

n.º 14

Serie

El CSIC en la Escuela

Investigación sobre la enseñanza de la ciencia en el aula

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



n.º 14

Serie

El CSIC en la Escuela

Investigación sobre la enseñanza de la ciencia en el aula



SERIE EL CSIC EN LA ESCUELA, N.º 14

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)
Salomé Cejudo Rodríguez (CSIC)
Alfredo Martínez Sanz (colaborador de El CSIC y la FBBVA en la Escuela)
Mercedes Montserrat Duro Martínez (CRIE La Rioja)
Consuelo Palacios Serrano (CEP de Castilleja de la Cuesta)
Ana María Ruiz Sánchez (CPR de Murcia)

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 Tígeras Sánchez (CSIC)

n.º 14

Serie

El CSIC en la Escuela

Investigación sobre la enseñanza de la ciencia en el aula

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
MADRID, 2015

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 14): 978-84-00-09912-1

e-NIPO: 723-15-028-0

Diseño y maquetación: Alejandro Martínez de Andrés

The logo for the index, featuring a light blue square to the left of the word "ÍNDICE" in a dark blue, sans-serif font.

Descubriendo el sonido <i>B. Fernández, B. Pina, E. Sáenz, L. Andrés, N. Benito, P. Jalón y S. Ureta</i>	7
¿Las plantas hablan? <i>P. Romero</i>	23
El aire y los gases. Experiencia desarrollada en el aula de 6.º de educación primaria. <i>A. C. Rubín, A. López, N. Castellanos y M. Sanz</i>	39
Jugando a descubrir las características y propiedades de los gases <i>F. J. Cascales</i>	33

Descubriendo el sonido

Beatriz Fernández Fernández

CEIP San Pio X, Logroño

Beatriz Pina Lería

CEIP Caballero de la Rosa, Logroño

Esther Sáenz Gil, Lorena Andrés Ruiz*,

Nuria Benito Martínez-Losa

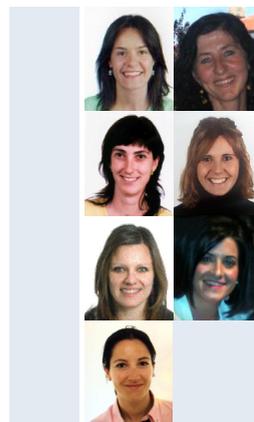
CEIP Gonzalo de Berceo, Villamediana de Iregua. La Rioja

Patricia Jalón Santibáñez

CRA Ausejo, Alcanadre, Ausejo. La Rioja

Sandra Ureta Martínez

CEIP Gonzalo de Berceo, Villamediana de Iregua. La Rioja



Palabras clave

Sonido, acústica, música, educación, ondas, vibración, primaria, infantil.

Resumen

Esta investigación versa sobre el estudio del sonido en aulas de Educación Infantil y Primaria.

A través de la experimentación y del aprendizaje cooperativo, los alumnos descubren qué es el sonido, cómo se produce y qué elementos lo componen (fuente, medios y detector del sonido).

Para asimilar mejor la propagación del sonido por el aire se realizaron diferentes experimentos que finalizaron con la comprensión del funcionamiento del teléfono acústico. Cuando los alumnos adquirieron dicha competencia, pasamos a transmitirlo en líquidos y en sólidos. Destacando en este último caso, el análisis del teléfono de hilo.

Por último, trabajamos el mecanismo del oído y construimos instrumentos para estudiar las propiedades del sonido.

Contextualización

En este proyecto han participado alumnos de diferentes cursos. Concretamente, cuatro clases de Infantil de tres años (CEIP Gonzalo de Berceo, Villamediana de Iregua, y CEIP San Pio X, Logroño) y otros dos grupos de Educación Primaria: un aula de primer ciclo (CRA Ausejo, Alcanadre) y otra de cuarto nivel (CEIP Caballero de la Rosa, Logroño).

.....
* E-mail de la autora: lorena.andres.ruiz@gmail.com.

¿Cómo iniciamos el proyecto?

Acercamos a nuestros alumnos/as a la teoría molecular y descubrimos, en primer lugar, la existencia del aire. Les ayudamos a reflexionar mediante las siguientes preguntas: ¿qué nos rodea?, ¿veis algo?, ¿qué tenemos a nuestro alrededor?

Comenzamos a experimentar: sentimos el aire

Los alumnos/as se abanicaron y soplaron entre sí. ¿Qué sentís? ¿Qué sale por la boca? ¡Aire!

¿Podremos cazar el aire? ¿Cómo? Lo atrapamos con bolsas, luego las abrimos para dejarlo escapar. ¿Dónde está ahora? Y si abrimos la puerta, ¿saldrá el aire?

Hinchamos globos. ¿Con qué lo hacemos? Entonces, ¿dentro de nuestro cuerpo también tenemos aire? Nos llevamos a casa el aire de nuestro cuerpo dentro de un globo. También cazamos el aire con una jeringuilla y los niños lo experimentaron en la cara al salir de ella.

Luego, sacamos el émbolo de la jeringuilla, tapamos la boquilla y lo introducimos de nuevo, al bajarlo.... ¿Qué ocurre? ¡Nos deja bajarlo un poco, pero no del todo! ¡Hace fuerza! (**Imagen 1**)

¿Y si dejamos de apretar? Vuelve a su posición solo. ¿Por qué sucede eso? ¿Qué hay dentro que hace fuerza?



Imagen 1. Experiencias encaminadas a descubrir el aire: globos y jeringuillas con aire.

En ese momento les explicamos que el aire está compuesto por unas partículas pequeñísimas que no podemos ver, pero sí sentir: las MOLÉCULAS. Dichas moléculas se mueven constantemente y tienen forma de esfera. Utilizamos balones. A continuación, representamos con granos de arroz (moléculas) cómo se comportan

y la fuerza que ejercen cuando chocan contra un objeto. Para ello, cada niño/a soplabla contra una cartulina los granos que introducía en la pajita. Y... ¡tiran la cartulina! (**Imagen 2**)



Imagen 2. Dramatización de moléculas y experiencia de analogía arroz-moléculas.

¿Qué es el sonido?

Una vez que los niños/as tuvieron claro el concepto de molécula, conocimos los preconceptos que tenían acerca del sonido antes de comenzar a investigar. Para ello, les preguntamos: ¿qué es el sonido? Los niños lo reflejaron con un dibujo (**Imagen 3**).



Imagen 3. Dibujos de alumnos/as representando qué es para ellos el sonido.

Luego, elaboramos un mural con sus ideas previas.

Además conocieron a «Sonidín», la mascota que nos ayudaría a investigar sobre el sonido. Y le contamos qué queríamos saber para anotarlo en nuestro mural.

Después, nos regaló unas acreditaciones de científicos y científicas para seguir investigando en las sesiones posteriores.

¿Cómo se produce el sonido?

Fuente del sonido

Comenzamos experimentando cómo se podían hacer sonidos.

Con nuestro cuerpo

Los niños lo exploraron libremente. Guiamos esta observación con preguntas como:

¿Qué partes del cuerpo usáis? ¿Estáis parados o en movimiento? ¿Os golpeáis?

Jugamos, cada niño reprodujo un sonido con su cuerpo y los demás compañeros lo repitieron.

Con objetos

A continuación, buscaron por la clase objetos con los que se pudiesen hacer sonidos (**Imagen 4**).

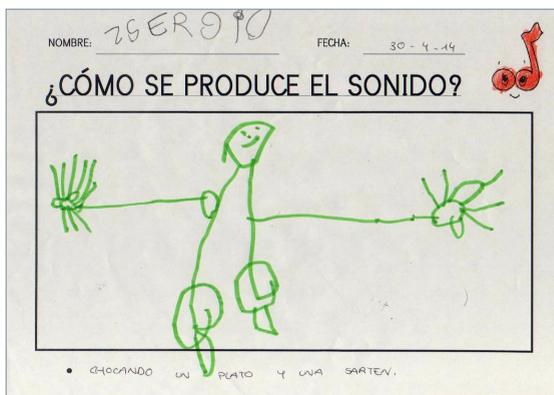


Imagen 4. Producción de sonidos con objetos. Representación de un alumno.

Ya sabíamos que podíamos producir sonidos golpeando o moviendo los objetos pero... ¿y el silencio?, ¿cómo se hace? Para comprobarlo, jugamos a *Sonido-silencio*: cuando aparecía «Sonidín» los niños/as tenían que producir un sonido con su cu-

erpo u objetos pero, cuando aparecía el «Señor del silencio», había que parar. Para terminar, mandamos una nota a las familias pidiendo su colaboración (**Imagen 5**).

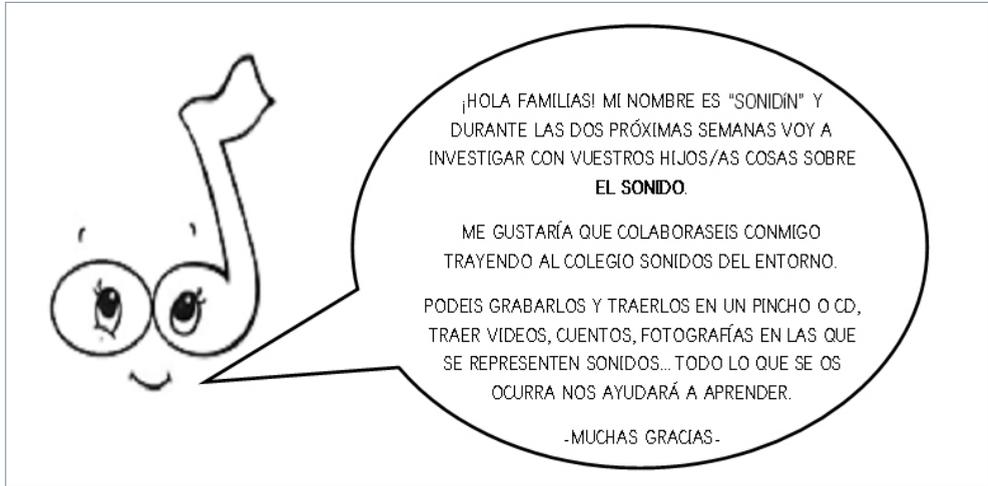


Imagen 5. Mensaje de colaboración a las familias.

Receptor del sonido

Ya sabíamos que para que se produzcan sonidos es necesario que haya movimiento.

Pero... ¿con qué escuchábamos los sonidos que producíamos?

¿Con nuestros ojos? Los tapamos y producimos sonido. ¿Podéis escuchar?

¿Nuestra boca? La

tapamos... ¿Podéis escuchar?

Tapamos nuestros oídos y... ¿escucháis bien? Comprueban que escuchan más bajo y peor (**Imagen 6**).

Entonces, ¿los sonidos viajan hasta vuestros oídos? Jugamos a taparnos un oído y escuchar, luego el otro, ambos... y comprobarlo. También



Imagen 6. Los alumnos/as se tapan los oídos.

a vendarnos los ojos y señalar de dónde llegaba el sonido que producía otro alumno (**Imagen 7**). Y comprobamos con un juguete «memo sonoro» que los sonidos que escuchamos son diferentes. Pueden ser fuertes, suaves, largos, cortos, etc.

Medio por el que se propaga el sonido

Ya conocemos cómo se produce el sonido y quién lo recibe pero...

¿Cómo llega a nuestro oído? ¿Qué hay entre tú y yo cuando hablamos?

Para responder a estas preguntas, un niño se coloca en un extremo de la clase para producir un sonido y otro niño en el otro extremo para recibirlo.

Preguntamos al niño que ejerce de fuente: «¿dónde ha ido tu sonido?» «Al aire», responde.

Y al niño receptor: «¿has escuchado el sonido?», «¿por dónde ha venido?»

Recordamos que en el aire estaban las moléculas y les explicamos que cuando producimos un sonido, la vibración que generamos golpea las moléculas más próximas a la fuente y dichas moléculas, a su vez, a las contiguas generando unas **ondas**, que transmiten el sonido.

Para que entiendan este concepto producimos vibraciones con un silbato.

«Y ese sonido, ¿dónde va?», les preguntamos. «¡Al aire!», responden.

Colocamos cerca de una fuente de sonido un recipiente con bolitas de poliespán encima. ¿Qué ocurre? ¿Se mueven las bolitas! ¿Por qué?

Les explicamos que las vibraciones del silbato se transmiten al aire formando ondas y representamos dichas ondas con otro experimento para que las visualicen: colocamos un plato con agua y comenzamos a aplaudir (**Imagen 8**).



Imagen 7. Experiencia para localizar la fuente de un sonido vendando los ojos.



Imagen 8. Vibración de las bolas de poliespán. Ondas en el plato de agua.

