



Los niños y las niñas de infantil piensan, actúan y hablan sobre el comportamiento del aire y del agua

Early-childhood-education children think, act and talk about air and water behavior

Beatriz Mazas, M.^a José Gil-Quílez, Begoña Martínez-Peña
Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Zaragoza
bmazas@unizar.es, quílez@unizar.es, bpena@unizar.es

Amparo Hervas, Alicia Muñoz
CEIP Fernández Vizarra de Monzalbarba (Zaragoza)
amparohervas@colegiofernandezvizarra.com, aliciamunoz@colegiofernandezvizarra.com

RESUMEN • En este trabajo se plantea la construcción de modelos sobre temas de ciencias por parte del alumnado de educación infantil. Se presentan dos actividades cuya finalidad es ayudarles a construir modelos sobre el aire y el agua, iniciando así el desarrollo del pensamiento sistémico. Los niños y las niñas, a partir de las observaciones y mediante las preguntas planteadas, tratan de explicar las propiedades y las características del medio que les rodea. A pesar de las expectativas iniciales, trabajando de esta manera se ha conseguido la construcción de modelos parciales de los fenómenos que observan mediante la verificación de algunas de sus hipótesis de partida. En definitiva, se puede afirmar que desde estas primeras etapas educativas es posible trabajar ideas de la ciencia a partir de proyectos que surgen de la observación de su entorno.

PALABRAS CLAVE: educación infantil; modelos; prácticas científicas.

ABSTRACT • In this paper we propose the construction of scientific models by Early Childhood Education students. Two activities are presented whose purpose is to help them to build air and water models, thus initiating the development of systemic thinking. The children, based on the observations and through the questions asked, try to explain the properties and characteristics of the environment that surrounds them. In spite of the initial expectations, working in this way it has been achieved the construction of partial models of the phenomena that they observe from the verification of some of their first hypotheses. In short, it can be affirmed that from these first educational stages it is possible to work the ideas of the science throughout the guided inquiry.

KEYWORDS: early childhood education; models; scientific practices.

Recepción: febrero 2017 • Aceptación: agosto 2017 • Publicación: marzo 2018

Mazas, B., Gil-Quílez, M. J., Martínez-Peña, B., Hervás, A., & Muñoz, A. (2018). Los niños de infantil piensan, actúan y hablan sobre el comportamiento del aire y del agua. *Enseñanza de las ciencias*, 36(1), 163-180.

INTRODUCCIÓN

La capacidad de aprender se desarrolla ya desde edades muy tempranas, lo cual viene apoyado por los estudios de la neurobiología de los últimos años (Nieto, 2011; Mora, 2013; Zull, 2002). El aprendizaje se puede considerar como algo físico que produce cambios en nuestro cerebro, al establecer enlaces entre neuronas que forman redes progresivamente más complejas conforme se avanza en dicho aprendizaje. El cerebro es un órgano con gran plasticidad que puede ser moldeado por las experiencias cotidianas (Carballo, 2016). La capacidad de experimentar y, por tanto, adquirir información, reflexionar, construir ideas y probarlas a partir de vivencias y percepciones, es posible gracias a las regiones específicas de la corteza cerebral donde se localizan dichas funciones cognitivas (Zull, 2002; Nieto, 2011). Esta capacidad ya se tiene, y se puede desarrollar, desde la primera infancia (Mora, 2013), por ello es fundamental realizar actividades con el alumnado, de manera que se favorezca el establecimiento de relaciones entre esas distintas zonas cerebrales. Muchos maestros, actuando por mera intuición, realizaban en clase actividades que sabían por experiencia que funcionaban. La neurobiología aporta la explicación de por qué funcionan desde la evidencia científica y empírica (Carballo, 2016), validando la actividad profesional de dichos maestros.

Sin embargo, parece que existen discrepancias con respecto a las posibilidades del alumnado de educación infantil en cuanto a empezar a trabajar el pensamiento sistémico. Los maestros en formación consideran que en esta etapa es complejo abordar un aprendizaje de ciencias (Cantó, de Pro y Solbes, 2016), lo que daría lugar a una pérdida de oportunidades para iniciar el aprendizaje científico. Por el contrario, maestros en ejercicio declaran que en esta etapa los/as niños/as son capaces de realizar prácticas científicas y por tanto aprender ciencias (Spektor-Levy, Kesner Baruch y Mevarech, 2013). En el aula de infantil se pueden trabajar habilidades como la observación, el planteamiento de preguntas o el pensamiento crítico, que ayudarían a los niños y las niñas a desarrollar el razonamiento científico, las actitudes positivas hacia la ciencia y la construcción de una base científica, útil para las posteriores etapas educativas (Cardemil y Román, y Eshach y Fried, 2005; Patrick, Mantzicopoulos y Samarapungavan, 2009; Spektor-Levy *et al.*, 2013).

La construcción de modelos científicos debería comenzar en la etapa de preescolar, ya que en esta edad los niños y las niñas tienen un gran interés por manipular, explorar y preguntar sobre los fenómenos del mundo que les rodea (Worth y Grollman, 2003; Vega, 2012).

En ocasiones se considera que es suficiente con enfrentar al alumnado de infantil a experiencias sorprendentes, que con ellas se les despierta la curiosidad, pero que no se puede profundizar puesto que su capacidad cognitiva no les permite llegar a comprender los fenómenos implicados. Si se acepta que esto no es así, sino que puede llegar a iniciarse un esbozo de construcción de conocimiento, los maestros se encuentran con que el interés de los niños y niñas por las cuestiones de la naturaleza es tan amplio que a veces se dispersan los temas a trabajar y se abordan cuestiones puntuales sin ningún tipo de conexión. Por eso es necesario tener claro a dónde se quiere llegar.

En este sentido la propuesta de Harlen (2015) sobre las diez ideas clave de la ciencia, es decir, sobre los modelos de ciencias que los estudiantes deben construir a lo largo de toda la etapa obligatoria, puede ser de gran ayuda para contar con un hilo conductor en el que se sumen las secuencias de actividades que se pueden trabajar en educación infantil:

1. Toda la materia en el universo está hecha de partículas muy pequeñas.
2. Todos los objetos tienen efecto sobre otros objetos, incluso a distancia.
3. Cambiar el movimiento de un objeto requiere una fuerza que actúe sobre él.
4. La cantidad total de energía en el universo es siempre esta, pero puede transformarse de una forma de energía a otra durante un evento.

5. La composición de la Tierra y su atmósfera y los procesos que ocurren dentro de ellas conforman la superficie y el clima de la Tierra.
6. Nuestro sistema solar es una parte muy pequeña de uno de los miles de millones de galaxias en el universo.
7. Los organismos se organizan sobre una base celular y tienen una vida finita.
8. Los organismos requieren un suministro de energía y materiales para los que, a menudo, dependen o compiten con otros organismos.
9. La información genética se transmite de una generación de organismos a otra.
10. La diversidad de organismos, vivos y extintos, es el resultado de la evolución.

