



La flotabilidad a examen en las aulas de infantil. Evaluación del nivel de guía del docente

Floating under examination in early childhood education classrooms. Assessment of teacher guidance level

Esther Paños

Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Educación, Universidad de Castilla-La Mancha, Albacete (España). Grupo de investigación en Botánica, Etnobiología y Educación, Instituto Botánico de Castilla-La Mancha, Jardín Botánico, Albacete (España).

Esther.Panos@uclm.es

Paula Martínez Rodenas

Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Educación, Universidad de Castilla-La Mancha, Albacete (España).

Paula.Martinez15@alu.uclm.es

José Reyes Ruiz-Gallardo

Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Educación, Universidad de Castilla-La Mancha, Albacete (España). Grupo de investigación en Botánica, Etnobiología y Educación, Instituto Botánico de Castilla-La Mancha, Jardín Botánico, Albacete (España).

JoseReyes.Ruiz@uclm.es

RESUMEN • El trabajo analiza las ideas de los escolares de 4-5 años sobre flotabilidad y los aprendizajes generados por dos tipos de intervención que difieren en el nivel de guía: enseñanza receptiva (ER) y ER más instrucción explícita (ERIE). Los participantes tienen, inicialmente, dificultades para conceptualizar la flotabilidad, ideas contradictorias y carencias en la resolución de problemas sobre este fenómeno. Consideran el factor peso como prioritario para que un objeto flote o se hunda. La intervención mejora la capacidad de descripción y de resolver diferentes situaciones sobre flotabilidad, aunque significativamente más en los grupos que siguen una metodología de tipo ERIE. Separados por edad (4 y 5 años), la influencia de la guía es más acusada en los menores. Se concluye que la instrucción explícita en la enseñanza de fenómenos científicos debe considerarse a la hora de programar las actividades.

PALABRAS CLAVE: Educación infantil; Ciencias; Flotabilidad; Guía del maestro.

ABSTRACT • The study examines the understanding of the concept of floating in children aged 4 and 5 and the learning generated by using two methodological approaches which differ in teacher guidance level: responsive teaching (RT) and RT plus explicit instruction (RTEI). Initially, students find it difficult to conceptualize floating, have contradictory ideas and demonstrate limitations when trying to solve problems on the subject. They consider weight as a priority factor for an object to float or sink. The intervention improves students' ability to describe the phenomenon and solve different tasks about floating, although this improvement is more significant in the groups that follow a RTEI approach. When differentiating by age, guidance influence is more pronounced in the youngest students. Therefore, we can conclude that explicit instruction must be considered when planning scientific content activities.

KEYWORDS: Early childhood education; Science; Floating; Teacher guidance.

Recepción: abril 2020 • Aceptación: julio 2020

INTRODUCCIÓN

Las características particulares del ciclo de educación infantil lo convierten en un escenario idóneo para comenzar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Considerando la conexión temprana que existe entre los niños y la ciencia y su motivación intrínseca por aprender (Brown, 1991; Eshach y Fried, 2005), es necesario trabajar en las aulas fenómenos cotidianos, empleando enfoques metodológicos basados en la experimentación que, además de satisfacer su curiosidad innata, les permitan acercar sus ideas y experiencias previas a los contenidos y procedimientos científicos.

La flotabilidad es un fenómeno cercano y muy presente en la realidad del niño, aunque poco explorado formalmente a nivel educativo en el ámbito hispanohablante. Este estudio pretende mostrar las ideas que los escolares de infantil tienen sobre este fenómeno, a la vez que se comparan dos estrategias de instrucción para su exploración en esta etapa. Para ello, se plantea una actividad que puede ser fácilmente incluida en la rutina de las aulas de infantil, y que permite poner en valor la importancia de la educación científica en los años educativos iniciales.