¡Se crean ondas! Hemos pasado la vibración del aplauso al aire y las moléculas han golpeado el agua, produciendo las ondas.

Finalmente, los alumnos/as plasmaron sus conclusiones en fichas.

¿Cómo se propaga el sonido?

Se propaga mediante vibraciones a través de la materia: sólidos, líquidos y gases. Vamos a experimentar los tres modos de propagación pero, ¿de qué forma se propaga? Mediante ondas longitudinales. Lo representamos con un muelle para ver cómo se comportan las moléculas al recibir la energía o el sonido (**Imagen 9**).



Imagen 9. Modelo de ondas longitudinales usando un muelle.

También lo vemos golpeando en un plato con agua para ver el movimiento de las ondas.

Las vibraciones producen un movimiento de vaivén que mueve las moléculas de aire y se transmite a otras moléculas en forma de onda longitudinal hasta llegar a nuestro oído.

Realizamos una dramatización formando una onda, los alumnos son moléculas (**Imagen 10**).



Imagen 10. Dramatización: fuente propagación y recepción de un sonido.

El sonido es una onda mecánica que puede transportar energía de un punto a otro en un espacio lleno de gas. Queremos que los niños perciban que el sonido (la energía) se traslada, pero no la materia. Es decir, la partícula no va de un lado a

otro, sino que transmite el movimiento a otra partícula. La dramatización es semejante a la de la cadena de mensajes. Los niños se colocan en fila sin poderse mover. El sonido sale de la boca y llega al oído, cada partícula (niño/a) transmite el movimiento a la partícula contigua, dándole un pisotón y volviendo a su lugar inicial, de forma sucesiva hasta llegar al oído.

Una vez entendidas las ondas que explican ese movimiento de las moléculas, experimentamos la transmisión del sonido.

Transmisión del sonido por el aire

Realizamos experimentos variados con los que ver el movimiento transmitido por el sonido a través del aire. Comenzamos viendo lo que ocurre cuando ponemos diferentes elementos encima de un altavoz y manipulamos el sonido.

Materiales

• Altavoz	• Arroz
• Soporte plástico	• Vela
• Pompas (jabón)	• Pajita

¿Qué le pasa a la burbuja? Baila al son de la música, el sonido transmite el movimiento de vibración.

¿Y a los granos de arroz? ¡Saltan! Nos quedamos impresionados de lo fuerte que saltan los granos.

¿Qué hace la llama? ¡Baila! (**Imagen 11**).



Imagen 11. Vibraciones en la burbuja, el arroz y la llama producidas por el sonido.

Para verlo de otra forma, pegamos una pajita con celo a un tapón y lo colocamos encima del altavoz. Vimos cómo la varita también se mueve al son de la música.

El espectáculo de luces

Materiales

<ul style="list-style-type: none">• Un tubo de papel de cocina• Un globo	<ul style="list-style-type: none">• Papel de aluminio
---	---

Colocamos al tubo de papel de cocina en un extremo un globo y un trocito de papel de aluminio para reflejar. Un niño hablaba por el otro extremo y un tercero con una linterna enfocaba al aluminio y a la pared. Vimos cómo en la pared, al reflejarse la luz, se veía la vibración del globo al hablar (**Imagen 12**). Al hablar en el cartón, las ondas sonoras se propagan a lo largo del mismo, haciendo vibrar el papel de aluminio del otro extremo. Así, vimos el reflejo intermitente en el espejo.



Imagen 12. Fotografía de la actividad «el espectáculo de luces».

La varita cantarina

Materiales

<ul style="list-style-type: none">• Un libro	<ul style="list-style-type: none">• Una regla
--	---

Sostuvimos una regla con un libro pesado de manera que esta sobresalía por fuera de la mesa y la golpeamos en diferentes partes escuchando los sonidos (**Imagen 13**).

Al golpear, hacemos vibrar la regla y esta, a su vez, hace vibrar a las moléculas que hay a su alrededor. Así, cuanto más pequeño sea el trozo de varita que quede fuera de la mesa, mayor será la frecuencia de vibración y más agudo el sonido y viceversa.



Imagen 13. Generación de sonidos con una regla que oscila.

El cañón sónico

Materiales

<ul style="list-style-type: none">• Papel de seda• Un rollo papel de cocina	<ul style="list-style-type: none">• Un globo• Una goma
--	---

Tapamos con cartón un extremo del rollo de cocina dejando un pequeño agujerito. El otro extremo también lo cerramos, esta vez con un globo. Dirigimos el tubo hacia la vela, golpeamos el globo y la llama se apaga.

Las vibraciones producidas al golpear el globo viajan a lo largo del tubo y excitan las moléculas del aire poniéndolas en movimiento. Este aire, al pasar por una abertura tan pequeña, es acelerado, produciéndose un chorro lo suficientemente fuerte como para apagar una vela o empujar fuertemente los papeles (**Imagen 14**).



Imagen 14. Nuestro cañón sónico.

Al trueno

Doblamos una hoja tirando de los pliegues interiores y haciendo un movimiento descendente fuerte... ¡Suena como un trueno!

Esto sucede porque el aire se comprime en el doblez y se libera rápidamente expandiéndose y produciéndose un estruendo.

Teléfono acústico

Materiales

<ul style="list-style-type: none">• Un tubo corrugado• Un globo
--

En un extremo un niño habla y en el otro se recibe el mensaje transmitiéndose por la vibración de las moléculas que hay en su interior. Para demostrar que las partículas transmiten el movimiento, pero no se mueven (trasladan), cortamos un tubo, colocamos un globo a modo de



Imagen 15. El tubo acústico.

membrana y lo unimos de nuevo. Así, pueden ver que se transmiten vibraciones que hacen mover el globo y que el globo, a su vez, transmite esta vibración a otras moléculas (**Imagen 15**).

Transmisión del sonido por el agua

¿Se transmite igual el sonido por el aire que por el agua?
Comenzamos por escuchar dentro del agua (**Imagen 16**).

Materiales

- Un teléfono acústico
- Claves

Uno de los alumnos toca instrumentos dentro del agua y el otro escucha con el teléfono acústico. ¡Escuchamos los sonidos amplificados!



Imagen 16. Escuchamos sonidos producidos dentro del agua.

El globo de aire, globo de agua

Materiales

- Un globo lleno de aire
- Un globo lleno de agua

Seguimos trabajando este concepto, ahora el experimento consiste en hablar a los compañeros a través de un globo de agua y un globo de aire (**Imagen 17**).



Imagen 17. Hablar a través de un globo.

Experimentamos con las ondas

Materiales

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Un plato con agua• Una batuta | <ul style="list-style-type: none">• Una mesa |
|--|--|

Colocamos un plato con agua sobre una mesa, los alumnos debían golpear la mesa y así podríamos ver el movimiento de las ondas (transmitido por vibraciones). Apreciamos cómo se trasmite el sonido en el agua.

Xilófono de agua

Materiales

- Botellas de cristal transparente
- Agua
- Una cuchara de metal

Llenamos botellas con diferentes volúmenes de agua. Al golpearlas, se producen vibraciones que se propagan por la botella y por el agua. Estas son transmitidas al aire y captadas como sonidos. A menor volumen de agua sonido más agudo y viceversa (**Imagen 18**).



Imagen 18. Nuestro xilófono de agua.

Transmisión del sonido por los sólidos

Experimento campana

Materiales

- Una cuerda
- Una cuchara

Colocamos la cuerda anudada en la cuchara. Debe ser larga para que los alumnos puedan darle contra otro material sólido, de ahí la vibración sube mediante el cordón y llega hasta los dedos que hace que el sonido llegue a los oídos (**Imagen 19**).

Además, nos dio mucho juego «**La puerta**» de nuestra propia clase. Desde fuera de clase llamamos a la puerta y oímos el sonido desde dentro. Esto sucede porque, al dar un golpe sobre un material



Imagen 19. Transmisión de la vibración por la cuerda.

sólido, se produce una vibración que se transmite por este elemento y llega al otro lado de la habitación por lo que podemos escucharlo.

Luego, continuamos golpeando objetos para **«Escuchar a través de sólidos»**.

Con los oídos de los alumnos sobre la mesa, apreciamos que ante un golpe en un sólido, podemos escucharlo. La explicación es que, al dar el golpe, se produce una vibración que termina en el oído de los alumnos y así lo escuchan.

Para acabar, hablamos con nuestros amigos por el **«Teléfono de hilo»**.

Unimos con un cordón los dos recipientes de yogur. Primero dejamos que experimentaran libremente, lo que nos llevó a ver que a muchos alumnos no les funcionaba, alguno decía que la cuerda tenía que estar estirada, ya que si no la vibración se pierde y por eso no se oye.

Para asegurarnos de la completa asimilación de los contenidos, realizamos una dramatización del teléfono de hilo (**Imagen 20**).



Imagen 20. Actividades con el teléfono de hilo y dramatización del comportamiento de la cuerda.

Modelo de oído

Hubo niños que anticiparon que lo que habíamos construido funcionaba igual que el oído (**Imagen 21**).

El primer embudo era nuestra oreja que servía para recoger mejor las ondas, el tubo era el conducto que tenemos dentro de nuestro oído y el globito era el tímpano, que vibraba cuando las moléculas de aire del conducto le hacían vibrar. A continuación, analizamos las semejanzas del teléfono acústico con el modelo de oído. Estudiamos unos vídeos y utilizando una maqueta del oído vimos cuáles son sus partes y cómo se transmiten las vibraciones en cada una de ellas. Concluimos que lo único que le faltaba a nuestro modelo de oído es el líquido en contacto con el globo para que las células nerviosas recogieran la información con el movimiento del hilo.



Imagen 21. El tubo acústico semeja el funcionamiento de nuestro oído. Esquema de un modelo de oído realizado por un alumno/a.

Aprendieron que las ondas llegan a nuestra oreja, pasan por el conducto auditivo hasta llegar al tímpano. Las moléculas golpean el tímpano y le hacen vibrar; al vibrar mueve un líquido que hay dentro del caracol. Este movimiento hace que se muevan unos pelillos que hay dentro del caracol (células de pelos microscópicos) y lleva la información por impulsos eléctricos al cerebro, así sabemos qué estamos oyendo.

Construimos instrumentos

Construimos diferentes instrumentos (**Imagen 22**) para que los niños explicasen cómo se producía y se propagaba el sonido en cada uno de ellos. Además, aprovechamos la ocasión para conocer diferentes propiedades del sonido como intensidad, frecuencia, etc.

Comenzamos clasificando los instrumentos musicales que conocían en instrumentos de cuerda, de viento y de percusión.

Con un peine y un trozo de papel de seda hicimos un membranófono, el sonido se transmitía al vibrar el papel. Utilizando un tubo de cartón, una goma y papel de seda construimos una turuta.



Imagen 22. Membranófono y zambomba.

Apreciamos la relación entre el tono de un sonido y la frecuencia. Para ello, utilizamos un trozo de cartón ondulado y una ficha de parchís para rasparlo. Descubrimos que si raspamos despacio, el tono es más bajo y viceversa. Explicamos que el número de veces que lo hacemos vibrar se llama frecuencia y que ella es la que determina el todo de un sonido.

Utilizamos un vaso de cartón y un trozo de cuerda para hacer una zambomba, la hicimos sonar y aprendimos cómo se produce y propaga el sonido. ¿Por qué cada cuerda de una guitarra suena diferente? Como no pudimos construir una, utilizamos un vaso de plástico, goma elástica y uno de nuestros lapiceros que ya se había quedado muy pequeño para construir un monocordio con el que experimentamos cómo variaba el sonido si tensábamos más o menos la goma elástica (**Imagen 23**). También hicimos maracas con tubos de cartón y legumbres. Finalmente, elaboramos un «palo de lluvia» y descubrimos cómo sonaba y por qué parecía lluvia.



Imagen 23. Construimos un monocordio y un «Palo de lluvia».

Agradecimientos

En primer lugar, queríamos agradecer el trabajo de El CSIC y la FBBVA en la Escuela, ya que sin ellos esta investigación no habría sido posible. Por otro lado, deseamos agradecer al CeFIAME (Logroño) la oportunidad de formarnos con el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Y, por último, a nuestros centros por permitirnos llevar a cabo este proyecto en las aulas.