Este trabajo surge de la colaboración entre un aula de educación infantil para alumnos de 3 años de un colegio público y la universidad, y del reto planteado por el alumnado: demandaban más de lo que desde la universidad se pensaba que era posible abordar en este nivel de enseñanza.

A partir de ahí, nuestro objetivo era construir modelos de ciencia con los niños y las niñas de infantil, para lo cual llevamos a cabo una propuesta de innovación partiendo de la observación de dos fenómenos cotidianos. Los modelos construidos se relacionan con las grandes ideas de ciencia propuestas por Harlen (2015) para enmarcar los aprendizajes de ciencias realizados. Con este trabajo nos gustaría presentar dos experiencias con las que contribuir a la difusión de los trabajos que se realizan sobre ciencias en el aula de infantil ya que, como señalan Cantó *et al.* (2016), hay pocas publicaciones de lo que se hace en las aulas de este nivel.

La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en educación infantil

Como ya se ha señalado, en esta etapa los niños y las niñas tienen un gran interés y curiosidad por el mundo que les rodea, por lo que resulta apropiado fomentar el afán por conocer utilizando fenómenos naturales sencillos, fácilmente perceptibles e investigables por los escolares en su entorno más cercano (Cañal, 2006). Algunos autores (Sanmartí y Tarín, 2008) señalan que es necesario distinguir entre curiosidad e interés. La curiosidad, según estas autoras, sería la atracción y el deseo por lo nuevo, algo que puede ser solo puntual, como por ejemplo construir un «volcán». El interés, por el contrario, implicaría una duración a lo largo del tiempo, alimentada por sucesivas actividades como las que se presentan en este trabajo. Aprovechando la curiosidad como capacidad innata en los niños y las niñas, es necesario que el profesorado logre un ambiente adecuado, para estimular la experimentación espontánea, que permita despertar y desarrollar el interés por la ciencia (Vega, 2012; Spektor-Levy *et al.*, 2013). Hay que señalar que, en estos primeros años de escolarización, el juego es una herramienta poderosa para despertar la curiosidad y aprender. El ambiente de aula y las actividades que se desarrollen en ella tienen que mover las emociones ya que, como señala Mora (2013: 75), «la curiosidad que se satisface a través del aprendizaje tiene como base cerebral el placer». Como consideran algunos autores, la confianza en las habilidades científicas y el disfrute de la ciencia están asociados a una disposición positiva hacia el aprendizaje, favoreciendo así mismo que el interés por la ciencia persista en el tiempo (Mantzicopoulos, Patrick y Samarapungavan, 2008; Patrick *et al.*, 2009; Herrmann, 2010; Mora, 2013; Spektor-Levy *et al.*, 2013).

En la etapa de infantil el alumnado es muy receptivo a los múltiples estímulos del mundo natural, que pueden dar lugar al inicio de la construcción de modelos sencillos para interpretar su entorno próximo (Tiberghien, 2002). Según Gilbert, Boulter y Elmer (2000), un modelo es una representación simplificada de un fenómeno, que focaliza la atención en algunos aspectos específicos y se usa para construir explicaciones como respuesta a una pregunta. Harlen (2015) propone diez ideas clave sobre la ciencia en las que hay que ir trabajando a lo largo de toda la educación obligatoria, construyendo

primero modelos sencillos, que permitan responder a preguntas simples, para luego ir complicándolos hasta llegar a modelos potentes que respondan a preguntas complejas.

Un aspecto importante del aprendizaje en general, y del científico en particular, es la comunicación. En esta etapa debería empezarse a trabajar el aprendizaje y mantenimiento de las relaciones socioemocionales ya que, como señala Herrmann (2010), el estímulo de las relaciones debe convertirse en el núcleo fundamental de la enseñanza. En esta etapa el profesor es clave, pues, por una parte, debe focalizar la participación de los/as niños/as en la observación y discusión de fenómenos concretos, y de esta manera empezar a construir modelos. Y, por otra, regular las interacciones, del alumnado entre sí y con el maestro, que se manifiestan fundamentalmente mediante el lenguaje. En la educación infantil, al no tener tan desarrollado el lenguaje oral, puede ser más complicado, por lo que hay que potenciar las actividades donde los/as niños/as se puedan comunicar también mediante dibujos o el lenguaje corporal (Bassedas, Huguet y Solé, 2010; Vega, 2012). Por otro lado, hay que señalar que, en estos niveles, la evaluación también es importante (Cardemil y Román, 2014) porque permite conocer cómo y qué está aprendiendo el alumnado (¡no solo ciencias!), así como las estrategias pedagógicas que facilitan esos procesos. Los datos obtenidos a partir de las comunicaciones de los/as niños/as permiten al profesorado realizar una evaluación de los aprendizajes y estudiar su evolución. Por lo tanto, tal y como señalan García-Carmona, Criado y Cañal (2014), la evaluación en esta etapa no debe ceñirse únicamente a la observación directa, sino que sería razonable (y exigible en el currículo) utilizar otros instrumentos complementarios para el enriquecimiento del proceso evaluativo.

Diseño y desarrollo de las experiencias

Las experiencias han tenido lugar en el CEIP Fernández Vizarra de Monzalbarba (Zaragoza), que colabora desde hace algunos años con el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Zaragoza. Las maestras transmiten las inquietudes de los/as niños/as a las profesoras universitarias y estas las asesoran en cuestiones de contenidos y de metodología. Por tanto, estas sesiones se prepararon de forma conjunta entre las maestras y las profesoras de la Universidad. No obstante, dada la espontaneidad de los alumnos de esta etapa, las experiencias pueden derivar, en ocasiones, hacia otros temas relacionados con la cuestión inicial, ya que plantean preguntas que permiten incorporar nuevos conceptos, por lo que el marco que proporciona las ideas clave de Harlen (2015) ayuda a organizar y coordinar los aprendizajes.

Se presentan en este trabajo dos fenómenos cotidianos, siendo el punto de partida una pregunta sobre estos que surge del diálogo entre la maestra y los/as niños/as.

La primera experiencia, sobre el aire, se planteó en el curso 2011/12 con un grupo de 15 alumnos de 1.º de educación infantil, y la segunda, sobre el agua, en el curso 2013/14 con un nuevo grupo de 20 alumnos, también de 1.º. Si bien la *experiencia del aire* tuvo un carácter totalmente espontáneo, como se comenta más adelante, *la del agua*, al ver la motivación del alumnado y del profesorado, se diseñó teniendo en cuenta la primera y por tanto fue más estructurada en su secuenciación.

El objetivo principal de ambas experiencias es construir un modelo inicial que permita responder a la cuestión planteada. Las fases seguidas en las experiencias (tabla 1) se han adaptado de las propuestas por Eshach (2006) y Vega (2012).