Ciencia en educación infantil

Los primeros años de vida implican un proceso continuo de aprendizaje, en el que, a través de la observación, la exploración, la formulación de preguntas, etc., el niño trata de dar sentido al entorno que le rodea (Trundle, 2015). Sus experiencias tempranas de interacción con el medio le permiten apropiarse de ideas que servirán de base a sus futuros aprendizajes (Brown, 1991; Morgan, Farkas, Hillemeier y Maczuga, 2016). Estas experiencias comienzan a formalizarse y sistematizarse durante la educación infantil. En este ciclo, los escolares satisfacen su necesidad de manipular y explorar, y encuentran respuesta a sus primeras intuiciones e interpretaciones sobre el medio natural.

Existen en la literatura muchas razones que justifican la relevancia de trabajar las ciencias en los primeros años educativos, por ejemplo, el deseo natural que lleva al niño a aprender sobre el medio natural y físico, y su capacidad de asombro (Eshach y Fried, 2005), el desarrollo durante la infancia de habilidades cognitivas cada vez más complejas que le permiten comprender conceptos científicos y razonar científicamente (Greenfield et al., 2009), o el desarrollo de actitudes positivas hacia la ciencia que supone una exposición temprana a esta (Eshach y Fried, 2005; Gómez-Motilla y Ruiz-Gallardo, 2016).

Es la escuela, por tanto, la responsable de generar experiencias de ciencias de calidad que estimulen en el alumnado la adquisición de conceptos, procedimientos y actitudes sobre el medio natural ajustados al conocimiento científico. Aunque los currículos de educación infantil actuales reflejan, cada vez más, un cierto compromiso con la enseñanza de las ciencias (Greenfield et al., 2009), la realidad es que, según recoge la literatura científica, se dedica poco tiempo a esta disciplina (Saçkes, Trundle, Bell y O'Connell, 2011; Tu, 2006). En general, en los primeros años educativos se priorizan los aprendizajes vinculados a la adquisición de habilidades matemáticas y de lectoescritura (Early et al., 2010). Además de ello, algunos autores apuntan otras razones para justificar la escasez de oportunidades de enseñanza-aprendizaje de las ciencias en infantil, como la falta de formación científica de los maestros y futuros maestros (Garbett, 2003; Kallery, 2004), la influencia de sus propias actitudes hacia la enseñanza de las ciencias, menos favorables que hacia otras disciplinas (Erden y Sönmez, 2011), o los limitados recursos y espacios disponibles para trabajar las ciencias (Tu, 2006).

Contenidos de física: flotabilidad

Aunque la norma educativa que regula las enseñanzas mínimas para el segundo ciclo de Educación Infantil no incluye directamente la palabra *ciencia*, establece como finalidad de este período educativo el que los escolares descubran las características físicas del medio (MECD, 2006). La observación y la exploración son las herramientas para que los estudiantes más pequeños conozcan fenómenos naturales, elementos de la naturaleza, objetos y materias de su entorno; también sus propiedades, atributos, clasificación, etc. Las actividades de física que se planteen en este periodo han de permitir que los niños interactúen con los objetos, observando las transformaciones que se producen en estos (Kamii y De Vries, 1993).

Las investigaciones sobre contenidos de física en los primeros años educativos son escasas (Hadzigeorgiou, 2015). Diferentes trabajos publicados abordan temas relacionados con la materia y los cambios de estado (Cruz-Guzmán, García-Carmona y Criado, 2017), magnetismo (Christidou, Kazela, Kakana y Valakosta, 2009; Van Hook y Huziak-Clark, 2007), fuerza y movimiento (Van Meeteren y Zan, 2010) o luz (Impedovo, Delserieys-Pedregosa, Jégou y Ravanis, 2017), entre otros. La literatura científica refleja, además, que los docentes de la etapa de infantil muestran más reticencias o tienen más dificultades para abordar conceptos relacionados con la física (Worth, 2010).