Referencias bibliográficas

- THOMPSON, I., MOORES, I., SELLER, J. *Sonido, ruido y música. Taller de ciencia*. Monteverde. 1993. 32 pp.
- Varios Autores. *Los primeros pasos en la ciencia: el sonido*. Science4you. Madrid. 2010. 36 pp.
- Youtube. *Anatomía y funcionamiento del oído*. [En línea]: <<https://www.youtube.com/watch?v=CPB-2FoXbPwg>> [consulta: abril 2014].
- Elmundo.es. *El mundo de la salud Auditivo*. [En línea]: <<http://www.elmundo.es/elmundosalud/documentos/2007/09/oído.html>> [consulta: abril 2014].
- Youtube. *El oído y la audición*. [En línea]: <https://www.youtube.com/watch?v=rd6_zrvwk7U> [consulta: abril 2014].
- BRAHIM, L. & ESPINOZA, L. *La contaminación acústica*. Departamento de Física. Universidad Metropolitana de ciencias de la educación. Youtube. [En línea]: actualizado el 1 de septiembre del 2011. <<https://www.youtube.com/watch?v=zK2HmZsWpxc>> [consulta abril 2014].
- Youtube. *Un viaje al interior del oído*. [En línea]: <<https://www.youtube.com/watch?v=ISKONN4iso8>> [consulta: abril 2014].
- Intel Educación. *Wikisaber*. [En línea]: <http://www.wikisaber.es/Contenidos/LObjects/sound_vibrations/index.html> [consulta: abril 2014].

¿Las plantas hablan?



Paqui Romero Muñoz*

Psicóloga y Especialista en Pedagogía Terapéutica

Coordinadora del Proyecto de Innovación Pedagógica «e-NanoCiencia»

CEIP Guadalquivir-Mairena del Aljarafe. Sevilla

Palabras clave

Función de relación, comunicación entre plantas, compuestos orgánicos volátiles, diseño experimental, hipótesis, variables, datos.

Resumen

Esta experiencia forma parte de un proyecto más amplio dedicado a la función de relación de las plantas llevado a cabo con alumnado de altas capacidades de 2.º y 3.º ciclo de Primaria.

Pudimos comprobar cómo las plantas, que junto a las algas son los productores principales de casi todos los ecosistemas, tienen sofisticados mecanismos de defensa ante el ataque de plagas para asegurar su supervivencia. A través de la emisión de compuestos orgánicos volátiles (COVs) pueden repeler esas plagas, pero, también, pueden alertar a sus congéneres vecinos para que estos emitan también una respuesta de defensa antes de ser atacados.

Pusimos especial énfasis en la formación del alumnado en el uso del método científico para el desarrollo de esta investigación.

Introducción

La experiencia forma parte de un proyecto más amplio realizado dentro del **Programa Profundiza** con alumnado de altas capacidades de diferentes centros del Aljarafe sevillano.

Se realiza en el CEIP Guadalquivir de Mairena del Aljarafe de Sevilla (**Imagen 1**) con un grupo de alumnos y alumnas escolarizados en 2.º y 3.º ciclo de Primaria. El diseño de este proyecto tiene como objetivo principal investigar la función de relación de las plantas e ir descubriendo las variables ambientales: luz, temperatura, humedad, fuerza de gravedad, tipo de terreno y gases, que afectan al nacimiento y desarrollo de las plantas.

.....
* E-mail de la autora: paquiromu@gmail.com.

En el transcurso de la fase de documentación incluimos una referencia a los trabajos de Ian Balwin y Jack Schultz (1983) sobre ciertos comportamientos de algunas especies que nos parecieron el grado máximo de sofisticación en la interacción de las plantas con el medio ambiente que las rodea.



Imagen 1. CEIP Guadalquivir de Mairena del Aljarafe.

Marco de referencia

Función de relación es la respuesta de la planta ante los estímulos del ambiente. Como cualquier ser vivo, las plantas son capaces de reaccionar cuando perciben un estímulo externo. Al carecer de aparato locomotor no pueden reaccionar mediante un desplazamiento, como hacen los animales, sin embargo, sí pueden mover algunas de sus partes o crecer en una determinada dirección. Todas estas respuestas de adaptación y defensa de las plantas son vitales para su supervivencia y para la transmisión de sus genes a su descendencia.

En 1983 los biólogos norteamericanos Ian Balwin y Jack Schultz ofrecieron la primera evidencia de la comunicación entre plantas, las plantas realmente «hablan» entre ellas. A pesar de no tener ojos, ni oídos ni cerebro, son capaces de percibir lo que les rodea, detectar peligros y actuar en consecuencia para tratar de sobrevivir, ya sea defendiéndose, pidiendo ayuda o alertando a sus congéneres. Esta comunicación la realizan a través de la emisión de compuestos orgánicos volátiles (COVs).

Cuando una planta es atacada, por ejemplo por algún insecto, emite estos COVs que pueden actuar de dos formas: espantando a esa plaga o, en otros casos, atrayendo algún depredador que elimine a esos insectos.

Pero lo realmente sorprendente en el descubrimiento de Balwin y Schultz fue comprobar que las plantas vecinas, que aún no habían sido atacadas por la plaga, también emitían esos compuestos volátiles que la repelían, evitando así ser atacadas.

Como comentamos anteriormente, nos pareció sumamente interesante poder reproducir este fenómeno con el alumnado, pero se nos planteaba un problema: no teníamos tecnología ni conocimientos para detectar y medir la emisión por parte de las plantas de esos COVs.

Nuestro empeño tuvo su recompensa cuando a las pocas semanas cayó en mis manos un ejemplar de la revista «Redes para la ciencia» en el que había un artículo que hablaba de este tema y que mencionaba los trabajos del doctor Martin Heil y su equipo del Instituto Politécnico Nacional de México. Investigaron la emisión de volátiles en un tipo de judía conocida como haba (o frijol) de Lima. Cuando las hojas de esta planta son atacadas por escarabajos, liberan un tipo de sustancia volátil que activa la secreción de néctar en sus hojas. Este néctar sirve para atraer a hormigas, que actúan como defensa ante los escarabajos invasores. Además, algunos ejemplares vecinos que no habían sido atacados también activaron la secreción en sus hojas. La importancia de este experimento radica en que también vendría a demostrar que las plantas «hablan» entre ellas, no solo reaccionan para defenderse sino que se comunican para alertarse de la presencia de peligros.

Este trabajo nos descubrió que la respuesta de estas plantas, la emisión de néctar en las hojas, era visible por observación directa, sin necesidad de complicados análisis.

Nos pusimos a la búsqueda de semillas del frijol de Lima (**Imagen 2**) que nos resultó bastante dificultosa. Gracias a una cadena de casualidades y a la ayuda de amistades, localizamos semillas en la Alpujarra granadina y pudimos iniciar la investigación.



Imagen 2. Las semillas del frijol de Lima, germinaron en 7 días.

Objetivos de nuestra investigación

1. Formar al alumnado de primaria en la utilización del **método experimental** para llevar a cabo una investigación.
2. Potenciar en el alumnado **destrezas** de planificación de tareas, análisis de datos, generar alternativas, trabajo en equipo y elaboración de conclusiones con sentido crítico.
3. Fomentar la **curiosidad**, la **creatividad** y el **rigor** necesarios para emprender un trabajo científico en el alumnado de primaria.
4. Explicar la importancia de la función de relación en las plantas, principales **productoras** de los ecosistemas.
5. Descubrir cómo las plantas son capaces de **comunicarse entre ellas**.
6. Inferir las **respuestas** de las plantas a los cambios ambientales.

Diseño experimental

Como uno de los objetivos fundamentales era iniciar al alumnado en el método científico, pusimos especial empeño en el diseño experimental. Aprendimos a enunciar hipótesis que fueran precisas y cuantificables para su posterior verificación, a identificar, diferenciar y controlar los diferentes tipos de variables, obtener y registrar datos e interpretarlos, llegar a conclusiones de forma objetiva y rigurosa.

Material

• 20 tiestos de 15 cm de diámetro	• Hormigas
• Tierra fértil	• Cuatro bandejas portamacetas
• Semillas de frijol de Lima (<i>Phaseolus lunatus</i>)	• Malla anti-insectos
• Escarabajos del haba o caracoles	

Actividad previa

Como este fue el último experimento realizado en el proyecto, el alumnado ya conocía bien las variables ambientales que intervienen en el desarrollo de las plantas y en qué modo actúan. Por tanto, las primeras hipótesis que lanzaron ya iban bastante bien encaminadas aunque no faltaron curiosidades y creatividad desbordante.

La sesión comenzó planteando la posibilidad de que las plantas no solo reaccionaran individualmente ante una variable ambiental, sino que además pudieran comunicarse entre ellas:

¿Podrían las plantas tener una función de relación parecida a la nuestra en el sentido de poder comunicarse unos individuos con otros?

La primera reacción fue unánime:

- No, no tienen cerebro ni pueden hablar.
- A lo mejor algún movimiento como el fototropismo o el geotropismo puede considerarse un modo de lenguaje gestual.
- ¡Pero no tienen ojos para ver los gestos de las otras!
- En la tele vi que existe el lenguaje de las flores y que la rosa roja es el amor.
- Los colores que tienen las flores son para comunicarse con los insectos.
- Las raíces de las plantas están enredadas con las de al lado y podrían intercambiar alguna sustancia.

Si no tienen cerebro ni boca ni oídos, ¿cómo se las apañarían para poder comunicarse unas con otras?

- A través de las raíces.
- Soltando alguna sustancia por las raíces y las otras la absorben.
- Soltando gases por los estomas de las hojas.

Poco a poco iban intuyendo que las plantas debían emitir alguna sustancia para que las de al lado la pudieran captar. Y que el hecho de poner en marcha un sofisticado mecanismo de comunicación debía ser para algo importante, algo que tuviera que ver con su desarrollo y su supervivencia.

¿Para qué necesitarían las plantas comunicarse unas con otras? ¿Sería una charla entre amigas o para algo importante?

- Para avisar que la primavera ha llegado.
- Para compartir el agua del suelo.
- Para llamar a las abejas.
- Para avisarse de otros insectos que se las comen.

Llegados a este punto se les comenta los trabajos de Balwin y Schultz y de Martin Heil pero sin anticipar resultados y comenzamos a diseñar los grupos y sus variables para tratar de reproducir el experimento.

Procedimiento

Se sembraron unos 20 tiestos con frijol de Lima (alguno más por si se estropeaba).

Se hicieron cuatro grupos de cinco tiestos cada uno (los tiestos de cada grupo eran de un color diferente) sometidos a idénticas condiciones de riego y luz en el pequeño invernadero del huerto del colegio (**Imagen 3**).

Cada grupo se protegió bajo una malla anti-insectos para protegerlas de posibles ataques de insectos.



Imagen 3. Grupos de tiestos para la experiencia.

1. Al Grupo 1 (color azul) se le introducirá algún caracol (**Imagen 4**).

Hipótesis 1: las plantas del grupo uno reaccionarán a la agresión del caracol con emisión de néctar y atraerán a las hormigas.

Variable independiente 1: agresión del caracol.

Variable dependiente 1: emisión de néctar.

2. El Grupo 2 (color naranja) se pondrá al lado del grupo uno pero a salvo de los caracoles (**Imagen 4**).

Hipótesis 2: las plantas del grupo dos emitirán néctar y atraerán a las hormigas a pesar de no ser agredidas.

Variable independiente 2: agresión al grupo 1.

Variable dependiente 2: emisión de néctar grupo 2.

3. Al Grupo 3 (color verde) se le «comerá» artificialmente las hojas de forma parecida a como lo haga el caracol; se le pone alejada de las posibles emisiones del grupo 1.

Hipótesis 3: las plantas del grupo tres reaccionarán no emitiendo néctar ante la agresión artificial y, por tanto, no acudirán hormigas.

Variable independiente 3: agresión artificial.

Variable dependiente 3: no emisión de néctar.

4. El Grupo 4 (color rosa) actuará como grupo control y permanecerá todo el tiempo en otras dependencias a salvo de los caracoles, la posible emisión de COVs y las hormigas.

Hipótesis 4: las plantas del grupo cuatro no emitirán ningún néctar ni atraerán hormigas.

Variable independiente 4: ausencia de caracoles.

Variable dependiente 4: ausencia de néctar.

Cuando tuvieron un tamaño adecuado se realizó el experimento. A primera hora de la mañana se pusieron juntos, en el exterior, los grupos 1 y 2 cerca de un hormiguero (**Imagen 4**).

Al Grupo 1 se le dejó la malla protectora y se le metieron dentro ocho caracoles que habíamos recogido del huerto días antes y que alimentamos con hojas de lechuga hasta doce horas antes del experimento (**Imagen 5**).



Imagen 4. Grupo 2 (tiestos naranjas) y Grupo 1 protegido con malla anti-insectos.



Imagen 5. Caracoles utilizados en el experimento. Caracol alimentándose de las plantas del Grupo 1.



Al Grupo 3 se le perforaron artificialmente (**Imagen 6**), con la mano, algunas hojas y se le puso alejado de los otros grupos, en otro patio del colegio y cerca también de un hormiguero.