Tabla 1.
Fases de las experiencias

Fases	Descripción de las fases
Fenómeno	Cosas cotidianas que despiertan interés, establecer su relación con alguna de las 10 ideas clave de la ciencia.
Datos observables	Interacción libre y espontánea con los materiales. Conocimientos previos.
Descubriendo más variables	Comprobaciones, experimentación más dirigida.
Comunicando ideas	Expresión de dudas, ideas, descubrimientos.
Construyendo modelos	Respuesta a la pregunta inicial y propuesta de nuevas cuestiones.

Primera experiencia

Fenómeno

Todo surgió en el aula de 3 años de educación infantil, cuando, después del día de Reyes, los/as niños/as llevaron al colegio los regalos que habían recibido, entre ellos una pelota, y la maestra les preguntó: «¿Por qué bota la pelota?». Ante el interés de los/as niños/as por responder se vio que era un tema con posibilidades de ser trabajado en clase.

El objetivo de esta primera experiencia era buscar algunas de las regularidades que se asocian a este fenómeno: el aire que existe en el interior, el material elástico del que están hechas las pelotas o la forma esférica (que no se trató de manera explícita; es decir, conscientemente, la maestra excluía de su planteamiento pelotas con otras formas o características).

La primera pregunta de investigación llevó a otros temas relacionados, como las propiedades del aire o la relación con el cuerpo humano, que a priori no estaban incluidas en la secuencia (figura 1).

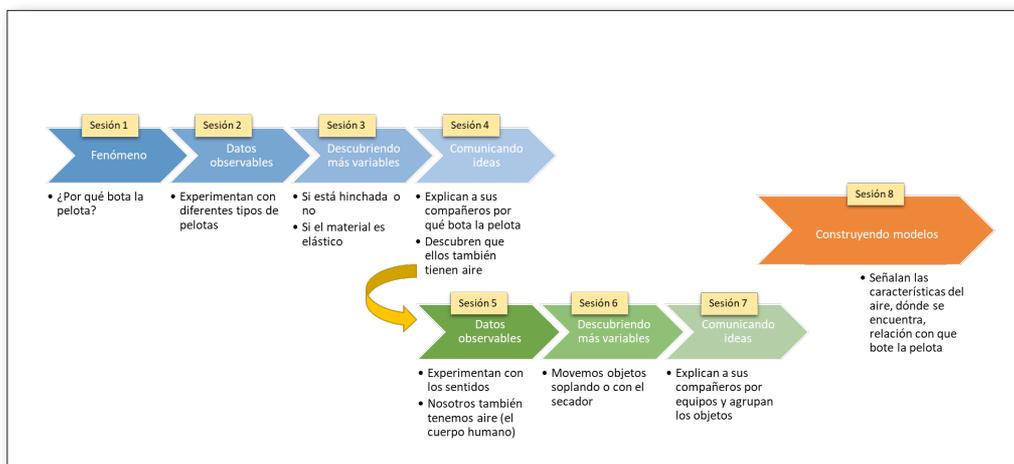


Fig. 1. Cronograma de la primera experiencia.

Datos observables

Además de la pelota del regalo de Reyes, la maestra tenía preparadas en el aula otras pelotas de diferentes tamaños y colores. Una pelota amarilla con aire, una verde sin aire y otra pelota, de muchos colores, que era una pelota de malabarista rellena de arena.

Los/as niños/as observan cómo botan las pelotas y comprueban cuál es la que bota más. Las primeras ideas que manifiestan con respecto al bote de las pelotas son las siguientes:

- «La pelota amarilla bota».
- «La pelota verde no bota porque está deshinchada».
- «La pelota del malabarista no bota porque tiene tierra».

Llevan más pelotas, observan cómo botan, comparan cuánto bota cada una y ponen una etiqueta de colores (gomet) en la pelota que bota más. Había pelotas hinchadas; otras, algo deshinchadas, y otras rellenas de arena. La maestra les comenta que es importante recabar datos, por lo que, tras comprobar qué pelotas botaban y cuáles no, realizan una primera clasificación de acuerdo con este criterio.

Descubriendo más variables

Los alumnos percibieron que las que estaban algo deshinchadas no botaban y propusieron hincharlas: «La pelota de Mario, que no tiene aire y bota poco, la hinchamos con el hinchador. Descubrimos que, si tiene aire, bota mucho».

Se plantearon qué había dentro de la pelota. Encontraron una pelota rota y la cortaron para ver qué es lo que había dentro: «Nada. Está vacía». Además, observaron que el material del que estaba hecha la pelota «se podía estirar como un chicle», era elástico (figura 2).

De esta manera, los/as niños/as ya tienen un esbozo de respuesta a la pregunta inicial: saben que, si la pelota tiene aire, bota y que el material del que está compuesta es elástico. Además, incorporan nuevos términos a su vocabulario.

Hay que destacar que no se ha llamado la atención sobre otras propiedades de las pelotas, por ejemplo, que sean esféricas o no. No se quiso ampliar excesivamente el número de variables para no complicar el modelo perseguido.



Fig. 2. Comprobación de la elasticidad del material de la pelota

Comunicando ideas

Los alumnos y las alumnas explican a sus compañeros por qué bota la pelota. Se vuelven a sacar pelotas, hinchadas y deshinchadas. Mientras introducen el aire en las pelotas, juegan, observan, piensan, hablan y se dan cuenta de que ellos también tienen aire, por lo que cogen una de las pelotas deshinchadas del gimnasio y tratan de hincharla soplando.

Aunque la actividad había sido estructurada por la maestra, hay que señalar que la programación no puede estar totalmente cerrada (Vega, 2012). A esta edad los/as niños/as son espontáneos y tienen interés por muchas cosas, por lo que es necesario saber aprovechar estas nuevas observaciones de fenómenos para ir ampliando conocimientos.

Así mismo se trabaja la percepción del aire a través de los sentidos. Uno de los niños y de las niñas ha descubierto que entra aire por debajo de la puerta. Y le preguntan que cómo lo sabe, si el aire no se ve. El niño responde: «Mi mano está fría». Así que la maestra propone salir al patio para sentir el aire. Los/as niños/as se dan cuenta de que el aire no está quieto, se mueve, y que también mueve las hojas, el pelo, la bata... y concluyen que hace viento. La maestra les plantea: «¿Qué sabemos del aire?». Los/as niños/as exponen sus conocimientos:

- No se ve, es transparente.
- No tiene color.
- No huele.
- No se puede comer.
- No pesa.
- No se puede coger.

La maestra retoma la idea de que nosotros también tenemos aire, ya que podemos hinchar una pelota, y que entra por la boca (o por la nariz) y les pregunta: «¿A dónde va ese aire que entra por la boca?». Las respuestas de los/as niños/as son inmediatas: «A la garganta», «A la tripa»; algunos les rebaten: «No». Para tratar de averiguarlo y hacer partícipes a las familias de lo que los/as niños/as están trabajando, preguntan en casa y traen la respuesta: «¡Está en los pulmones!». Los niños/as observan un modelo de cuerpo humano del laboratorio del colegio y localizan dónde están los pulmones (figura 3).