La flotabilidad es un fenómeno que se experimenta de forma muy temprana y que se encuentra en multitud de situaciones cotidianas, lo que justifica que haya sido objeto de estudio en diversas investigaciones con niños de los niveles educativos iniciales, aunque pocas de ellas se han implementado en el entorno hispanohablante. Las primeras se enmarcan en trabajos realizados desde el ámbito de la psicología evolutiva, centrados en analizar las etapas de desarrollo cognitivo de los alumnos (Piaget, 1970). Otras más recientes tratan de documentar las concepciones que los estudiantes de diferentes edades tienen sobre este fenómeno. Los resultados de estos trabajos reflejan que, hasta los 4-6 años, tienen ideas confusas y contradictorias sobre la flotabilidad, basando sus explicaciones en sus propias experiencias perceptivas (Canedo, Castelló y García, 2010; Havu-Nuutinen, 2005; Hsin y Wu, 2011; Koliopoulos, Tantaros y Papandreou, 2004).

A la edad de 5 o 6 años, suelen justificar este fenómeno sobre la base de una única característica del objeto: peso, volumen, material o color, normalmente el primero (Hsin y Wu, 2011; Tang, Yaw y Woei, 2017; Tenenbaum, Rappolt-Schlichtmann y Zanger, 2004). Es, a partir de estas edades, cuando la realización de actividades estructuradas de experimentación sobre flotabilidad permite a los escolares combinar varias propiedades del objeto para explicar el fenómeno (Dentici, Grossi, Borghi, De Ambrosio y Massara, 1984; Havu-Nuutinen, 2005; Hsin y Wu, 2011), o tener en cuenta el material del que está hecho (Kallery, 2015). Aunque el concepto de densidad resulta complicado para el alumnado en los niveles educativos de infantil (Andersson y Gullberg, 2014), incluso según autores como Piaget (1930) no se desarrolla hasta los 8-9 años, existen investigaciones en las que se muestra cómo la participación en actividades de experimentación sobre flotabilidad hace que emerjan ciertas nociones sobre este (Canedo et al., 2010; Larsson, 2016).

Es preciso, por tanto, aprovechar situaciones cotidianas vinculadas al fenómeno de la flotabilidad en los primeros niveles educativos e iniciar a los escolares en su conceptualización. Se debe tener en cuenta el interés que generan en el aula de infantil las actividades que implican el uso del agua y la manipulación de diferentes objetos, igual que sucede con otras sobre luz, imanes, aire, etc., haciéndolo un contenido adecuado para abordar en este ciclo (Hadzigeorgiou, 2002).

El rol de los maestros en la planificación e implementación de este tipo de actividades es fundamental, por lo que la investigación también ha puesto el foco de análisis en sus capacidades y necesidades formativas para afrontar este tipo de enseñanza (Andersson y Gullberg, 2014; Gropen, Kook, Hoisington y Clark-Chiarelli, 2017). La metodología del aula es, asimismo, un elemento esencial, sin

embargo, como se verá en el siguiente apartado, la investigación sobre estrategias para que los alumnos comprendan el fenómeno de la flotabilidad es escasa (Hsin y Wu, 2011).

La guía en la enseñanza de las ciencias en infantil

El currículum de Educación Infantil (MECD, 2006) apuesta por una enseñanza de las ciencias activa, participativa, en la que los escolares comiencen a entender su entorno próximo y desarrollen, de manera paralela, actitudes positivas hacia el aprendizaje. Siguiendo las directrices del currículum, así como otras orientaciones que se aportan desde el ámbito de la didáctica de las ciencias experimentales (COSCE, 2011), han de emplearse enfoques basados en la experimentación, que permitan a los niños interactuar con los fenómenos que suceden a su alrededor (Cruz-Guzmán et al., 2017). Las actividades manipulativas que se plantean en las aulas de infantil (*hands-on*) deben servir, asimismo, para activar la mente del alumnado (*mind-on*): han de hacerles pensar, plantearse nuevos interrogantes, es decir, han de fomentar el desarrollo de un pensamiento crítico (Gómez-Motilla y Ruiz-Gallardo, 2016).