El grupo 4 actuaba como grupo control y se le dejó en el invernadero, a salvo de caracoles, hormigas y posibles COVs.



Imagen 6. Perforación artificial de hojas en las plantas del Grupo 3.

Recogida de datos

A las tres horas comprobamos que los caracoles del Grupo 1 habían mordido bastantes hojas y que había algunas hormigas por el exterior de la malla. Las hormigas acudieron a los grupos 1 y 2 pero no al 4 y 5. La emisión de néctar fue apenas perceptible en los grupos 1 y 2 mientras que fue nula en los grupos 3 y 4.

GRUPOS	COLOR	HIPÓTESIS	VI	VD	RESULTADOS
Grupo 1	Azul	Reaccionarán a la agresión del caracol con emisión de néctar y atraerán a las hormigas	Agresión del caracol	Emisión de néctar	Acuden hormigas
Grupo 2	Naranja	Emitirán néctar y atraerán a las hormigas a pesar de ser agredidas	Agresión al grupo 1	Emisión de néctar en grupo 2	Acuden hormigas
Grupo 3	Verde	Reaccionarán no emitiendo néctar ante la agresión artificial y por tanto no acudirán hormigas	Agresión artificial	No emisión de néctar	Ausencia de hormigas
Grupo 4	Rosa	No emitirán ningún néctar ni atraerán hormigas	Ausencia de caracoles, COVs y hormigas	Ausencia de néctar	Ausencia de hormigas

Tabla 1. Resumen del diseño experimental

Conclusión

Las plantas del Grupo 1 reaccionan al ataque de los caracoles defendiéndose con la emisión de néctar, el cual atrae a las hormigas que espantarán a los atacantes (**Imagen 7**). Las plantas del grupo 2 como estaban cerca también emitieron la respuesta de defensa, a pesar de no ser atacadas, al captar los compuestos orgánicos volátiles emitidos por el Grupo 1.

El ataque artificial del Grupo 3 no generó respuesta alguna por parte de las plantas.

Los grupos 3 y 4 no emitieron respuesta de defensa porque no estuvieron al alcance de los compuestos orgánicos volátiles emitidos por el Grupo 1.

Las plantas de frijol de Lima se comunican entre sí en caso de ataque.



Imagen 7. Las hormigas acudieron a los grupos 1 y 2.

Explicación

A través de los **olores** las plantas generan e intercambian complejos mensajes con información sobre las plagas que las atacan e, incluso, para avisar a las plantas vecinas. Lo hacen a través de la emisión de compuestos orgánicos volátiles provocada por la saliva de los depredadores.

Entre terpenos y otras moléculas, se han identificado más de mil de estos compuestos volátiles emitidos por hojas, raíces y flores. Estas emisiones están aumentando con la prolongación del período de actividad de los árboles (debido al calentamiento global) y pueden incidir reduciendo la radiación incidente y, además, pueden actuar como núcleos de condensación de nubes y, por tanto, refrescar el ambiente. Aunque también provocan aumento de ozono (O₃) y metano (CH₄) en la atmósfera, ambos gases de efecto invernadero.

En la actualidad este sistema natural de defensa de algunas especies se usa en el control biológico de plagas en los cultivos ecológicos.

Agradecimientos

- Al Equipo de El CSIC en la Escuela por contagiarnos su pasión por la ciencia en los cursos de formación que han impartido y en los que he participado.
- A Consuelo Palacios, asesora de referencia de nuestro centro, por estar siempre cercana con su estímulo y ánimo constante para que sigamos investigando en la escuela.
- Muchas gracias a don José Fernández (Albolote, Granada) pues sin su ayuda no habría sido posible la obtención de las semillas de frijol de Lima.
- Gracias al CEIP Guadalquivir y todo su profesorado por su apoyo, colaboración y ánimos constantes.

Pero, sobre todo y muy especialmente, mi agradecimiento a los niños y niñas que trabajaron en este proyecto, por su alegría y entusiasmo contagioso y por hacerme sentir el placer y el orgullo de ser maestra.

Referencias bibliográficas

BALDWIN, I. & SHULTZ, J. *Rapid changes in tree leaf chemistry induced by damage: evidence for communication between plants*. Science. Vol. 221. N.º 4607. 1983. pp. 277-279.

CHRISTIAN KOST & MARTIN HEIL. *The Defensive Role of Volatile Emission and Extrafloral Nectar Secretion for Lima Bean in Nature*. 2007. [En línea]: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10886-007-9404-0>> Springer Link. [Consulta: diciembre 2014].

DURÁN FLORES, F.; DE D. HEIL, M. & ADAME ÁLVAREZ, R. M. *Cuantificación de néctar extrafloral del frijol lima (phaseolus lunatus)*. Universidad Autónoma de Querétaro. México. [En línea]: <<http://www.uaq.mx/investigacion/difusion/veranos/memorias-2008/10VeranoRegionCentro/4UAQDuranFlores.pdf>> [Consulta: diciembre 2014].

PAPELL, B. *El lenguaje secreto de las plantas*. Redes para la ciencia, número 11. 2010. pp. 18-21.

PEÑUELAS J.; RUTISHAUSER T. & FILELLA I. *Phenology Feedbacks on Climate Change*. Science. Vol. 324. 2009. pp. 887-888.

El aire y los gases. Experiencia desarrollada en el aula de 6.º de educación primaria

Ana Cristina Rubín Torrado, Ascensión López Espín, Nuria Castellanos Serna y Mariola Sanz Rodríguez*

Maestras del CBM Ntra. Sra. de los Ángeles, El esparragal. Murcia



Palabras clave

Gas, vapor, volumen, evaporación, condensación, molécula, Bernoulli, termoscopio, temperatura, presión, Boyle, oxígeno, primaria, competencia.

Resumen

Partimos de un análisis previo de los conocimientos del alumnado descubriendo que muchos de ellos tenían escasos conceptos o erróneos. Decidimos utilizar una aproximación al método científico basado en la observación de un fenómeno, elaboración de hipótesis y experimentación para llegar a la elaboración de una teoría y modificar el modelo erróneo que el alumnado poseía con respecto al aire y los gases.

Antes de realizar los experimentos, era necesario explicar al alumnado una serie de conceptos que les permitiera comprender todo el proceso. Por ello, empezamos por explicar cómo trabaja un científico, puesto que iban a investigar de una manera análoga, también experimentamos sobre las propiedades de los gases, la evaporación, la condensación y la presión.

Introducción

Nuestro Proyecto de investigación queda enmarcado dentro de las propuestas del nuevo Decreto 126/2014, por el que se establece el currículo básico de la educación primaria en el área de Ciencias Naturales y del Decreto 286/2007, por el que se establece el currículo de la Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

.....
* E-mail de la autora: mdolores.sanz2@murciaeduca.es.

Para conseguir, pues, los objetivos didácticos que se marcan para la etapa de Educación Primaria en el proyecto de investigación, llevado a cabo en el aula, nos hemos planteado los siguientes objetivos didácticos:

- Acercar al alumnado al conocimiento científico.
- Utilizar técnicas y estrategias habituales en la actividad científica.
- Identificar, plantearse y resolver interrogantes y cuestiones relacionadas con elementos significativos del entorno, utilizando estrategias de búsqueda, formulación de conjeturas, puesta a prueba de las mismas, exploración de soluciones alternativas y reflexión sobre el propio proceso de aprendizaje.
- Conocer las propiedades de los gases.
- Entender la evaporación y la condensación.
- Utilizar las tecnologías de la información y la comunicación para obtener información y como instrumento para aprender y compartir conocimientos.
- Transmitir el gusto y la curiosidad por el saber científico.

Grupos de experimentación

Este proyecto se ha dirigido a un grupo de 19 alumnos/as de 6.º curso de Primaria, de los cuales hay 10 niños y 9 niñas de edades comprendidas entre 11 y 12 años (**Imagen 1**).

Entre ellos hay integrados:

- Tres niños de necesidades educativas especiales con un nivel de competencia curricular de 2º ciclo de Primaria.
- Un niño invidente.
- Dos niños y una niña que a lo largo de su escolaridad permanecieron un año más en el primer ciclo de Primaria.



Imagen 1. El grupo de alumnos/as participante.

Destacar, que dentro del aula, así como en el resto del centro, conviven alumnos/as de las familias originarias del Esparragal y nuevos vecinos inmigrantes y residentes de las urbanizaciones, constituyendo un auténtico laboratorio social; por lo que podemos encontrar una rica variedad en cuanto a niveles socioeconómicos. Esto más que un problema representa una ventaja, pues los alumnos/as aprenden a convivir en una sociedad plural, en la que hay que adaptarse y respetar la diversidad.

La formación académica de las familias podríamos dividirla en tres grupos, por un lado familias con un nivel bajo de instrucción y formación profesional (35%), familias con un nivel medio (40%) y por otro familias con un nivel de formación académica alto (25%).

Objetivos y contenidos

- Reconocer la importancia de los modelos para explicar y predecir fenómenos sencillos.
- Conocer las características de los gases.
- Reconocer la evaporación y la condensación en situaciones de la vida cotidiana.
- Entender el concepto de presión.
- Conocer algunas características del oxígeno y del dióxido de carbono.
- Conocer el funcionamiento de un barco de vapor.

Contenidos

- El aire.
- Propiedades de los gases.
- La evaporación.
- La condensación.
- La molécula.
- Bernoulli.
- La presión.
- Boyle.
- El oxígeno.
- El dióxido de carbono.

Metodología

A la hora de establecer los principios metodológicos que debían regir la situación de aprendizaje generada a través de nuestro proyecto de trabajo, hemos tenido en cuenta una serie de variables: los niveles de competencia, la heterogeneidad grupo-clase, los conocimientos previos, el grado de motivación, la funcionalidad de todos los aprendizajes, el enfoque lúdico de las distintas tareas, la motivación intrínseca, es decir, la necesidad de aprender, la observación, experimentación y manipulación.

Por tanto, más que establecer una línea metodológica estricta y rígida, hemos buscado el equilibrio y la complementariedad de métodos diversos a través de unos principios generales que propicien acciones: integradoras, constructivas, participativas, coeducativas, activas y globales, cooperadoras y vinculadas al entorno. Nuestra intención ha ido encaminada a contemplar diferentes formas de aprendizaje que asegurasen el protagonismo de todas las personas que intervenían en el proceso y que contribuyeran a que el alumnado desarrollase formas de hacer, de pensar y de aprender de forma autónoma.

Competencias básicas

La puesta en marcha, de cualquier proyecto de trabajo debe contribuir al desarrollo de las competencias básicas y, en concreto, nuestra experiencia es un claro ejemplo de su aplicación al favorecer:

Comunicación lingüística: la reflexión lingüística y la utilización de un vocabulario específico en el ámbito científico es necesaria para ser rigurosos en cualquier trabajo científico. Reflexionar sobre qué vamos a comunicar y cómo vamos a hacerlo contribuye a mejorar la competencia en comunicación lingüística.

Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología: el alumnado ha podido comprobar que es necesario utilizar herramientas matemáticas para probar la certeza o el error de nuestras hipótesis a través de la medida. Además dentro del Área de Conocimiento del Medio trabajamos conocimientos relacionados con la habilidad para interactuar con el mundo físico, tanto en sus aspectos naturales como en los generados por la acción humana, de tal modo que se posibilita la comprensión de sucesos, la predicción de consecuencias y la actividad dirigida a la mejora y preservación de las condiciones del entorno. Se trata de un enfoque del proceso enseñanza-aprendizaje más práctico adquiriendo conocimientos que emanan de situaciones prácticas que aparecen en la vida real.

Competencia social y cívica: en este proyecto de trabajo han participado por igual todos los alumnos, cada uno desde sus diferentes niveles de competencia curricular y/o capacidades.

El alumnado de NEEA ha participado activamente contando con la ayuda y apoyo del resto de compañeros, realizando algunos experimentos en los que la manipulación adquiría mayor protagonismo que la exposición oral.

Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor: la capacidad de elegir con criterio propio, de imaginar proyectos y de llevar adelante las acciones necesarias para desarrollar los propios planes personales, hipótesis planteadas responsabilizándose de ellas, son aspectos íntimamente ligados al método científico y, por tanto, al modelo científico utilizado en este proyecto de investigación.

Competencia de aprender a aprender: el deseo de investigar, experimentar y comprobar las hipótesis planteadas, así como la realización de diferentes actividades y elaboración de conclusiones permiten desarrollar esta competencia. Por otro lado, la autoevaluación, basada en la observación de los aspectos trabajados, dándose cuenta de cómo hace las cosas y lo que quiere mejorar, contribuirá fundamentalmente al desarrollo de esta competencia. En nuestro proyecto el diseño de modelos que permitan explicar los fenómenos observados es una buena contribución para mejorar la competencia de aprender a aprender.