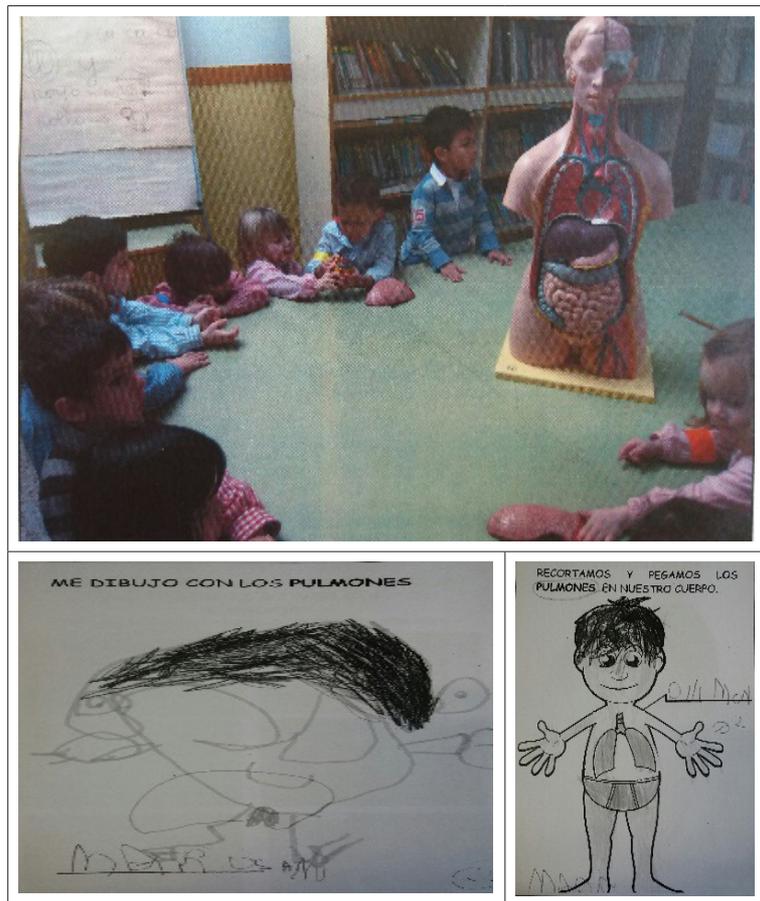


Figura 3. Sesión de observación y manipulación del modelo de cuerpo humano y dibujos del alumnado.

Por último, experimentan sobre qué pueden mover soplando y qué pueden mover con un secador, para comprobar otra de las propiedades del aire: el aire se mueve y puede ejercer una fuerza capaz de mover objetos. Los niños y las niñas realizan las experiencias para ver qué pueden mover soplando por un tubo y utilizando un secador eléctrico, prueban con distintos objetos: hojas secas, papel, hojas de una planta, juguetes, etc. (figura 4). Hablan en equipos y agrupan los objetos según con qué se puedan mover. Aunque no se trabajó en estas sesiones, las características de estos objetos se pudieron discutir en otros momentos.



Fig. 4. El aire mueve cosas

Construyendo modelos

Al finalizar cada una de las experiencias los alumnos van representado sus conocimientos en diferentes fichas:

- Clasificando las pelotas según botan o no.
- Señalando las características del aire.
- Sobre el dibujo de un niño, pintan las partes del cuerpo donde han sentido el aire al salir al patio.
- A partir de otros dibujos recortan y pegan los pulmones sobre la silueta de un niño. También se dibujan con los pulmones.
- Dibujan en grupos las cosas que han podido mover soplando y las que han podido mover con el secador.

La experiencia 1 ha partido de un fenómeno concreto: la pelota bota, y se ha ampliado con otras ideas sobre el aire, fruto de sus percepciones cotidianas. A partir de ahí han sido capaces, con ayuda de la maestra, de conectar unas ideas con otras para construir un modelo más amplio que el inicial (figura 5). De manera general, se puede decir que los alumnos y las alumnas construyen un modelo sobre el aire que tiene un cierto grado de complejidad, ya que incluye objetos, personas y ambiente.

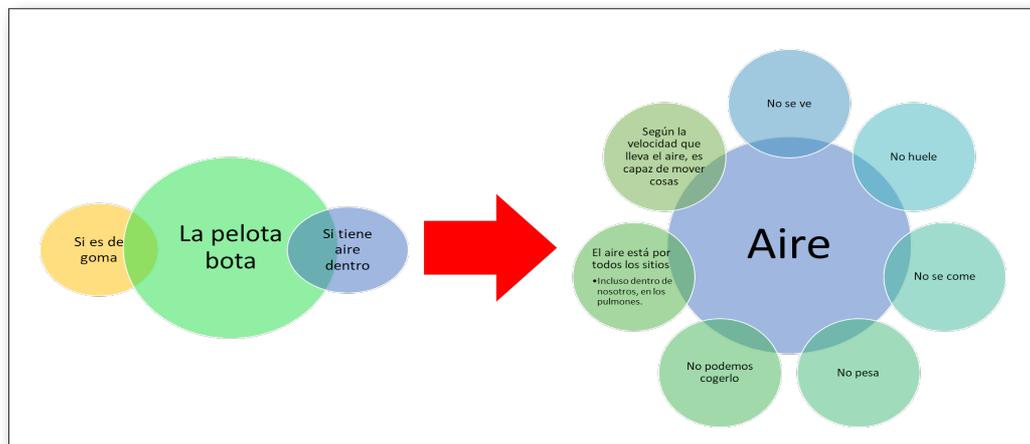


Fig. 5. Evolución del modelo construido por los alumnos de 1.º de educación infantil sobre el aire.¹

Segunda experiencia

Fenómeno

En este caso, la maestra, aprovechando un fenómeno cotidiano como es la lluvia, diseñó la secuencia basándose en la propuesta anterior. El objetivo era trabajar los estados y el ciclo del agua, por lo que se parte de una programación previa, con una pregunta inicial de la profesora, no de los niños (figura 6).

1. La prueba que realizaron para comprobar si el aire pesaba fue comparar el peso de un globo hinchado y deshinchado con una balanza de poca precisión, que no marcaba la diferencia. Este error puntual deberá tenerse en cuenta para subsanarse posteriormente.



Fig. 6. Cronograma de la segunda experiencia.

Cuando los/as niños/as salen al recreo, tras una mañana de lluvia, exclaman: «¡Ha llovido!», «¡Hay charcos!». Por la tarde, al salir de nuevo, observan que ya no había charcos, y se plantea la cuestión «¿A dónde se ha ido el agua de los charcos?». Las primeras ideas que proporcionan son:

- «El agua se ha ido al sol».
- «Se ha ido a las piedras».
- «Se ha ido por las rayitas del suelo».
- «Se mete el agua en el agujero del hormiguero».

Las manifiestan verbalmente y las representan en dibujos.