En general, existe un amplio consenso sobre la relevancia de emplear en las aulas de infantil enfoques de aprendizaje centrados en el alumno y basados en la indagación, en los que se promueven procesos como la observación, la formulación de preguntas, la experimentación, etc. (COSCE, 2011). Frente a aproximaciones basadas únicamente en la exploración y el descubrimiento, la evidencia científica se posiciona a favor de un aprendizaje más guiado (Kirschner, Sweller y Clark, 2006; Sweller, 2016). Las investigaciones con alumnos de infantil, algunas de ellas específicamente centradas en el fenómeno de la flotabilidad (Bulunuz, 2013; Hsin y Wu, 2011), encuentran que la mera experimentación por parte de los niños en actividades de ciencias no hace por sí sola que comprendan conceptos científicos, sino que la interacción con el adulto/maestro y la estructuración de las actividades son necesarias para que se produzcan los aprendizajes (Nayfeld, Brenneman y Gelman, 2011).

El trabajo de Hong y Diamond (2012) estudia el grado de participación del maestro necesario para que los escolares de 4 y 5 años aprendan contenidos de ciencias, concretamente el concepto de flotabilidad. Estos autores contrastan un enfoque de corte más constructivista, la enseñanza receptiva (ER) –en el que el profesor utiliza estrategias como imitar o repetir lo que dicen los niños, jugar con ellos en paralelo, describir las acciones que van realizando y dejarlos experimentar por ellos mismos–, con otro al que se le añade la instrucción explícita (ERIE: enseñanza receptiva más instrucción explícita), es decir, el profesor, además de lo anterior, explica conceptos y vocabulario nuevos, realiza preguntas abiertas y cerradas y dirige los experimentos. Los resultados reflejan que a través de ambos enfoques se aprenden conceptos y vocabulario de ciencias, sin embargo, aquellos que participan en la ERIE adquieren más conceptos y vocabulario, así como más habilidades de resolución de problemas que los del grupo ER. Colgrove (2012) replica la investigación anterior, sin embargo, no encuentra diferencias en el aprendizaje de conceptos y vocabulario científico entre los grupos ER y ERIE.

Bulunuz (2013) también lleva a cabo una intervención con niños de 5 y 6 años, comparando la influencia de dos metodologías en la comprensión de ocho conceptos científicos, uno de ellos el de flotabilidad. Los participantes que exploraron los conceptos científicos a través del juego y la guía del maestro aprendieron más que aquellos a los que se les enseñó únicamente mediante la instrucción directa, es decir, empleando narraciones, la fórmula pregunta-respuesta o las demostraciones.

OBJETIVOS

Es posible que el alumnado de infantil profundice en el conocimiento científico del fenómeno de la flotabilidad mediante la participación en actividades apoyadas en la observación, manipulación y experimentación. De acuerdo con ello, y considerando la escasez de investigaciones empíricas sobre el tema de la flotabilidad en el ámbito hispanohablante, los objetivos de este trabajo son:

Identificar las ideas que los niños de 4 y 5 años tienen sobre la flotabilidad.

Comparar los resultados que genera en su aprendizaje la aplicación de dos enfoques metodológicos que difieren en función del rol del docente: enseñanza receptiva (ER) y enseñanza receptiva más una instrucción explícita (ERIE).

METODOLOGÍA

Diseño

Se trata de un estudio cuasi experimental con diseño pretest y con dos grupos de sujetos, uno en el que se realizará la intervención con enfoque ER y otro con ERIE (Cubo et al., 2011).

Muestra

El estudio se ha realizado en un colegio privado de la ciudad de Albacete, y han participado 59 alumnos (29 niñas) de cuatro aulas de los dos últimos cursos del 2.º ciclo de Educación Infantil: dos de 4 años y dos de 5 años. En cada curso se asignó aleatoriamente un grupo a la condición ER y otro a la ERIE (ER4: 14; ERIE4: 15; ER5: 16; ERIE5: 14). Un alumno del grupo ERIE de 4 años no participó en el postest. La muestra tiene un carácter no probabilístico de conveniencia.