Competencia digital y tratamiento de la información: la utilización de las TIC, uso de la Pizarra Digital Interactiva, Webs Quest nos facilitan una información fundamental en los aprendizajes de esta área. El planteamiento de hipótesis por parte del alumnado requiere la búsqueda de soluciones, siendo necesario recurrir a diferentes fuentes de información y su posterior análisis. En este sentido las nuevas tecnologías contribuyen al desarrollo de esta competencia. En nuestro proyecto de trabajo hemos recurrido, en diferentes momentos, a esta búsqueda guiada de información para comprender mejor los fenómenos estudiados e incluso a la hora de realizar algún experimento.

Conciencia y expresiones culturales: analizar e investigar la época en que vivió Bernoulli y Boyle, así como sus contemporáneos (en el mundo de la política, la música, la literatura, el arte, etc.); conocer, comprender, apreciar y valorar críticamente las diferentes manifestaciones culturales y artísticas del momento, y utilizarlas como fuente de enriquecimiento y disfrute son aspectos que contribuyen de forma decisiva al desarrollo de esta competencia.

Evaluación

Al ser plenamente cuantificables los objetivos y procedimientos, la evaluación no ha generado ninguna dificultad, por lo que en cada momento hemos podido determinar su grado de consecución y establecer las actuaciones que, en su caso, procedían. A lo largo del trabajo se entregó al alumnado dos cuestionarios (**Tabla 1**), uno previo al inicio del mismo y otro al concluir la experiencia. Con ello pretendíamos co-

nocer, por un lado, los intereses del alumnado y sus conocimientos previos. La evaluación final ha ido destinada a conseguir una valoración de los siguientes aspectos:

- Eficacia de la experiencia llevada a cabo desde el punto de vista del alumnado: conocimientos adquiridos, nivel de implicación, nivel de motivación, etc.
- Eficacia de la experiencia llevada a cabo desde el punto de vista del profesorado implicado: dificultades halladas, soluciones, adecuación de los recursos, espacios y tiempo, etc.

Para evaluar hemos utilizado diferentes instrumentos de registro: observación directa, anecdotal, trabajos individuales y en grupo, pruebas orales y escritas, etc.

Desarrollo de la experiencia

Análisis previo y desarrollo

Se han realizado una serie de preguntas por escrito a todo el alumnado para conocer sus conocimientos sobre aire, evaporación y condensación (**Tabla 1**).

1.1. Pregunta: ¿qué es un científico?

Todos lo relacionan con los experimentos, la ciencia o la investigación.

1.2. Pregunta: ¿conoces algún científico?

Doce alumnos/as dan algún nombre pero siete no recuerdan o no lo relacionan con los que habíamos estudiado el año anterior cuando investigamos sobre las fuerzas.

1.3. Pregunta: ¿qué es investigar?

Todos lo relacionan con buscar o averiguar.

1.4. Pregunta: ¿en qué investigan los científicos?

Las respuestas son muy diversas relacionadas con la medicina, la ciencia, los experimentos, las matemáticas, el mundo y uno no contesta.

1.5. Pregunta: ¿qué es el aire?

Nueve lo relacionan con la respiración, siete con el viento, dos con lo que se encuentra a nuestro alrededor y uno no contesta.

1.6. Pregunta: ¿pesa el aire?

Trece contestan que sí y seis que no.

1.7. Pregunta: ¿dónde lo encontramos?

Once contestan que en la atmósfera, al aire libre o lo relacionan con la montaña, siete que se encuentra «alrededor» y uno no contesta.

1.8. Pregunta: ¿qué es la evaporación?

Catorce lo relacionan con el calor o el vapor, tres con el humo o las máquinas y uno no contesta.

1.9. Pregunta: ¿qué es la condensación?

Solo uno lo define como el paso de gas a líquido, diez con otros cambios de estado y ocho no contestan.

Tabla 1. Test de control. Preguntas previas al inicio de la experiencia.

De manera general, casi todos relacionan el aire con la respiración, que lo encontramos a nuestro alrededor y que pesa. Relacionan la evaporación con el calor pero no saben explicar qué es la condensación.

A lo largo de la experiencia, el alumnado escribirá y dibujará sus observaciones en su cuaderno.

Experimento 1: el aire ocupa un espacio. ¿Existen los gases?

Material utilizado

• Un globo	• Pajita
• Una botella vacía	• Dos vasos
• Recipiente con agua	• Una servilleta

Desarrollo del Experimento

- Hinchamos un globo y llenamos la botella con nuestro aire.
- Soplamos con una pajita en un recipiente con agua y observamos que el aire sale a la superficie.
- Sumergimos en el recipiente un vaso lleno de agua y otro «vacío» boca abajo.
- Observamos que mientras introducimos el agua del vaso en el otro van saliendo las burbujas de aire.
- Introducimos una servilleta en el fondo de un vaso y lo sumergimos en el agua boca abajo.
- Observamos que al sacarlo del recipiente la servilleta está completamente seca.

- Introducimos un globo dentro de una botella e intentamos hincharlo (**Imagen 2**). Rompemos la parte inferior de la botella y lo intentamos de nuevo. Observamos que esta vez el globo tiene más espacio y lo podemos hinchar. Lo dibujamos en nuestro cuaderno.



Imagen 2. Desarrollo de la actividad «El aire ocupa un espacio».

Conclusión

Con estas experiencias todo el alumnado ha entendido que, aunque no lo podemos ver, el aire ocupa un espacio y por lo tanto tiene volumen.

En la última experiencia todos predijeron que había que romper la botella para hinchar el globo pues el aire al ocupar el espacio impedía hacerlo.

Experimento 2: la teoría molecular. ¿De dónde salen las gotitas de agua?

Material utilizado

<ul style="list-style-type: none">• Un bote de refresco frío• Pelotas de ping-pong en un recipiente	<ul style="list-style-type: none">• Un paño húmedo
--	--

Desarrollo del Experimento

- El alumnado observa el bote de refresco frío que tiene a su alrededor gotitas de agua.
- Repasamos conceptos sobre los cambios de estado de los sólidos, líquidos y gases.
- Explicamos el concepto de condensación.
- Buscamos situaciones de la vida cotidiana en las que se produce este fenómeno y lo dibujamos en nuestro cuaderno (**Imagen 3**).
- Introducimos el modelo molecular de Bernoulli e investigamos sobre él.
- Representamos con nuestros compañeros las moléculas en estado sólido, líquido y gas.
- Representamos las moléculas de gas con la ayuda de las pelotas de ping-pong y explicamos sus características.
- Lo dibujamos en nuestro cuaderno.

- Mojamos la mesa con un paño húmedo.
- Explicamos el concepto de evaporación.
- Buscamos situaciones de la vida cotidiana en las que se produce este fenómeno.
- Lo dibujamos en nuestro cuaderno.

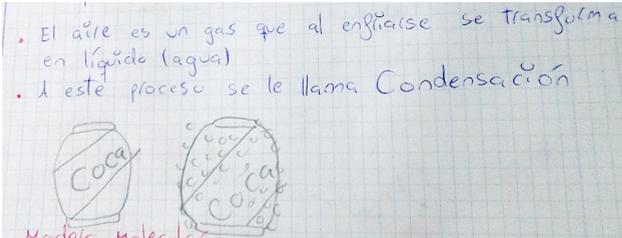


Imagen 3. Cuaderno y experiencias sobre la condensación.

Conclusión

Aunque lo han observado en muchas ocasiones, nadie ha podido explicar de dónde salían las gotas de agua y, por lo tanto, relacionarlo con la condensación. Sin embargo, el concepto de evaporación lo tienen mucho más claro y saben que la mesa se va a secar.

Experimento 3: la temperatura. ¿Por qué unas veces se condensa el agua y otras veces se evapora?

Material utilizado

• Dos platos: uno caliente y otro frío	• Un pañuelo empapado con alcohol
• Un cronómetro	• Vaso metálico con agua
• Un termoscopio fabricado con una botella con agua y colorante, una pajita y plastilina	• Cubitos de hielo
• Una balanza	• Termómetro
• Un pañuelo empapado con agua	

Desarrollo del experimento

- Mojamos los dos platos y calculamos el tiempo que tardan en secarse.
- Observamos el funcionamiento del termoscopio (**Imagen 4**).
- Ponemos un pañuelo empapado con agua al extremo de la balanza y calculamos el tiempo que tarda en secarse. Hacemos lo mismo con el pañuelo empapado en alcohol.

- Echamos agua en un vaso metálico con un cubito de hielo y anotamos la temperatura. Calculamos el tiempo que tarda en aparecer el vaho (Imagen 4) y tomamos de nuevo la temperatura. Echamos agua a temperatura ambiente y observamos lo que ocurre.



Imagen 4. Termoscopio casero y condensación de agua en un vaso de metal.

Conclusión

El alumnado sabía que el plato caliente tardaría menos en secarse. Relacionaron el aumento de volumen con el calor pero no con la velocidad de las moléculas.

Aunque sabían que el alcohol tardaría menos en evaporarse no sabían cuál podría ser la causa. No lo relacionaron con la fuerza de cohesión.

Aprovechamos el último experimento para repasar el concepto de condensación y asegurarnos que lo tenían claro. Llegados a este punto, relacionamos los conceptos aprendidos con el ciclo del agua. Para ello, pusimos a hervir agua en un cazo y pusimos encima un colador con hielo. Desgraciadamente no se percibía muy bien la nube.

Experimento 4: la presión. ¿Por qué no se cae la cartulina?

Material utilizado

<ul style="list-style-type: none">• Una botella de agua con tres agujeros a diferentes alturas	<ul style="list-style-type: none">• Un recipiente vacío
<ul style="list-style-type: none">• Dos jeringuillas conectadas con un tubo	<ul style="list-style-type: none">• Un tubo
<ul style="list-style-type: none">• Dos globos hinchados y un punzón	<ul style="list-style-type: none">• Un vaso de agua
<ul style="list-style-type: none">• Una balanza	<ul style="list-style-type: none">• Una cartulina
<ul style="list-style-type: none">• Un recipiente con agua	

Desarrollo del experimento

- Llenamos la botella de agua y observamos los chorros a medida que se va vaciando (**Imagen 5**).
- Llenamos una jeringuilla con aire y apretamos para vaciarla.
- Observamos que el aire que vaciamos de una jeringuilla pasa a través del tubo a la otra haciendo presión y desplazando el émbolo hacia fuera.
- Colocamos un globo a cada brazo de la balanza buscando el equilibrio y explotamos uno de ellos para recordar que el aire pesa.
- A través del tubo, aspirando un poco, vertemos agua de un recipiente hacia el que está vacío y jugamos con la altura.
- Llenamos un vaso con agua, colocamos la cartulina encima y con la mano puesta le damos la vuelta y retiramos la mano. Colocamos los vectores para indicar las fuerzas que intervienen (**Imagen 5**).



Imagen 5. Dos instantáneas de las actividades sobre el concepto de presión.

Conclusión

- Como el año anterior habíamos trabajado las fuerzas les ha resultado más fácil entender el concepto de presión e indicar dónde se ejercía.
- Todo el alumnado, al realizar la experiencia, se acordaba de que el aire pesa, aunque seis de ellos no lo recordaran en el momento de realizar el cuestionario inicial.
- Casi todos conocen el sifón aunque solo uno sabía que si modificábamos mucho la altura dejaría de funcionar.
- Todo el alumnado realizó el experimento con el vaso y la cartulina, incluso cronometraban el tiempo que tardaba en caerse. Una alumna intuyó que no se caía por la presión del aire en el ambiente. Fue la ocasión para mencionar el concepto de presión atmosférica y al científico Torricelli.

Experimento 5: fabricamos gases. ¿Por qué se enciende o apaga la vela?

Material utilizado

• Un vaso	• Un globo con bicarbonato
• Un plato hondo con agua	• Una botella con vinagre
• Una vela	• Un recipiente con patata cortada
• Un mechero	• Agua oxigenada
• Una botella de gaseosa y un globo	

Desarrollo del experimento

- Recreamos el experimento de John Mayow, colocamos la vela encendida en el plato con agua, la cubrimos con el vaso y observamos que el volumen de agua aumenta dentro del vaso mientras que disminuye fuera de él. Dibujamos lo que ha ocurrido y lo explicamos brevemente.
- Explicamos qué es una reacción química, hablamos de Robert Boyle y escribimos su biografía.
- Colocamos un globo en el extremo de una botella de gaseosa y agitamos para observar cómo se hincha. Posicionamos el globo con el bicarbonato encima de la botella con vinagre, agitamos y observamos que ocurre el mismo fenómeno (**Imagen 6**).
- Comparamos el peso de este globo con otro hinchado con aire, dejándolos caer.
- Acercamos el dióxido de carbono a una llama y observamos qué ocurre.
- Vertimos agua oxigenada en el recipiente con patatas, lo tapamos y dejamos que actúe unos momentos. Observamos la formación de una espuma blanca a la que le acercamos una llama y comprobamos lo que ocurre (**Imagen 6**).



