magnético en una espira.

Finalmente pudieron comprobar que efectivamente se cumplían las hipótesis y que en una espira de un cable de cobre por el que circulan cargas eléctricas se produce un campo que consigue desviar la aguja de una brújula.

Experimento 4

Planteamiento del problema. ¿Qué sucede si a una espira parecida a la del experimento anterior le colocamos un núcleo de hierro? ¿Permanecerá o desaparecerá el campo magnético que se generaba al circular cargas eléctricas por dicha espira?

Al establecer las hipótesis el 50% del alumnado indicó que se seguiría generando el campo magnético y el otro 50% que desaparecería dicho campo magnético.

Realiza con tus compañeros/as el siguiente experimento. Enrollad un cable de 2 metros sobre un trozo de hierro y conectáis los extremos del cable a una pila de 4,5 V. Después acercaréis lentamente una brújula a uno de los extremos del núcleo de hierro y anotáis lo que sucede (**Imagen 4**).

Finalmente todos llegaron a la conclusión de que al enrollar un cable de cobre sobre un trozo de hierro se produce un campo magnético y que eso es realmente un electroimán, es decir, un imán que sólo funciona cuando circulan cargas eléctricas por el hilo conductor de energía eléctrica y deja de funcionar cuando cortamos el suministro de energía eléctrica a la espira.



Imagen 4. Electroimán.

Experimento 5

Planteamiento del problema. ¿Adquiere un electroimán polaridades en sus extremos en N y S (polo norte y polo sur) igual que sucede en un imán permanente?

Ya sabemos cómo podemos reconocer y renombrar los extremos de un imán (N/S). Ahora debéis comprobar del mismo modo si, en un electroimán, podemos reconocer y renombrar sus polos igual que lo hacemos con los imanes permanentes. Explica los resultados obtenidos en la investigación.

En el planteamiento de este problema el 90% del alumnado estableció como hipótesis que un electroimán adquiere polos N/S como sucede en un imán permanente. Este porcentaje del alumnado terminó afianzando esta idea previa cuando al realizar el experimento pudieron comprobar que así sucedía y el 10% del alumnado que estableció otras hipótesis distintas inicialmente aprendió que un electroimán adquiere polaridades N/S (**Imagen 5**).



Imagen 5. Detección de polos en un electroimán.

Experimento 6

Planteamiento del problema. ¿Cambiarán de polaridad los extremos de un electroimán si cambiamos también la forma de conectar el positivo y el negativo a la espira?

Para realizar este experimento debéis cambiar el positivo por el negativo de la espira al conectar nuestro electroimán (conectar el positivo y el negativo al contrario de cómo lo has conectado antes) y comprobar si cambia la polaridad de sus extremos según los has renombrado antes. Anota lo observado y compáralo con tu hipótesis inicial.

Al establecer las hipótesis en este experimento la mayor parte del alumnado presentó ciertas dudas de sobre si cambiaría o no de polaridad sus extremos de un electroimán según la forma de conectar el positivo y el negativo a la pila, dudas que se disiparon por completo cuando realizaron el experimento y comprobaron que efectivamente en un electroimán cambia la polaridad de sus extremos en función de la conexión positiva y negativa de su espira.

Experimento 7

Planteamiento del problema. Si aumentamos el voltaje de la fuente de alimentación que suministra energía eléctrica a un electroimán, ¿aumentará o disminuirá su campo magnético y su fuerza de atracción?

Esta experiencia la realizaréis de la siguiente manera. Primeramente debéis colocar un electroimán en la misma dirección de una re-

gla o cinta métrica, de manera que uno de los extremos del electroimán esté colocado en el inicio de la regla. Después colocaréis una brújula encima de la regla o cinta métrica a unos diez o doce centímetros del extremo del electroimán. Seguidamente debéis conectar el electroimán a una pila de 4,5 V y acercaréis la



Comprobación del campo magnético en función del voltaje	Distancia en centímetros	Mayor o menor campo magnético
Electroimán conectado a 4.5 V.	4 cm	menor
Electroimán conectado a 9 V.	5,5 cm	mayor

Imagen 6. Resultados de la experiencia.

brújula lentamente hacia el extremo del electroimán hasta que la aguja quede orientada completamente hacia él. En ese preciso instante debéis detener la brújula y anotar en la tabla los centímetros entre el extremo del electroimán y la brújula. A continuación realizaréis la misma tarea pero conectando el electroimán a una pila de 9 V, anotando del mismo modo la distancia entre el extremo del electroimán y la brújula (**Imagen 6**).