Recogida de datos

La recogida de datos, tanto en el pretest como en el postest, se llevó a cabo mediante una entrevista individualizada que consta de una pregunta abierta en la que se pide a los participantes describir qué significa flotar, o que algo flota, y cuatro situaciones relacionadas con la flotabilidad. Estas implican la interacción con una serie de objetos comunes de diferentes materiales (corcho, plástico, cristal, algodón), tamaños y pesos, y se describen a continuación:

- Situación 1. Tenemos estos dos botes (mismo tamaño/diferente peso –uno vacío, otro con agua–); si los pongo en el agua solo uno flotará. ¿Cuál de los dos piensas que va a flotar? ¿Por qué?
- Situación 2. Tenemos estas dos bolas (mismo tamaño/diferente peso –una de corcho, otra de cristal–); si las pongo en el agua solo una de ellas se hundirá. ¿Cuál crees que se va a hundir? ¿Por qué?
- Situación 3. Cada una de estas tres bolas (de plástico transparente/iguales) está llena de un material diferente: corcho, algodón y piedras. ¿Cuál/es crees que va/n a hundirse al ponerlas en el agua? ¿Por qué? ¿Cuál/es crees que va/n a flotar? ¿Por qué?
- Situación 4. Tenemos estos dos trozos de corcho (misma forma/diferente tamaño - grande y pequeño). ¿Qué pasará si los ponemos en el agua?

Una vez enunciado el planteamiento, el participante puede manipular los objetos antes de formular una respuesta (predicción) sobre cuál flotará o se hundirá. Se dispone de un contenedor de agua para que pueda comprobar sus respuestas. Las preguntas se han extraído de una investigación más extensa realizada por Hong y Diamond (2012): la pregunta abierta y las cuestiones 1 y 2 son iguales (en la 2 únicamente se cambia el objeto), mientras que las otras son una adaptación atendiendo a los criterios empleados por los autores.

Cada una de las entrevistas tuvo una duración aproximada de 10 minutos, y las realizó la persona que estaba llevando a cabo sus prácticas formativas en el centro educativo, lo que favoreció que los niños se sintieran cómodos durante todo el proceso. Durante la entrevista, la investigadora recogió las respuestas de los participantes y sus justificaciones en una hoja de registro individual, digitalizándolas posteriormente para su análisis.

Procedimiento

Una vez finalizada la recogida de datos inicial (pretest) tiene lugar la intervención: en cada aula se distribuyó a los escolares en grupos de 3-4 miembros. Cada grupo participó individualmente en una actividad con la misma investigadora encargada de realizar los pre/postests, con una duración aproximada de 30 minutos para los dos tipos de intervención (ER y ERIE). Se trabajó con un número reducido de alumnos para facilitar su participación e implicación en las actividades y favorecer las interacciones con la investigadora y entre los miembros del grupo.

Para la intervención se empleó un contenedor con agua y una serie de objetos cotidianos, diferentes a los utilizados en las entrevistas, aunque de los mismos materiales (pinzas, clips, pelotas, botes, etc.). Se presentaron objetos de igual tamaño y diferente material, tratando que se apreciase una diferencia de peso, otros de diferente tamaño e igual material, etc. El esquema resumido de la intervención se muestra en la tabla 1. En las aulas ER, esta se inicia con un tiempo de exploración libre de los objetos. El rol de la investigadora consiste en interactuar con los escolares repitiendo y narrando lo que ellos hacen. Aunque utiliza el vocabulario relacionado con el concepto estudiado, que se determinó previamente (ver tabla 1), no se lo explica directamente. Tampoco dirige su juego, sino que juega en paralelo con el grupo. Finalmente, les pide que vayan introduciendo los objetos en el agua.

En las aulas con metodología ERIE, la investigadora comienza con una serie de preguntas: «¿Habéis jugado en la bañera/piscina con juguetes u otros objetos?, ¿qué les ocurre?». Tras ello, muestra diferentes objetos describiéndolos según el material, tamaño, peso y forma, empleando para ello el vocabulario específico, y los niños los manipulan durante unos minutos. Después, cada uno coge un objeto, lo describe y predice si flotará o se hundirá. Finalmente, se construye de forma conjunta una tabla clasificando los objetos en función de su capacidad de flotar, y se comentan las similitudes y diferencias entre unos y otros.