Datos observables

Como paso previo a contestar a dónde se ha ido el agua, la maestra quiere que los/as niños/as vean en qué lugares de la Tierra hay agua, por lo que buscan información en los libros y en algunos vídeos. En uno de los libros vieron una ilustración del planeta Tierra, y llegaron a la conclusión de que «eso azul es agua». Siguieron buscando en qué otros lugares se podía encontrar agua y vieron que también había en el río, en la lluvia, en el grifo, en las montañas como nieve... Del mismo modo, en los vídeos se podían apreciar diferentes espacios donde el agua está presente.

Se dio la circunstancia de que otro día cayó una pequeña nevada, por lo que al salir al recreo cogieron nieve y la llevaron a la clase en un cazo (figura 7). La tocaron, la probaron, vieron que estaba fría, que les mojaba y que al cabo de un rato observaron que se había derretido y se planteó: «¿qué ha pasado con la nieve, por qué se ha convertido en agua?»:

- «¡El agua está dentro de la nieve!».
- «¡La nieve se convierte en agua!».
- «Le hemos dado calor».
- «Se ha derretido la nieve».

Finalmente llegan a la conclusión de que «¡la nieve es agua!».

La maestra quería trabajar también los usos del agua y les preguntó: «¿Para qué es necesaria el agua?». Para ello repartió una ficha con distintos objetos (ordenador, libro, lápiz, vaso, grifo, flor, olla, bañera, vaso...) en la que debían señalar en qué objetos el agua es necesaria.

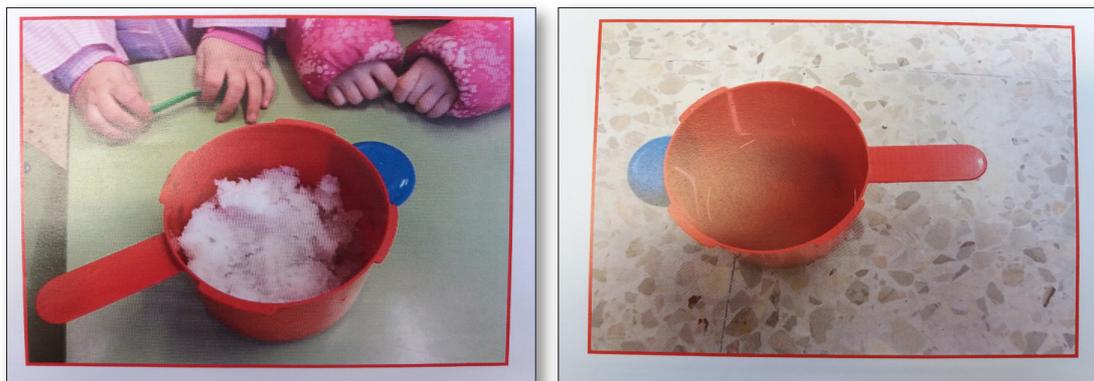


Fig. 7. Experimento con la nieve.

Descubriendo más variables

La maestra retomó la pregunta inicial: «Todavía no hemos respondido a nuestra pregunta de a dónde va el agua de los charcos». Y recuerda las ideas de los niños/as: «¿Estará en el sol?», «¿en las piedras?». Insiste en la cuestión: «¿Cómo se va?», «¿Por qué desaparece?». Recuerda qué le ha pasado a la nieve cuando «la hemos tocado y al meterla en el aula donde hacía más calor». Y plantea: «¿Qué pasará si le damos más calor al agua?». Para comprobarlo, propone hacer experimentos con el agua: ponemos agua en la cazuela y encendemos la placa de inducción: «¿Qué le sucede al agua cuando la calentamos?». Los niños y las niñas observan el proceso y van comentando:

- «Que se va a calentar».
- «Hace puntitos, bombitas».
- «Burbujas».
- «Salen circulitos».
- «Ahora se mueven mucho».
- «Sale humo... mi yaya cuando me da la comida, sale humo».
- «El humo sube, es como un ascensor».

La maestra les pregunta de qué color es lo que sale de la cazuela y responden que blanco. Para distinguirlo del humo, la maestra quema un papel en clase y les pregunta «¿Son iguales este humo y el del agua?». Responden que «No. Este humo es negro y huele fatal y el otro no». Entonces la maestra introduce el término *vapor*: «Esto no es humo, ¡es vapor!». A continuación, tocan el vapor y les pregunta: «¿Qué nos pasa en la mano?». Ponen la mano encima, observan y se produce el siguiente diálogo (A.: Alumnos y alumnas; M.: Maestra):

- A «Que se moja».
- M. «¿Qué tiene el vapor?».
- A. «Agua».
- A. «Las pompas tienen calor».
- A. «Las pequeñas se convierten en grandes».
- A. «El vapor tiene agua».
- A. «Las pompas tienen agua y se convierten en vapor».
- A. «El agua se va y sale el vapor».
- M. «Y si ponemos la tapa en la cazuela ¿qué pasa?».
- A. «Me estoy fijando en que se está mojando».

- A. «El vapor moja la tapa y en la tapa se queda el agua».
- A. «De la tapa cae agua».
- A. «Todas las gotas están en la tapa y se escurren».
- A. «El agua se agarra, ¡a lo mejor tiene fuerza!».
- A. «El vapor sube y baja, y cuando baja, baja el agua».
- M. «¿Cómo suben arriba las gotas?».
- A. «Suben con el vapor y mojan la tapa. Cuanto están juntas el calor les hace que suban».
- A. «En la tapa hay calor y agua».

La maestra, con esta pregunta a toda la clase, se asegura de que todos los alumnos y las alumnas han percibido que el agua al calentarse pasa a vapor, que sigue siendo agua porque moja la tapa.

Comunicando ideas

En la siguiente sesión, para comprobar las afirmaciones que habían hecho, llenaron tres vasos de agua y los pusieron en tres sitios diferentes, después de consensuarlo entre toda la clase, para observar qué pasaba con el agua cuando se expone a diferentes temperaturas (figura 8). El primero lo situaron en la pizarra a temperatura ambiente, el segundo sobre el radiador, donde hay calor, y el tercero en el congelador, donde hay frío.