Finalmente debéis comparar los resultados obtenidos con vuestras hipótesis haciendo una breve conclusión.

Como podemos comprobar en la tabla, efectivamente los alumnos y alumnas pudieron comprobar que cuanto mayor es el voltaje suministrado a un electroimán, mayor va a ser el campo magnético que se genera y, por tanto, aumentará su influencia de atracción.

Experimento 8

Planteamiento del problema. ¿Presenta un electroimán líneas de fuerza igual que sucede en un imán permanente?

Para realizar la experiencia debéis conectar un electroimán a una pila de 4,5 V y del mismo modo que hemos aprendido a comprobar las líneas de fuerza en un imán permanente, vamos a comprobar si realmente aparecen o no estas líneas de fuerza en los electroimanes. Después debéis anotar los resultados obtenidos y compáralos con las hipótesis que habéis escrito anteriormente.

La gran mayoría de los alumnos y alumnas establecieron como hipótesis que no se cumplirían y que en los electroimanes no aparecerían dichas líneas de fuerza, pero después de realizar el experimento todos los alumnos quedaron totalmente sorprendidos al comprobar que se cumplen estas líneas de fuerza en los electroimanes igual que sucede en los imanes permanentes (**Imagen 7**).

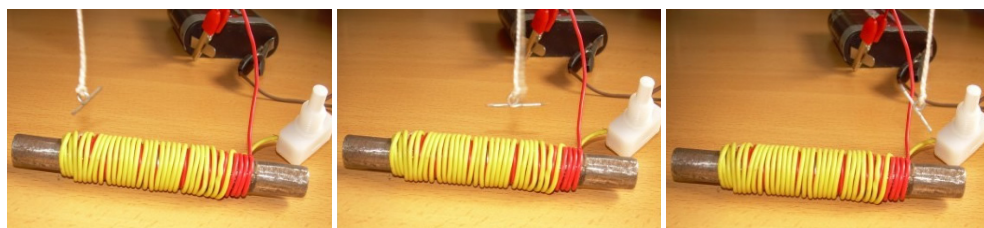


Imagen 7. Orientación de las líneas de fuerza en el electroimán.

Experimento 9

Planteamiento del problema. ¿Qué sucede si elaboramos un electroimán con un núcleo de acero?

Discute con tus compañeros cuál de las siguientes hipótesis (a, b, c) os parece la más correcta sobre lo que sucedería si ponemos acero en el núcleo del electroimán:

- a) Nada, porque el acero es un material que no sirve para crear un electroimán ya que no atrae metales.
- b) Cuando cortamos el suministro eléctrico el acero se sigue comportando como un imán.
- c) El acero en el núcleo de un electroimán se comporta exactamente igual que el hierro dulce.

Ahora realizaréis la experiencia. Para ello debéis elaborar un electroimán con un núcleo de acero y comprobar lo que sucede cuando suministramos energía eléctrica y cuando dejamos de hacerlo (**Imagen 8**). ¿Se ha cumplido la opción que habíais señalado? ¿Sabrías explicar qué ha sucedido y por qué ha sucedido?

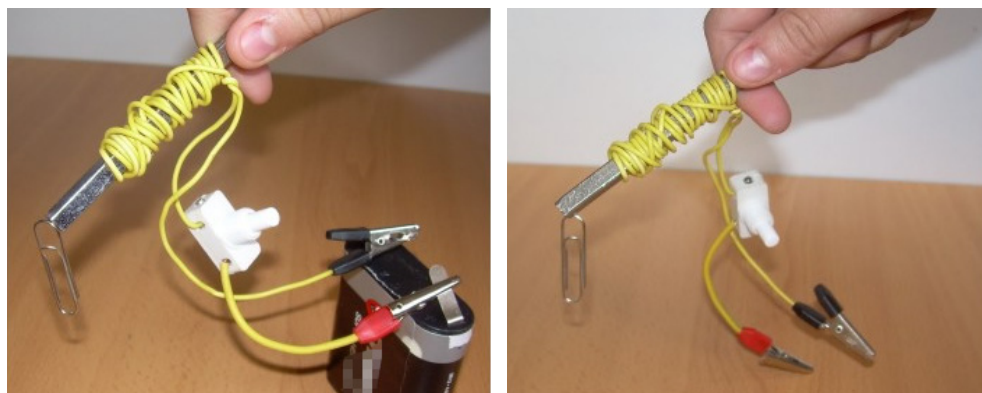


Imagen 8. Electroimán con núcleo de acero.