Imagen 6. Dos instantáneas de la actividad «Fabricamos gases».

Conclusiones

Todo el alumnado sabía que la vela se apagaría por la falta de «aire» pero el observar que el líquido ascendía fuera del vaso para ellos ha sido espectacular y no han podido darle una explicación racional. No solo la presión atmosférica es mayor fuera del vaso sino que, además, la combustión transforma parte de las moléculas de oxígeno en vapor de agua parte del cual acaba condensándose.

Al agitar la gaseosa el globo se hincha, lo mismo ocurre con el bicarbonato y el vinagre. Hemos observado que pesa más este globo. Al acercar el dióxido de carbono a la llama observamos que esta se apaga.

Al acercar la llama al recipiente con patatas y agua oxigenada observamos que la llama se aviva. Para que haya combustión necesitamos una fuente de calor y oxígeno que se transforma en CO_2 y agua.

Experimento 6: la máquina de vapor. ¿Cómo funciona este barco?

Material utilizado

• Un recipiente con agua	• Un soporte de polietileno
• Tubo de cobre	• Una jeringuilla
• Una vela	

Desarrollo del experimento

- Inyectamos agua en los tubos de cobre hasta llenarlos.
- Encendemos la vela y colocamos el barco sobre la superficie del agua (**Imagen 7**).
- Registramos nuestras observaciones en el cuaderno.



Imagen 7. Nuestro barco de vapor.

Conclusión

Con este último experimento conseguimos poner en práctica todo lo aprendido: el agua del tubo de cobre al calentarse se evapora pero al entrar en contacto con la superficie del agua se enfría y, por lo tanto, se condensa. El barco avanza por acción y reacción al igual que una medusa.

Reflexiones

Una vez finalizado el proyecto, decidimos hacerles las mismas preguntas del cuestionario previo y alguna más para saber cómo habían asimilado los conceptos:

1. ¿De qué está formado el aire?

Diecisiete contestan que está formado por moléculas.

2. ¿Pesa el aire?

Dieciocho contestan que sí.

3. ¿Dónde lo encontramos?

Quince contestan que lo encontramos en todas partes.

4. ¿Cuáles son los estados de la materia?

Trece contestan correctamente.

5. ¿Qué es la evaporación y cómo se produce?

Trece dan una respuesta completa. Cuatro no contestan y dos han confundido evaporación y condensación.

6. ¿Qué es la condensación y cómo se produce?

Trece dan la respuesta correcta y cuatro no contestan de los cuales dos no contestaron tampoco a la pregunta anterior.

7. ¿Todos los líquidos se evaporan a la misma velocidad?

100% del alumnado responde que no, de los cuales cinco explican que es por la fuerza de cohesión.

8. Nombra algún científico relacionado con lo que hemos investigado.

Todos citan por lo menos a uno de ellos pero la mayoría recuerda a Jean Rey, Bernoulli y Torricelli.

9. Describe algún ejemplo de la vida cotidiana en el que podamos observar lo que hemos investigado.

Casi la mitad describe experimentos que hemos realizado en clase en vez de asociarlo con la vida cotidiana.

Realizamos observaciones directas del comportamiento. No hemos conseguido que el niño invidente asimile los conceptos de evaporación y condensación, a pesar de haberle permitido manipular todo lo que se ha podido, siguen siendo conceptos demasiado abstractos para él.

Al no ser la primera vez que investigamos utilizando una aproximación al modelo científico, el alumnado apenas deja preguntas sin contestar en el cuestionario inicial. Las cuatro primeras preguntas tenían como objetivo el de comprobar lo que recordaban del año anterior con respecto al método científico y el resultado es muy positivo. En las demás preguntas constatamos de que la actitud ha cambiado y se «atreven» a explicarlos conceptos utilizando sus propias palabras sin temor a equivocarse.

El alumnado de NEEA ha mostrado un enorme interés en el desarrollo de toda la experiencia. El estilo de trabajo ha permitido que dicho alumnado participara en igualdad de condiciones que el resto de sus compañeros: han observado, formulado conjeturas, las han puesto a prueba y han elaborado sus propias conclusiones, que descritas «a su manera» han coincidido con las de sus compañeros. Todo ello ha ayudado a elevar su autoestima, a valorar su trabajo y, lo más importante, a sentirse cómplices y «parte» importante de un proyecto de trabajo en grupo.

Para nuestro alumnado ha supuesto una experiencia diferente, divertida y muy amena y para nosotras, como maestras, una manera de trabajar diferente. Hemos disfrutado con nuestros alumnos y alumnas y hemos aprendido con ellos y de ellos.

Si analizamos los resultados teniendo en cuenta la heterogeneidad del grupo, podemos concluir que la metodología de aproximación al método científico resulta ser la más acertada para integrar a todo alumnado independientemente de su sexo, origen socioeconómico o capacidad intelectual:

- Todos se han sentido protagonistas a lo largo del desarrollo del proyecto, han adquirido cierta autonomía a la hora de enfrentarse a los problemas, al desarrollar diferentes formas de observar, analizar, pensar, hacer y aprender.
- El enfoque globalizador, que encierra esta metodología, permite dar sentido y significatividad a lo aprendido. En torno a la experiencia desarrollada hemos podido articular una serie de actividades que nos han ayudado a integrar el resto de áreas curriculares.

Y lo más importante la posibilidad de transferir lo aprendido a otras situaciones de la vida cotidiana ha facilitado la adquisición de nuevas competencias «en el día a día» (aprendizaje significativo).

Estrategias para vincular a las familias en el proyecto

Con el fin de hacer partícipes a los padres/madres en el desarrollo de la experiencia hemos llevado a cabo una serie de actuaciones:

- Reuniones de forma periódica a los/as padres/madres para mantenerles informados de las actividades del centro en relación con el proyecto así como del interés mostrado por sus hijos/as.

- Elaboración folletos en los que se informe por escrito a las familias del proyecto.
- Implicarlos en las actividades que se vayan a realizar, de forma que se conviertan en partícipes de las acciones ideadas desde el centro.
- Mostrar el trabajo realizado a través de la página web del colegio: www.ceip-nsangeles.com.

Agradecimientos

Agradecemos el asesoramiento, colaboración y apoyo del grupo del CSIC en la Escuela y de nuestra asesora del CPR II de Murcia, Ana M.^a Ruiz.

Recursos complementarios

El experimento de John Mayow (la vela, el vaso y el plato). Se Sigue moviendo... [En línea]: <<http://sesiguemoviendo.blogspot.com.es/2014/02/el-experimento-de-john-mayow-la-vela-el.html>> [consulta: diciembre 2014].

Barco de vapor sin partes móviles. Museo Virtual de la Ciencia (CSIC). Recursos de apoyo para el Aula. [En línea]: <http://museovirtual.csic.es/recursos/recursos_csic_escuela4.htm> [consulta: diciembre 2014].

Termoscopio para el aula. Museo Virtual de la Ciencia (CSIC). Recursos de apoyo para el Aula. [En línea]: <http://museovirtual.csic.es/recursos/recursos_csic_escuela2.htm> [consulta: diciembre 2014].

Referencias bibliográficas

AUSBEL, D. *Psicología Educativa*. Trillas. México. 1981. 769 pp.

CIENCIAnet. [En línea]: <<http://ciencianet.com/experimentos.html>> [consulta: marzo-abril 2013].

EL CSIC en la Escuela. *Formación del profesorado*. [En línea]: <<http://www.csicenlaescuela.csic.es/>> [consulta: febrero-marzo 2013].

Física re-Creativa. Ciencia para chicos. [En línea]: <http://www.fisicarecreativa.com/sitios_vinculos/ciencia/children.htm> [consulta: marzo 2013].

GUTIÉRREZ PÉREZ, C. *Fisiquotidiania. La física en la vida cotidiana*. Academia de Ciencias de la Región de Murcia. Murcia. 2007. 318 pp.

MORENO GÓMEZ, E.; GÓMEZ DÍAZ, M. J.; REFOLIO REFOLIO, M.^a C.; LÓPEZ SANCHO, J. M. *Análisis termodinámico de un diseño conceptual de máquina de vapor debida a Papin*. Serie El CSIC en la Escuela. Investigación sobre la enseñanza de la ciencia en el aula. N.º 10. Editorial CSIC. 2014. pp. 7-30.

MORENO GÓMEZ, E.; GÓMEZ DÍAZ, M. J.; REFOLIO REFOLIO, M.^a C.; LÓPEZ SANCHO, J. M. *Construcción y estudio de una máquina de vapor sin partes móviles*. Serie El CSIC en la Escuela: Investigación sobre la enseñanza de la ciencia en el aula. N.º 10. Editorial CSIC. 2014. pp. 31-44.

MORENO GÓMEZ, E. (2013). *Descubriendo los gases: Guía para el docente*. Material didáctico del portal KIDS.CSIC y FBBVA: Aprender ciencia es divertido. [En línea]: <<http://digital.csic.es/handle/10261/76193>> [consulta: febrero-marzo 2013].

W.WORD, R. *Física para niños: 49 experimentos sencillos de mecánica*. McGraw-Hill Interamericana. Colombia. 1999. 200 pp.

ZABALA, A. *El enfoque globalizador*. Cuadernos de Pedagogía, N.º 168. 1998.

Jugando a descubrir las características y propiedades de los gases



Francisco José Cascales Muñoz*

Maestro de especialidad en Educación Primaria en Murcia

Palabras clave

Materia, estados de agregación, gases, moléculas, gravedad, presión atmosférica, temperatura.

Resumen

Las últimas leyes educativas como la LOE y la LOMCE han puesto de manifiesto la importancia de que los niños y niñas adquieran conocimientos a partir de su experiencia personal y de la experimentación en el aula para que así generen un aprendizaje significativo y funcional y, que de este modo, sean capaces de poner en marcha los conocimientos adquiridos, permitiéndoles así resolver situaciones diversas.

El proyecto presentado en este capítulo está centrado en la investigación científica en el aula de Educación Primaria y en la elaboración de materiales para investigar y estudiar algunos de los aspectos más relevantes de las características y propiedades de los gases, así como, algunas ventajas y utilidades en nuestra vida cotidiana. Además, los alumnos conocieron y comprendieron algunos principios y leyes del mundo que les rodea, poniéndoles así en disposición para que interactúen en él y sobre él de manera responsable.

La investigación en ciencias desarrollada en el aula tiene gran importancia ya que juega un papel determinante en el proceso de aprendizaje; por ello, los docentes debemos planificar proyectos científicos que resulten atractivos e interesantes para el alumnado y ajustados a sus necesidades, capacidades e intereses. Sin duda, empleando estas prácticas vamos a fomentar que despierten el interés por el aprendizaje de las ciencias y que se diviertan descubriendo diversos aspectos acerca de su entorno más próximo.

Justificación sobre la experimentación científica

En la actualidad, podemos apreciar cómo la experimentación científica ha ido adquiriendo cada vez más relevancia dentro del aula. De este modo, son numerosos los docentes de Educación Infantil y Primaria que han decidido cambiar las metodologías más tradicionales por metodologías de enseñanza que favorezcan la expe-

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

rimentación científica del alumnado, con el principal objetivo de que pueda aprender de una manera significativa y funcional, configurando así personas autónomas y responsables en sus tareas cotidianas; es decir, ciudadanos y ciudadanas preparados para vivir en la sociedad actual, sabiendo actuar y desenvolverse en ella de manera más satisfactoria y efectiva.

Sin duda, una de las principales funciones del profesorado es la motivación de sus alumnos mediante el diseño de actividades científicas y la elaboración de materiales didácticos novedosos para que ellos mismos se impliquen en su propio aprendizaje. De este modo, se estará contribuyendo a fomentar el gusto por la ciencia y, al mismo tiempo, se va a conseguir despertar el espíritu crítico de los estudiantes.

La experimentación permitirá 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.

Objetivos del proyecto

- 1.** Investigar y conocer los estados de agregación de la materia.
- 2.** Realizar experimentos para conocer las principales características y propiedades de los gases.
- 3.** Descubrir cómo actúa la presión atmosférica sobre la superficie terrestre.
- 4.** Reconocer el comportamiento de los gases en función de la temperatura.