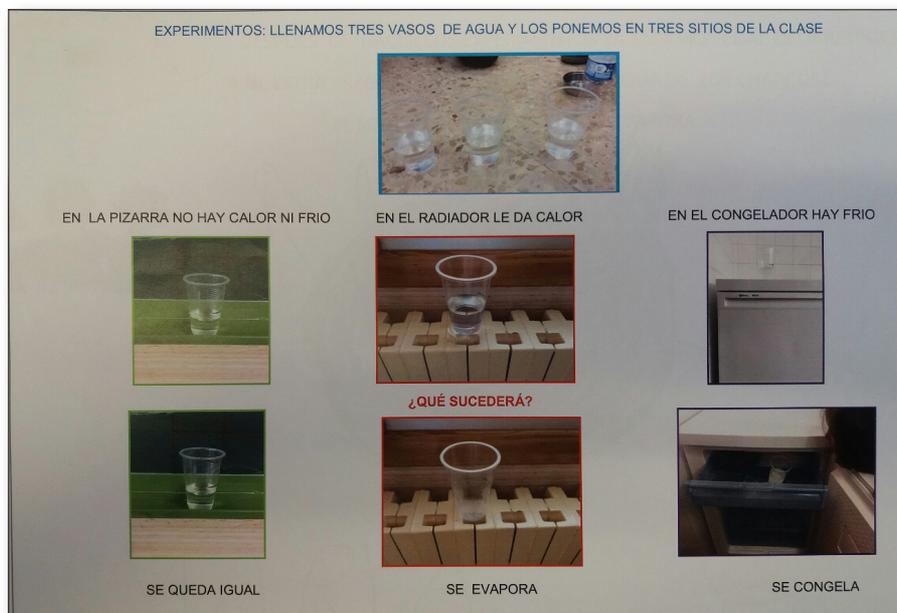


Fig. 8. Póster de síntesis del experimento con el agua: cambios de estado.

Los niños y las niñas observan que el agua del vaso de la pizarra se mantiene igual, que en el radiador desaparece (se evapora) y que en el congelador se congela. La experiencia y los resultados fueron recogidos por la maestra en un póster (figura 8). De esta manera, relacionándolo con la pregunta de investigación y tras realizar los experimentos, los/as niños/as llegan a una respuesta: el agua de los charcos desaparece porque el Sol da calor y el agua se evapora.

Construyendo modelos

Los/as niños/as continuamente son estimulados a expresar sus ideas al resto de la clase y a que las reflejen en diferentes formatos, lo que permite una evaluación de los aprendizajes:

- Las ideas iniciales se plasman en un gran papel sobre el suelo.
- Dibujan el planeta Tierra pintando de azul las zonas de agua.
- Señalan en una ficha dónde está el agua: en los ríos, en el grifo, en la lluvia y en forma de nieve en las montañas. También dibujan las montañas con la nieve, el río, la lluvia y el grifo.
- Dibujan los cambios del agua en la cazuela cuando se calienta, y qué pasaba en la tapa.
- Finalmente realizan un dibujo con la respuesta a la pregunta inicial y un póster de síntesis que representa las experiencias y los aprendizajes realizados (figura 9).

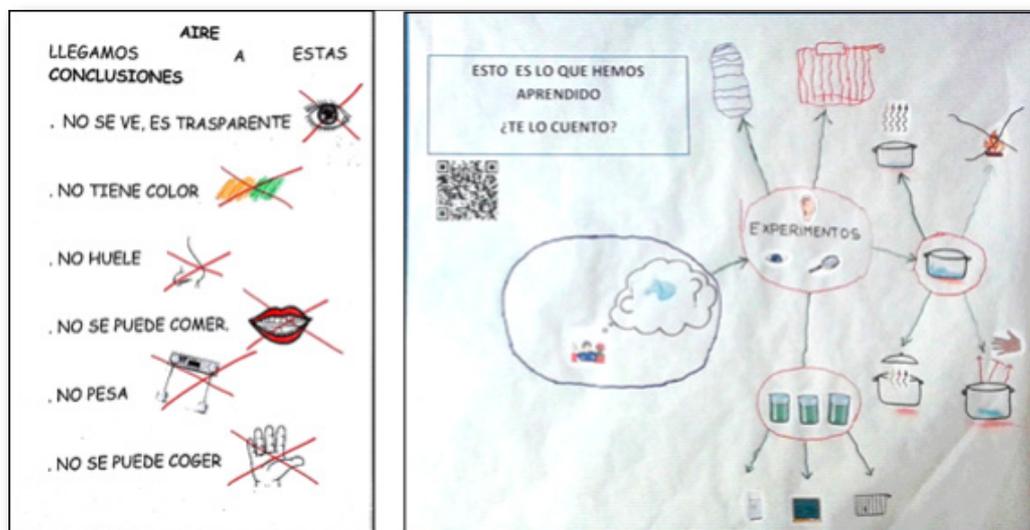


Fig. 9. Esquemas realizados por los/as niños/as de E. I. como conclusión de las experiencias.

En la experiencia 2 el fenómeno estaba focalizado en las actividades de poner el agua a diferentes temperaturas y las percepciones que puedan tener los niños y las niñas están por tanto más centradas en dichas actividades. En este caso no han expresado conexiones de experiencias previas en relación con otros fenómenos que permitieran dar una mayor complejidad al modelo elaborado (figura 10).

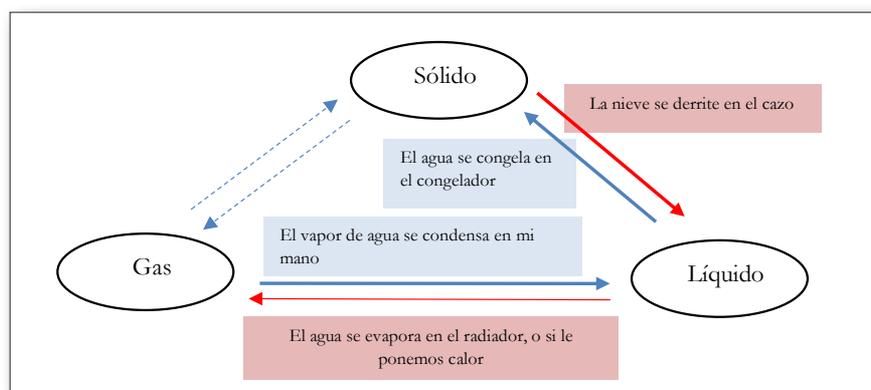


Fig. 10. Modelo construido por los alumnos de 1.º E. I. sobre los cambios de estado del agua.

Cabe señalar que, en el caso del aire, aparece un error de medición, pues la báscula utilizada no es capaz de discriminar entre cantidades muy pequeñas. Este error se arrastra al modelo, ya que los/as niños/as indican que el aire no pesa (figura 9).

Relación de las experiencias con el currículo y con las ideas de Harlen sobre la ciencia

Para el profesorado participante fue muy útil enmarcar experiencias realizadas y los modelos trabajados dentro de contenidos de ciencias, ya que eso permitía tener un hilo conductor para desarrollar nuevas secuencias de aprendizaje. En la tabla 2 se presentan las actividades relacionándolas con el currículo de infantil y con algunas de las diez grandes ideas de la ciencia que propone Harlen (2015).