Investiga con tu grupo usando INTERNET la razón por la que sucede eso, lo anotáis en vuestras fichas de investigación y después debéis realizar una secuencia con tres o cuatro dibujos explicando lo sucedido.

Efectivamente el acero se puede imantar. Este es el principal motivo por el que este material no se debe usar para elaborar un electroimán ya que el acero posee

moléculas de carbono que dificulta la libre rotación de los dominios a su posición inicial después de que se hayan orientado tras haber sido sometidos a un campo magnético; por tanto, si ponemos acero como núcleo en un electroimán se seguirá comportando como un imán durante un cierto periodo de tiempo después de cortar el suministro de la energía eléctrica.

Experimento 10

En esta última experiencia realizaremos la dramatización de lo que sucede con los dominios de un hierro que hace de núcleo de un electroimán. Para ello debéis hacer dos filas de cuatro compañeros/as en donde cada uno va a estar mirando a un lado distinto y otros dos compañeros/as harán la función de un cable conductor de cobre. Cuando ambos junten sus manos por encima de las cabezas de los compañeros, que forman las dos filas, estarán indicando que el circuito eléctrico ha sido cerrado; por tanto, los dominios tienen que orientarse todos a un mismo extremo. Después cuando el circuito sea abierto y dejen de circular por el cable las cargas eléctricas, los dominios volverán todos a su posición inicial.

Una vez realizada la dramatización del electroimán, vamos a realizarlo de nuevo, pero esta vez imaginando que el núcleo del electroimán es de acero, e intentaremos hacer la dramatización como hemos aprendido que sucede con los dominios del acero cuando es imantado, es decir, después de abrir el circuito eléctrico los dominios van a seguir orientados y unos pocos segundos después poco a poco y lentamente todos los dominios irán volviendo a su posición inicial.

Sin duda alguna, estas dramatizaciones van a ser muy efectivas para que el alumnado pueda entender y comprender cómo se comportan los dominios en el interior de los metales ferromagnéticos cuando son sometidos a un campo magnético.

TAREA FINAL: consolidación de lo aprendido, su aplicación y funcionalidad

Los usos y utilidades de los electroimanes en la vida cotidiana

Investiga en INTERNET con tu grupo de trabajo algunas máquinas que necesiten un electroimán para funcionar, anotad algunas de ellas en vuestras fichas de trabajo y realizad también un dibujo explicativo de su funcionamiento.

Seguidamente discute con tu grupo y contestad a las siguientes cuestiones:

- ¿Cuáles son las ventajas e inconvenientes de usar un electroimán?
- ¿Cuáles son las ventajas e inconvenientes de usar un imán permanente?
- En una máquina que usa un electroimán para su funcionamiento, ¿podríamos cambiar su electroimán por un imán permanente? ¿Por qué?

Después de realizar la búsqueda para descubrir algunas de las máquinas que funcionan con electroimanes y debatir, con todo el grupo y con la clase, las respuestas a las cuestiones anteriores, se propuso al alumnado el montaje de una máquina que se utiliza en las chatarrerías para cargar camiones con chatarras o para separar los metales ferromagnéticos (hierro, acero, etc.) de los materiales paramagnéticos (cobre, aluminio, etc.). Finalmente hicieron una representación explicando el funcionamiento de estas máquinas a las demás clases (**Imagen 9**).



Imagen 9. Construcción de una máquina con electroimán.