Metodología de trabajo

Todas las actividades propuestas fueron totalmente prácticas y participativas. Durante su desarrollo los estudiantes observaron diferentes fenómenos e intentaron buscar una explicación a los mismos con el fin de dar solución a los problemas planteados. Además, se establecieron varios grupos de trabajo para las experimentaciones y un debate final de todo el grupo para establecer las conclusiones de cada uno de los experimentos realizados.

Desarrollo

Primera sesión. Tareas previas a la investigación

Los experimentos de este proyecto de investigación fueron secuenciadas en seis sesiones de una hora de duración cada una de ellas. En la primera sesión se realizó un cuestionario de ideas previas de manera individual para conocer algunos conocimientos del alumnado acerca de la materia y más concretamente se centró en las características, propiedades y en los usos de los gases.

Aproximadamente el 90% del alumnado presentó ciertas dificultades para contestar a las preguntas planteadas en el cuestionario, por tanto, se pudo comprobar de este modo las lagunas del alumnado con respecto a este tema. Además, la elaboración del cuestionario de ideas previas por parte del alumnado fue esencial para crear un conflicto cognitivo consiguiendo así la motivación necesaria y su implicación en el aprendizaje.

Segunda sesión. Desarrollo de las investigaciones

Experimento 1

Planteamiento del problema. ¿Cómo podemos comprobar la existencia del aire?

Para comprobar y llevar a cabo las experimentaciones se realizaron grupos de cuatro a cinco alumnos. Primeramente, se les presentó dos botellas unidas por los tapones pero ambos tapones estaban agujereados; por tanto, interiormente las botellas estaban conectadas. Una de las botellas estaba completamente llena de agua y la otra llena de aire, pero al preguntar al alumnado qué es lo que veían, todos contestaban que dos botellas unidas por los tapones y que una estaba llena de agua y que la otra estaba vacía.

Seguidamente se les pidió que realizaran el siguiente experimento.

Observa estas dos botellas unidas por su boca con cinta aislante. Fíjate que la botella de la parte de abajo está completamente llena de agua: ¿qué sucederá cuando le damos la vuelta a las botellas y pongamos en la parte de arriba la que contiene el agua? Dibuja este experimento y explica lo que sucede (**Imagen 1**).



Imagen 1. La existencia del aire.

Tras realizar este experimento, reflexionaron sobre lo que estaban viendo y descubrieron así la presencia del aire que había el interior, llegando así a la conclusión de que una botella estaba llena de agua y la otra llena de aire.

Experimento 2

Planteamiento del problema. ¿Podemos almacenar el aire? ¿Podemos transportarlo? ¿Cómo podríamos hacerlo?

Para realizar esta experiencia se les pidió que hincharan algunos globos para que comprobaran que podían almacenar el aire y así transportarlo. Además, realizaron el experimento de sumergir en un recipiente transparente y lleno de agua un globo con aire y un vaso boca abajo. Seguidamente, debían introducir la boquilla del globo dentro del vaso y liberar el aire muy lentamente para que observaran cómo el aire del globo se introducía en el vaso y desplazaba el agua hasta que finalmente el vaso se llenaba por completo de aire. Con este experimento volvieron a comprobar la existencia del aire y el lugar que ocupa al desplazar el agua dentro del vaso y así ocupar su lugar.

Después se les planteó una nueva pregunta ¿Cómo podemos representar la composición del aire? ¿Tiene forma? Para trabajar este aspecto, vieron algunos vídeos para conocer que la materia está compuesta por moléculas. Seguidamente, mediante actividades de dramatización representaron las moléculas de la materia en los distintos estados. De este modo, comprendieron que el gas adquiere la forma del recipiente que lo contiene al encontrarse libres sus moléculas y, por tanto, ocupan así todo el volumen del recipiente. Seguidamente elaboraron dibujos explicando cómo se encuentran las moléculas de la materia en los distintos estados.

Tercera sesión. Desarrollo de las investigaciones

Experimento 3

Planteamiento del problema. ¿Crees que el aire pesa o no?

Después del planteamiento del problema surgieron muchas confrontaciones de ideas por parte del alumnado y casi todos afirmaron que el aire no pesaba. Estas ideas erróneas desaparecieron y el alumnado asimiló que el aire pesa tras la realización del siguiente experimento.

Para comprobar si el aire pesa, se les pidió a los grupos que colocaran dos globos vacíos, uno en cada extremo de una balanza y observaran lo que sucede. Seguidamente, se les pidió que llenaran uno de ellos de aire y que lo volvieran a colocar

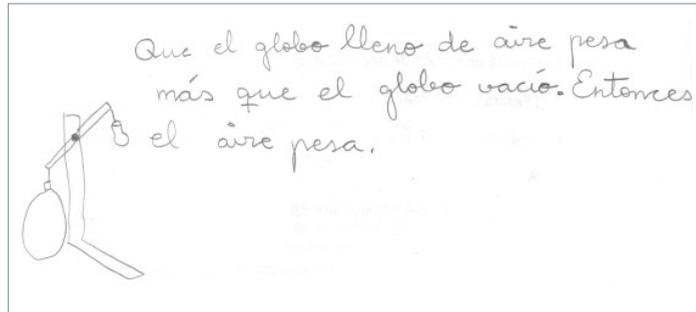


Imagen 2. Dibujo explicando el experimento.

en la balanza sin quitar el globo vacío del otro extremo. Después observaron lo sucedido, contestaron la pregunta anterior y realizaron dibujos explicando el experimento realizado (**Imagen 2**).

Experimento 4

Planteamiento del problema. ¿Qué pesa más el aire frío o el aire caliente?

La gran mayoría de los niños y niñas presentaron muchas dudas al plantearles esta pregunta y no sabían que contestar y un gran número de ellos contestaron que el aire pesaba de igual manera tanto frío y como caliente y que no existía diferencia alguna. Para trabajar la diferencia de peso del aire en función de su temperatura se les pidió que observaran la siguiente experiencia.

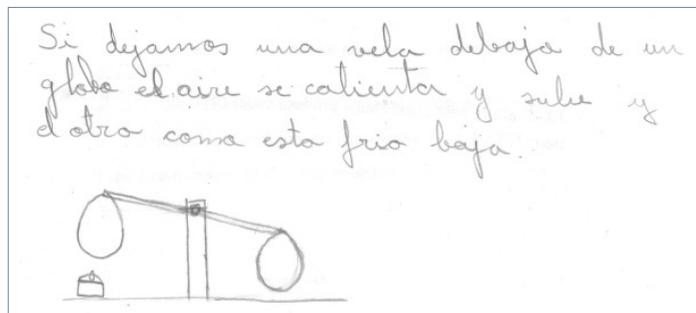


Imagen 3. Representación en el cuaderno del experimento.

Observa el siguiente experimento para comprobar si pesa más el aire frío, el ca-

liente o si ambos pesan igualmente. Para ello, se colocaran dos globos llenos de aire en la balanza de manera que el peso esté equilibrado. Seguidamente, el maestro va a colocar una vela encendida debajo de uno de los globos y observaremos que sucede. Ahora contesta a la pregunta anterior y realiza un dibujo explicando lo que ha sucedido (**Imagen 3**).

Experimento 5

Planteamiento del problema. ¿Cómo actúa la fuerza de la gravedad? ¿Y la presión atmosférica?

En efecto, la gran mayoría de niños y niñas tenían bien asimilado como actúa la fuerza de la gravedad, pero evidentemente no sucedía lo mismo con la presión atmosférica. Para trabajar este contenido, se realizó el siguiente experimento.

Primeramente, se puso una regla o vareta de madera en el borde de una mesa en la que sobresalía un 40% de la misma. Después, todos los miembros del grupo debían darle un golpecito en seco a la regla en el extremo que sobresalía y observar como la regla se caía al suelo. Seguidamente, debían repetir la misma acción pero esta vez cubriendo el 60% de la regla que estaba sobre la mesa con una hoja de periódico extendida sobre ella y al darle el golpecito seco en el extremo que estaba fuera de la mesa... ¡la regla no se cae!

Después trataron de explicar el motivo por el que sucedía, hasta que finalmente llegaron a entender que la columna de aire que hay encima del papel es de mayor superficie y, por lo tanto, pesa más que la columnita de aire que había encima de la regla cuando estaba sola y, por eso, en el segundo experimento la regla no se caía (**Imagen 4**).

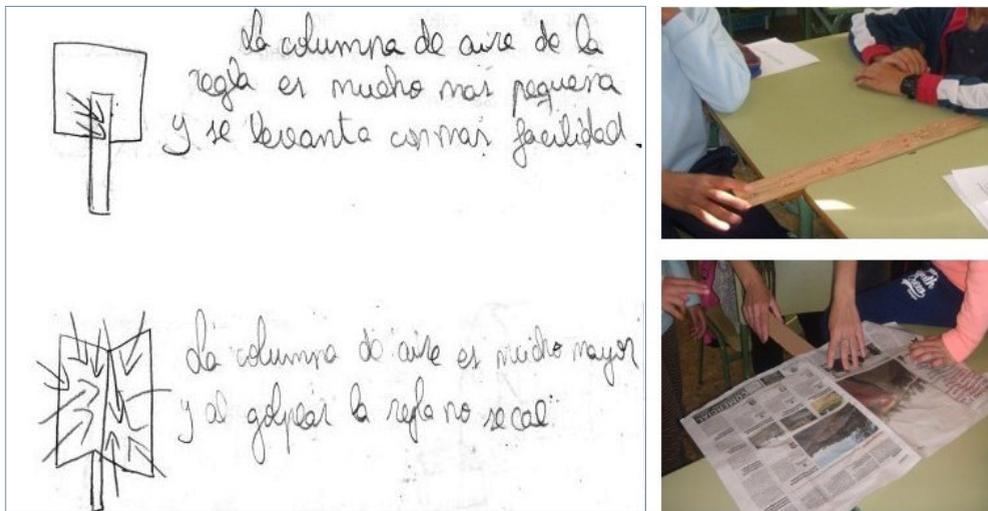


Imagen 4. Desarrollo del experimento y anotaciones en el cuaderno.

Experimento 6

Planteamiento del problema. ¿Sabes qué es un sifón y cómo funciona?

Elaboramos un sifón. Para ello debemos coger una manguera transparente y sumergir en un gran recipiente lleno agua los dos extremos hasta que se llene completamente de agua y no quede nada de aire en su interior. Cuando esté llena de agua taponáis con los dedos los dos extremos. Seguidamente sacáis uno de los extremos y cuando esté por debajo del nivel de agua soltáis ambos extremos y observáis lo que sucede. Realizad un dibujo explicando lo que sucede (**Imagen 5**).

¿Por qué crees que sale agua por el extremo que está más bajo del recipiente? ¿Influirá en algo la presión atmosférica para que salga el agua? ¿Qué sucede si subimos el extremo de la manguera que está fuera del recipiente?



Imagen 5. Construcción de un sifón.

Después, para que comprendieran mejor cómo funciona el sifón, elaboraron uno. Para ello pusimos gaseosa hasta la mitad en un botellín de agua. Previamente, se le había realizado un agujero en el centro del tapón y se había insertado hasta el fondo un tubo de goma a presión con el fin de que quedara hermético y en el extremo del tubo que quedaba fuera del botellín se colocó un pequeño grifo. Seguidamente, se les pidió que agitaran en botellín con la gaseosa y que después abrieran el grifo poniendo un vaso en él (**Imagen 7**). ¿Por qué creéis que sale la gaseosa? ¿Crees que el sifón anterior tiene un funcionamiento parecido? Al realizar esta actividad todos pudieron asimilar y comprender mejor el funcionamiento de un sifón.



Imagen 7. Sifón de gaseosa.

Cuarta sesión. Desarrollo de las investigaciones

Experimento 7

Planteamiento del problema. ¿Crees que se pueden comprimir los sólidos? ¿Y los líquidos? ¿Y los gases?

Para trabajar una de las principales propiedades de los gases, la compresión, lo hicimos comparando la materia en sus tres estados; es decir, sólido, líquido y gaseoso. Para ello, experimentaron con tres botellines iguales, uno lleno de tierra, otro lleno de agua, otro lleno de aire. Después se les pidió que los comprimiera y que anotaran los que se podían comprimir y los que no se podían comprimir.

Una vez que descubrieron que los gases se pueden comprimir, trabajaron con las jeringuillas taponando el orificio de salida. Además intentaron comprimir agua en las jeringuillas para que comprobaran que los líquidos no se pueden comprimir. Por último, experimentaron la compresión del aire con las jeringuillas conectadas por una manguera de goma flexible y transparente.

Experimento 8

Planteamiento del problema. ¿Crees que podemos sacar el aire del interior de una botella? ¿Qué pasará si lo hacemos? Si lo conseguimos, ¿qué crees que quedará dentro?