Tabla 2.
Relación de los contenidos trabajados en las experiencias con el currículo de educación infantil y con las ideas de la ciencia de Harlen (2015)

Contenido de la experiencia	Contenido del currículo de educación infantil (autonómico)	N.º idea de la ciencia	Desarrollo de la idea (Harlen, 2015)
Material elástico de la pelota	Bloque I. La variedad de objetos y materiales del entorno, sus propiedades, usos y relaciones de causa efecto.	1	Los diferentes materiales son reconocibles por sus propiedades.
		2	El efecto de la gravedad hace que las cosas sean atraídas hacia la Tierra.
		3	Un objeto cambia de posición si las fuerzan que actúan sobre él son desiguales y están en direcciones opuestas.
Aire	Bloque II. Identificación de la materia inerte.	1	Todas las cosas que encontramos en la vida diaria, incluyendo el aire, el agua y las sustancias sólidas son materia, por lo que tienen peso en la Tierra y ocupan un espacio.
		3	Las fuerzas pueden tirar, empujar o girar objetos, haciendo que cambie su movimiento o su forma.
		5	Hay aire en todas las partes de la superficie de La Tierra, pero hay menos cuanto más nos alejamos de la superficie. El tiempo meteorológico está determinado por las condiciones y el movimiento del aire.
	Bloque II. Observación y análisis de algunas características, comportamientos, funciones y cambios en los seres vivos.	7-8	Los organismos necesitan agua, aire, comida, un modo de eliminar los desechos y un ambiente con determinadas condiciones de temperatura.
8		Los seres vivos necesitan comida como fuente de energía, así como aire, y ciertas condiciones de temperatura.	
Observación de la lluvia y la nieve	Bloque II. Observación de fenómenos del medio natural. Formulación de conjeturas sobre sus causas y consecuencias.	5	La temperatura, la presión, la dirección, la velocidad del movimiento y la cantidad de vapor de agua en el aire, combinados crean el clima. La medición de estas propiedades a lo largo del tiempo permite establecer patrones que permiten predecir el tiempo meteorológico.
Cambios del estado del agua	Bloque II. Producción de reacciones, cambios y transformaciones en los objetos y materias, anticipando efectos y observando resultados.	1	Los diferentes materiales son reconocibles por sus propiedades, las cuales se utilizan para clasificarlos en sólidos, líquidos o gaseosos. El estado de muchas sustancias puede cambiarse aplicándoles calor o frío.
		4	El calor puede causar cambios, como cuando se cocina, derritiendo los sólidos o cambiando el agua a vapor.

En la primera experiencia, los contenidos tienen que ver con los materiales y con el aire, de tal forma que podríamos considerar que tienen relación con las ideas 1, 2, 3, 5, 7 y 8, pues a lo largo de las sesiones las aportaciones de los/as niños/as van derivando desde el aire que contiene la pelota hasta el aire que tenemos en los pulmones y que se encuentra en el ambiente (tabla 2). De este modo, van creando conexiones y van construyendo un modelo inicial sobre lo que es el aire, en qué lugares se encuentra, para qué nos sirve, etc., es decir, van desarrollando un pensamiento sistémico.

Además, se han trabajado destrezas científicas, como la observación de las características de las pelotas, la identificación de las que botan o no, la comparación y clasificación en dos grupos, el establecimiento y comprobación de hipótesis: «la pelota de Mario no tiene aire y bota poco, si la hinchamos botará», el descubrimiento del aire en el medio y en el cuerpo humano, y la comunicación de sus conclusiones sobre por qué bota la pelota.

En la segunda experiencia, los contenidos están relacionados con las ideas 1, 4 y 5, pues se trabajan aspectos relacionados con los cambios de estado del agua. Los niños y las niñas aprecian los cambios en el agua cuando se somete a diferentes temperaturas, y observan que se congela, o bien se transforma en vapor; que la nieve se transforma en agua, y que en la naturaleza la podemos encontrar en distintos lugares y estados.

En este caso, se trabajaron las siguientes destrezas científicas: observación del agua de los charcos y su «desaparición», establecimiento de hipótesis sobre dónde ha ido el agua del charco, búsqueda de información en distintas fuentes, experimentación con la variable temperatura, la nieve y el agua, y finalmente la discusión de resultados.

CONCLUSIONES

En las experiencias que hemos expuesto, se han trabajado destrezas como la identificación de fenómenos, la observación, la formulación de hipótesis, la comparación y la comunicación de resultados. Los niños y las niñas tenían curiosidad y mantenían el interés por averiguar más cosas sobre los fenómenos estudiados, planteando nuevas cuestiones, en un ambiente de clase donde la curiosidad y el entusiasmo de las maestras por averiguar la respuesta a las preguntas planteadas contagiaban al alumnado. En este sentido, como decía Herrmann (2010) desde el punto de vista de la neurodidáctica, la incorporación de nuevas informaciones se asocia con sentimientos importantes, deseables y agradables, y el sistema límbico lo valora decidiendo qué almacena en la memoria y qué olvida, en función de que tenga o no un contexto significativo.

En definitiva, el planteamiento no ha quedado como una actividad en relación con cuestiones de interés iniciales (la pelota que bota o con el charco que se seca), sino que se han ido encadenando actividades que han permitido construir modelos sencillos sobre el aire y el agua respectivamente (que han de constituir el andamiaje de modelos más elaborados en sucesivos niveles educativos).

Las maestras, al realizar estas actividades, han percibido la motivación de los alumnos para plantear cuestiones y para establecer relaciones con sus experiencias. Señalan además que su trabajo no se limita a una sucesión de actividades «para jugar» con los/as niños/as, sino que permite desarrollar objetivos concretos en el marco de las 10 ideas de Harlen.

En estas edades resulta difícil implementar en el aula actividades de aprendizaje muy estructuradas y hay que ser flexible sin perder el objetivo de lo que se quiere que el alumnado aprenda. La primera experiencia tuvo un planteamiento más espontáneo, se partió del interés de los alumnos en la sucesión de actividades, de manera que no solo se trabajaron los objetivos relacionados con la pregunta inicial, sino que además surgieron nuevas cuestiones que permitieron el desarrollo de un modelo más complejo sobre el aire. Sin embargo, la segunda experiencia había estado más estructurada, lo que redujo, en

parte, la espontaneidad de los alumnos y las alumnas y no se plantearon otras cuestiones que se podrían haber trabajado, como por qué se forman los charcos en el suelo. Las maestras se sienten más inseguras con la experiencia abierta que con la estructurada, pero valoran que ambas son positivas y compatibles para trabajar, ya que una fomenta la espontaneidad y creatividad de los/as alumnos/as y la otra permite afianzar rutinas de trabajo científico.

Por otra parte, el marco de referencia de las 10 ideas clave de Harlen ayuda a encuadrar los aprendizajes que se están produciendo y constituyen una base para desarrollar nuevos aprendizajes.

Consideramos importante que en la educación infantil se inicie al alumnado en la construcción de modelos y el desarrollo de destrezas científicas, para que sean capaces de conectar las ideas con las que en un futuro trabajarán en las etapas de educación primaria y secundaria. Como señalan algunos autores (Bosse, Jacobs y Anderson, 2009; Vega, 2012; Spektor-Levy *et al.*, 2013) en educación infantil, mediante el planteamiento de preguntas abiertas por parte del profesorado, se posibilitan oportunidades al alumnado para conectar ideas, unir acontecimientos y, así, identificar secuencias que puedan utilizar en el futuro.