Tarea de revisión de ideas previas

Finalmente se propuso al alumnado que realizara de nuevo el cuestionario de ideas previas ya que esta tarea es esencial en el proceso de enseñanza y aprendizaje para que los niños y niñas sean conscientes de la evolución de sus propios aprendizajes y sus conocimientos acerca del tema; es decir, serán conscientes de cómo su conocimiento ha ido evolucionando por medio de la experimentación y observación directa sin necesidad de que el aprendizaje sea exclusivamente memorístico y además para que puedan entender y comprender la importancia de dicho aprendizaje así como su utilidad y funcionalidad en la vida cotidiana, generando a su vez la motivación necesaria para querer seguir aprendiendo cada vez más.

Conclusión

Como docentes, no podemos permitir que alumnos y alumnas de las etapas de Educación Infantil y Educación Primaria se formen lejos de la realidad de los fenómenos que suceden continuamente a nuestro alrededor, realidad a la que ellos también pertenecen y que lamentablemente en numerosas ocasiones y en algún que otro centro educativo pasa totalmente desapercibida.

Sin duda alguna los niños y niñas continuamente se hacen preguntas sobre los fenómenos que observan y qué mejor manera que ofrecerles la oportunidad de aprender mediante la experimentación directa dentro de las posibilidades que nos ofrece nuestro entorno, pues la experimentación directa juega un papel esencial en el aprendizaje de las ciencias, fomentando de este modo el gusto por la ciencia así como la motivación y predisposición necesaria para que quieran aprender y saber mucho más. Con esta estrategia vamos a conseguir que todos ellos se impliquen en su propio aprendizaje y, sobre todo, que disfruten aprendiendo, pues no debemos olvidar que ese debe ser el fin principal de toda acción educativa, que el alumnado disfrute aprendiendo y a su vez reconozca su trabajo bien hecho.

Los maestros y maestras no podemos olvidar en ningún momento que somos mediadores y que debemos ofrecer al alumnado todos los recursos y experiencias educativas necesarias para que puedan aprender, pues sin duda alguna nuestra labor principal es la de intentar que nuestros discentes se formen con una base científica sólida donde se puedan soportar los pilares que irán construyendo poco a poco con los nuevos aprendizajes a lo largo de las siguientes etapas educativas y, de este modo, debemos llevar a cabo proyectos científicos en todas las etapas educativas para dar a las ciencias la importancia que se merece y colocarlas en su lugar correspondiente ya que sin las ciencias no podríamos interpretar ni entender el mundo que nos rodea.

Referencias bibliográficas

CATO, J. *Tres usos de los electroimanes*. [En línea]: <http://www.ehowenespanol.com/tres-usos-electroimanes-info_82478/> [Consulta: febrero 2012].

El CSIC en la Escuela. Ciencia en el aula. [En línea]: <<http://www.csicenlaescuela.csic.es/>>. [Consulta: febrero 2012].

LÓPEZ SANCHO, J. M.; GÓMEZ DÍAZ, M. J.; REFOLIO REFOLIO, M.ª C.; LÓPEZ ÁLVAREZ, J. M. *Magnetismo en el Aula. Material didáctico para profesores de Educación Infantil y Primaria*. Material Didáctico. Madrid: Comunidad de Madrid. Consejería de Educación. Dirección de orientación académica. 2006. 170 pp.

SÁNCHEZ BLANCO, G.; BERNAL MARTÍNEZ, J. M.; GARCÍA-ESTAÑ CANDELA, R.; GUZMÁN MARTÍNEZ-VALLS, D.; VALCARCEL PÉREZ, M.V. *Didáctica de las Ciencias Experimentales I*. Diego Marín Librero Editor S.L. Murcia. 2005. 101 pp.

Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.

Decreto n.º 286/2007, de 7 de septiembre por el que se establece el currículo de la Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

Electroimanes circulares para la manipulación de chatarra. [En línea]: <<http://www.aplegroup.com/Productos/indice%20de%20productos/Electroimanes%20circulares%20para%20la%20manipulaci%F3n%20de%20chatarra.html>>. [Consulta: febrero 2012].



GOBIERNO
DE ESPAÑA

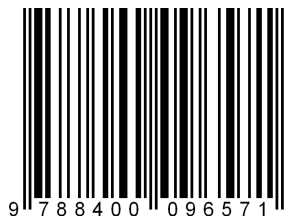
MINISTERIO
DE ECONOMÍA
Y COMPETITIVIDAD



CSIC

Fundación **BBVA**

e-ISBN: 978-84-00-09657-1



9 788400 096571