Para trabajar con el vacío sacaron el aire de una botella de plástico y observaron lo que le sucedía a sus paredes, hasta que llegaron a la conclusión de que la presión atmosférica empujaba a las paredes hacia dentro cuando sacábamos el aire del interior.

Otras de las experiencias que realizaron fue la de inflar un globo sin soplar. Para ello realizaron un experimento utilizando una botella de plástico que tenía un globo puesto en la boquilla y en su parte inferior tenía colocado un pequeño grifo con la intención de sacar el aire con una jeringuilla y poder cerrarlo después para mantener así el vacío en su interior (**Imagen 8**).



Imagen 8. Inflar un globo sin soplar.

A continuación, se les preguntó el motivo por el que se inflaba el globo hacia el interior de la botella al extraer el aire y por qué no se desinflaba el globo hasta que no abríamos el grifo de la botella. Finalmente llegaron a la conclusión de que el causante de todo ello era la presión atmosférica.

Con la experiencia anterior se les hizo reflexionar sobre el funcionamiento de los pulmones en el interior de nuestro cuerpo, llegando así a la conclusión de que el funcionamiento de los pulmones se produce por la misma causa que la del experimento anterior, por tanto, la presión atmosférica influye para que podamos respirar.

Quinta sesión. Desarrollo de las investigaciones

Experimento 9

Planteamiento del problema. ¿Crees que afectará la temperatura a los gases?, ¿de qué manera y cómo podríamos comprobarlo?

El alumnado no tenía conocimientos acerca del comportamiento de los gases ante el calor. Para descubrirlo se le propuso una serie de experimentos. En primer lugar, observaron un experimento en el que se utilizó un bote de refresco con un globo en la boca del

mismo. Después, se le aplicó calor en la parte inferior del bote con una vela y observaron cómo el globo se hincha un poco. Una vez que reflexionaron y descubrieron que los gases aumentan su volumen cuando son calentados, realizaron el experimento



Imagen 9. Termoscopios caseros.

del bote de refresco con la membrana de goma (se hincha la membrana al aplicarle el calor de las manos) y el experimento del termoscopio realizado con un botellín de plástico con agua por la mitad y en el tapón una pajilla por la que asciende el agua al aplicarle calor con las manos en la parte de la botellita que contiene el gas (**Imagen 9**).

Experimento 10

Planteamiento del problema. ¿Podremos aplicar todo lo aprendido de los gases para realizar máquinas que nos ayuden?

En esta última experiencia el alumnado aprendió cómo el ser humano se aprovecha del aumento presión de los gases en función de su temperatura para hacer funcionar máquinas. Para ello, se le presentó una serie de máquinas que funcionaban a partir de la temperatura de los gases con el fin de que describieran su funcionamiento después de las observaciones.

Primeramente, se les pidió que observaran el funcionamiento de una máquina que al descender la temperatura por la noche, descendía a su vez la presión del gas encerrado en una cámara, encendiendo así la bombilla en un circuito eléctrico. De manera contraria, por las mañanas al salir el Sol y ascender la temperatura, aumentaba como consecuencia de ello la presión del gas y la bombilla se apagaba (**Imagen 10**). Después de la observación describieron el funcionamiento de dicha máquina y realizaron varios dibujos explicativos.



Imagen 10. Máquina desarrollada durante la actividad.

Seguidamente se les presentó una nueva máquina muy similar a la anterior para que describieran su funcionamiento. En esta ocasión se trató de una máquina que al aumentar la temperatura del gas y, con ello, la presión se activaba un ventilador que volvía a enfriar el gas provocando que el ventilador se detuviera al alcanzar una temperatura mínima de trabajo, con el fin de conseguir que dicha máquina trabajara en un intervalo de temperaturas fijas; es decir, una temperatura mínima y máxima de trabajo (**Imagen 11**).

Para finalizar se les presentó el barco de vapor, presentado en el curso impartido por El CSIC y la FBBVA en la Escuela, e intentaron explicar su funcionamiento aplicando los conocimientos adquiridos en todas las experiencias anteriores.

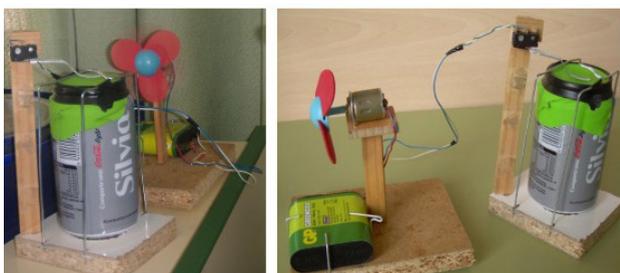


Imagen 11. Segunda máquina desarrollada durante la actividad.

Sexta sesión. Tareas de repaso y de revisión de las ideas previas

Finalmente se realizó un debate a forma de conclusión repasando todos los aspectos trabajados en los distintos experimentos. Después, de manera individual se les propuso que realizaran de nuevo el cuestionario de ideas previas para que fuesen conscientes de la evolución de sus propios aprendizajes y conocimientos acerca del tema, así como su utilidad y funcionalidad en la vida cotidiana, generando a su vez la motivación necesaria para que investiguen y se impliquen cada vez más en su propio aprendizaje.

Conclusión

Los docentes debemos permitir que todos los estudiantes se formen aprendiendo a observar y describir los fenómenos que suceden continuamente a nuestro alrededor, realidad a la que ellos también pertenecen. Los niños y niñas también se hacen preguntas sobre los fenómenos que observan, por tanto, debemos ofrecerles la oportunidad de aprender mediante la experimentación ya que juega un papel muy importante en el aprendizaje de las ciencias, consiguiendo así, el gusto por la ciencia, la motivación y la predisposición para que quieran aprender. De este modo, conseguiremos que se impliquen en su propio aprendizaje y que disfruten aprendiendo.

Sin duda alguna, debemos ofrecer a los estudiantes todos los recursos y experiencias educativas necesarias para que puedan aprender satisfactoriamente y conseguir que se formen con una base científica sólida en la que se puedan apoyar los conocimientos que irán construyendo progresivamente en las sucesivas etapas educativas. Por tanto, es de vital importancia promover proyectos científicos en todas las etapas educativas pues la ciencia nos ayuda a interpretar y a entender el mundo que nos rodea.

Recursos complementarios

Termoscopio casero con una lata de refresco. Museo Virtual de la Ciencia (CSIC). Recursos de apoyo para el Aula. [En línea]: <http://museovirtual.csic.es/recursos/recursos_csic_escuela7.htm> [consulta: diciembre 2014].

Barco de vapor sin partes móviles. Museo Virtual de la Ciencia (CSIC). Recursos de apoyo para el Aula. [En línea]: <http://museovirtual.csic.es/recursos/recursos_csic_escuela4.htm> [consulta: diciembre 2014].

Termoscopio para el aula. Museo Virtual de la Ciencia (CSIC). Recursos de apoyo para el Aula. [En línea]: <http://museovirtual.csic.es/recursos/recursos_csic_escuela2.htm> [consulta: diciembre 2014].

CASCALES MUÑOZ F. J.; SERRANO SÁNCHEZ, C.; TOLEDO VALERO, J. D. *Jugando a descubrir las características y propiedades de los gases*. Teoría Molecular. Experiencias en el aula. Ciencia en el Aula. El CSIC y la FBBVA en la Escuela. [En línea]: <<http://www.csicenlaescuela.csic.es/proyectos/moleculas/experiencias/carthago/pdf/jugando%20a%20descubrir.pdf>> [consulta: diciembre 2014].

Referencias bibliográficas

BANET, E.; JAEN, M.; DE PRO, A. *Didáctica de las Ciencias Experimentales II*. Diego Marín Librero-Editor. Murcia. 2005

BRANDI, A. *Conocimiento del medio 3*. Santillana Educación. Madrid. 2012.

CARRERES, F. *Educación marcará por decreto un método de enseñanza más experimental en Primaria*. Lavedad.es. [En línea]: <<http://www.laverdad.es/murcia/v/20140211/local/region/educacionmarcara-decreto-metodo-201402110047.html>> [consulta: febrero 2014].

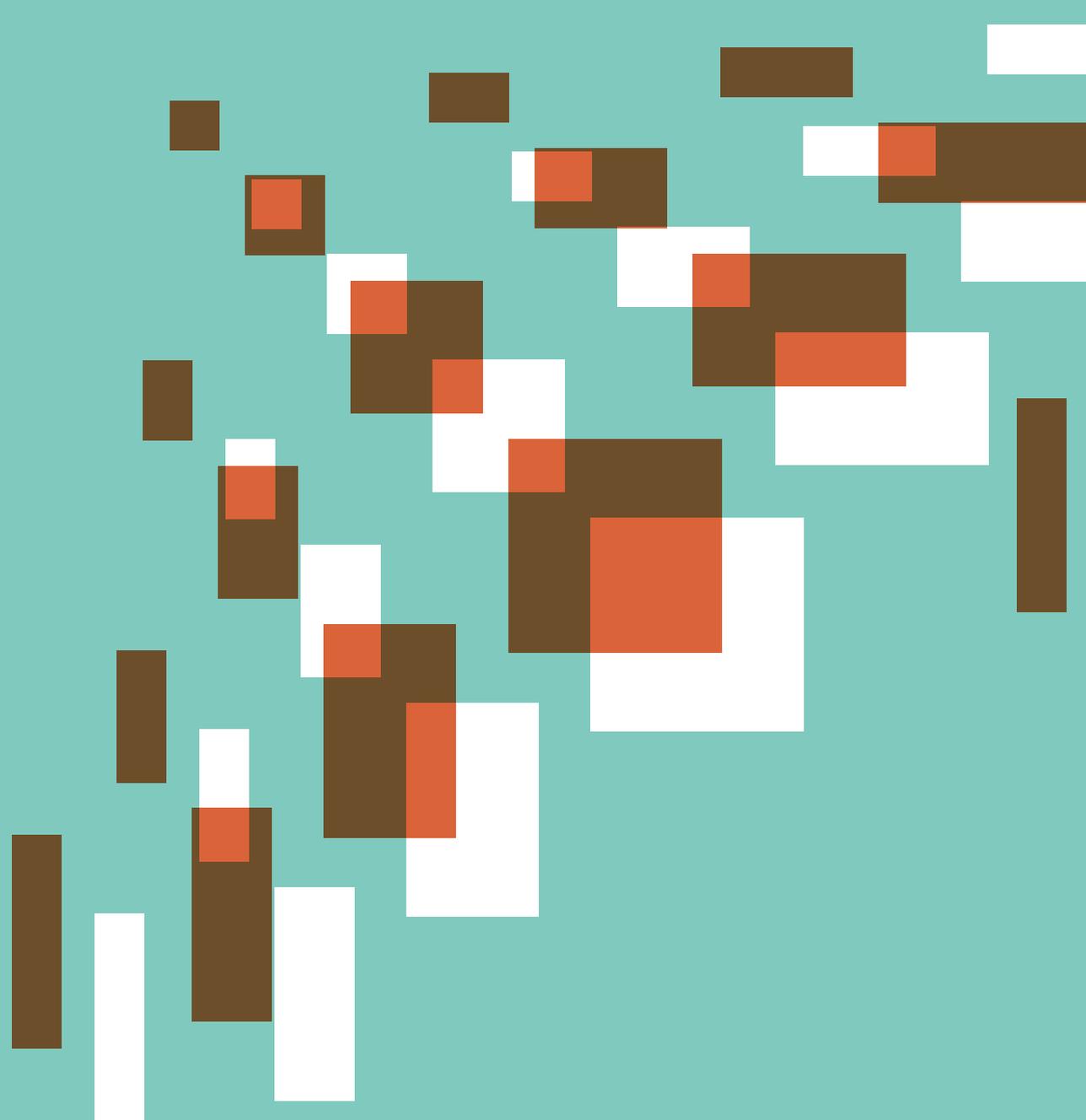
MORENO GÓMEZ, E.; GÓMEZ DÍAZ, M. J.; REFOLIO REFOLIO, M.^a C.; LÓPEZ SANCHO, J. M. *Construcción y estudio de una máquina de vapor sin partes móviles*. Serie El CSIC en la Escuela: Investigación sobre la enseñanza de la ciencia en el aula. N.º 10. Editorial CSIC. 2014. 31-44 pp.

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*. Murcia. Diego Marín Librero Editor S.L. 2005. 336-344 pp.

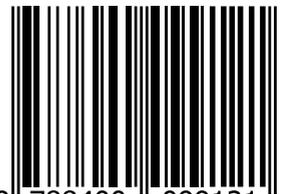
Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.

Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa.

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.



e-ISBN: 978-84-00-09912-1



9 788400 099121



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ECONOMÍA
Y COMPETITIVIDAD



CSIC

Fundación **BBVA**