Estos aspectos son relevantes de cara a la formación de los futuros maestros en educación infantil, durante la cual se debería trabajar en la adquisición de destrezas para promover el trabajo cooperativo, la indagación y finalmente el aprendizaje de ciencias.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto UZ-2016-SOC-04 (financiado por la Universidad de Zaragoza e Ibercaja) y al proyecto EDU2016-767-43-P (financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad), así como al grupo de investigación BEAGLE (perteneciente al Instituto Universitario de Investigación de Ciencias Ambientales, IUCA).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASSEDAS, E.; HUGUET, T. y SOLÉ, I. (2010). *Aprender y enseñar en Educación Infantil*. Barcelona: Graó.
- BOSSE, S.; JACOBS, G. y ANDERSON, T. L. (2009). Science in the air. *Young Children*, 64(6), pp. 10-15.
- CANTÓ, J.; DE PRO, A. y SOLBES, J. (2016). ¿Qué ciencias se enseñan y cómo se hace en las aulas de educación infantil? La visión de los maestros en formación inicial. *Enseñanza de las ciencias*, 34(3), pp. 25-50.
- CAÑAL, P. (2006). La alfabetización científica en la infancia. *Aula de Infantil*, 33, pp. 5-9.
- CARBALLO, A. (2016). Neuroeducación: de la neurociencia al aula. *Aula de Infantil*, 85, pp. 11-14.
- CARDEMIL, C. y ROMÁN, M. (2014). La importancia de analizar la calidad de la educación en los niveles Inicial y Preescolar. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 7(1), pp. 9-11.
- ESHACH, H. (2006). *Science Literacy in Primary Schools and Pre-Schools*. Dordrecht (The Netherlands): Springer.
<https://doi.org/10.1007/1-4020-4674-x>.
- ESHACH, H., y FRIED, M. N. (2005). Should science be taught in early childhood? *Journal of Science Education and Technology*, 14(3), pp. 315-336.
<https://doi.org/10.1007/s10956-005-7198-9>
- GARCÍA-CARMONA, A.; CRIADO, A. M. y CAÑAL, P. (2014). Alfabetización científica en la etapa 3-6 años: un análisis de la regulación estatal de enseñanzas mínimas. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(2), pp. 131-149.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.817>

- GILBERT, J. K.; BOULTER, C. y ELMER, R. (2000). *Positioning Models in Science Education and in Design and Technology Education*. En: J. K. Gilbert & C. Boulter (eds.), *Developing Models in Science Education* (pp. 3-17). Dordrech: Kluger.
https://doi.org/10.1007/978-94-010-0876-1_1
- HARLEN, W. (2015). *Working with Big Ideas of Science Education*. Trieste (Italia): Science Education Programme of IAP.
- HERRMANN, U. (2010). Bases cerebrales del aprendizaje. *Mente y cerebro*, 44, pp. 41-45.
- MANTZICOPOULOS, P.; PATRICK, H. y SAMARAPUNGAVAN, A. (2008). Young children's motivational beliefs about learning science. *Early Childhood Research Quarterly*, 23, pp. 378-394.
<https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2008.04.001>
- MORA, F. (2013). *Neuroeducación. Solo se puede aprender aquello que se ama*. Madrid: Alianza.
<https://doi.org/10.26439/persona2015.n018.506>
- NIETO GIL, J. M. (2011). *Neurodidáctica. Aportaciones de las neurociencias al aprendizaje y la enseñanza*. Madrid: CCS.
- PATRICK, H.; MANTZICOPOULOS, P. y SAMARAPUNGAVAN, A. (2009). Motivation for Learning Science in Kindergarten: Is There a Gender Gap and Does Integrated Inquiry and Literacy Instruction Make a Difference. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(2), pp. 166-191.
<https://doi.org/10.1002/tea.20276>
- SANMARTÍ, N. y TARÍN, R. M. (2008). Proyectos y actividades para cambiar el entorno. *Aula de Infantil*, 44, pp. 5-7.
- SPEKTOR-LEVY, O.; KESNER BARUCH, Y. y MEVARECH, Z. (2013). Science and Scientific Curiosity in Pre-school. The teacher's point of view. *International Journal of Science Education*, 35(13), pp. 2.226-2.253.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2011.631608>
- TIBERGHEN, A. (2002). *Des connaissances naïves au savoir scientifique*. Disponible en línea: <https://halshs.archives-ouvertes.fr/edutice-00000285/document>.
- VEGA, S. (2012). *Ciencia 3-6. Laboratorios de ciencias en la escuela infantil*. Barcelona: Graó.
- WORTH, K. y GROLLMAN, S. (2003). *Worms, Shadows and Whirlpools: Science in the Early Childhood Classroom*. Washington, DC: NAEYC.
- ZULL, J. E. (2002). *The art of changing the brain. Enriching the practice of teaching by exploring the biology learning*. Sterling (USA): Stylus Publishing.

Early-childhood-education children think, act and talk about air and water behavior

B. Mazas, M. J. Gil-Quílez, B. Martínez-Peña
Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Zaragoza
bmazas@unizar.es, quílez@unizar.es, bpena@unizar.es

A. Hervas, A. Muñoz
CEIP Fernández Vizarra de Monzalbarba (Zaragoza)
amparohervas@colegiofernandezvizarra.com, aliciamunoz@colegiofernandezvizarra.com

In this paper, we propose the construction of scientific models by early-childhood-education students. Two projects with several activities are presented, with the aim of helping children start building air and water models, thus initiating the development of systemic thinking.

For the air models, the children worked with materials that included balls, and the human body. They discovered how air helps bounce balls and that they have air in their body, and they realized what air is, where it is, and why we need it. This first project arose out of the children's curiosity, based on their first question: Why does the ball bounce? They developed the aims planned by the teacher and other spontaneous questions that allowed them working in other related ideas that emerged.

In the second project, they experienced how the state of water changes. The starting point was observing how a puddle disappeared in the playground. They then experimented with snow, liquid water and vapour water in the classroom. In this case, the experience was more structured, with fewer opportunities to open the project to other questions, such as why the puddles were made on the floor, and whether all puddles are similar considering every floor's composition. For that reason, we say that the first project is more spontaneous than the second. For example, when the children discovered that air moves things, they improvised a new activity in which they had to blow on their classmates and move their hair. Nevertheless, the teachers were less confident working in the «most open» project, although they considered that both projects were positive and perfectly suitable for young children learning science, based on the contents of relevant guides such as *Ten Ideas of Science and about Science* by Harlen (2010).

Based on the observations and questions asked, the children tried to explain the properties and characteristics of the environment surrounding them. Despite initial expectations, by working this way the students managed to construct partial air and water models, link models to the phenomena they observed and verify some of their first hypotheses. In short, we can affirm that in these first educational stages it is possible to work on the ideas of science within the guided inquiry framework and start to work on systemic thinking as a result.