Tabla 1.
Descripción de la intervención según el enfoque metodológico empleado

	<i>ER</i>	<i>ERIE</i>
Procedimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Exploración libre de objetos (10-15 minutos). - Repetir lo que los escolares hacen y dicen de los objetos. - Narrar lo que los escolares hacen y lo que pasa utilizando el vocabulario seleccionado. - Cada niño prueba a meter un objeto en el agua. 	<ul style="list-style-type: none"> - Introducción del tema mediante la pregunta: «¿alguna vez has jugado con objetos en la bañera o piscina?». - Se describe cada uno de los materiales y sus características y mientras los escolares van explorando. - Planteamiento de la actividad a los escolares (comprobar qué objetos flotan y cuales se hunden y clasificación). - Predicción-comprobación: cada niño lo hace con un objeto y justifica su razonamiento. - Clasificación de los objetos que se hunden y los que flotan.
Vocabulario empleado	Pesado, ligero, grande, pequeño, igual, diferente, madera, corcho, plástico, cristal, tamaño, flotar, hundirse.	Pesado, ligero, grande, pequeño, igual, diferente, madera, corcho, plástico, cristal, tamaño, flotar, hundirse.

En cada una de las aulas el procedimiento se realizó durante tres días seguidos (pretest-intervención-postest). Todas las recogidas de datos y las intervenciones se completaron en dos semanas.

Análisis de datos

El análisis de los resultados de la pregunta abierta (descripción de qué significa *flotar*) sirve para identificar las ideas de los escolares sobre el fenómeno de la flotabilidad. Para ello, se realizó una categorización de la información obtenida en el pretest, buscando patrones en las respuestas de los participantes, utilizando, por tanto, un enfoque inductivo (Bryman, 2016). En este proceso también se tuvieron en cuenta las categorías empleadas en otras investigaciones previas. Las categorías establecidas son *definición*: para descripciones aproximadas al término *flotar* («Que se queda arriba del agua»); *acción de flotar*: se emplea solo el mismo término para definir («Que flota algo»); *acción contraria* (hundirse): se emplea el término opuesto («Que no se hunde»); *ejemplo*: cuando la descripción se basa en un ejemplo («Con los manguitos flotamos»); *no definición*: en caso de manifestar no saber describir el fenómeno («No sé»), y finalmente *otras*: que incluye respuestas incoherentes o no relacionadas con la cuestión («Que nos lavamos»). Además, se identifican, sobre el total de definiciones, aquellas que incluyen propiedades de los objetos: tamaño, material, peso, etc. La categorización planteada sirve de base para el análisis de la información del postest. Los resultados de las cuatro situaciones propuestas, sobre las que se evalúa su resolución correcta o incorrecta (C, I), complementan los datos obtenidos. Además de la descripción cuantitativa de estos resultados, se lleva a cabo un análisis cualitativo de las justificaciones dadas por los alumnos, lo que permite profundizar en sus ideas sobre la cuestión planteada.

Para conocer la influencia de la metodología se realiza un contraste entre las variables resolución (C, I) y grupo de intervención (ER y ERIE). Por su carácter dicotómico, se realiza mediante tablas de contingencia y la prueba *chi-cuadrado* (χ^2). Para estimar la significación práctica de la asociación de las dos variables se ha empleado el estadístico Phi, que puede adoptar valores entre -1 y 1 y su interpretación es similar al coeficiente de correlación de Pearson: 0,1, asociación baja; 0,3, media y 0,5, alta (Cárdenas y Arancibia, 2014).

RESULTADOS

Los dos primeros subapartados de resultados describen la información recogida antes de la intervención, que incluye las ideas que tienen los escolares de 4 y 5 años sobre el fenómeno de la flotabilidad (tabla 2) y el modo en que resuelven las cuatro situaciones planteadas (tabla 3). En los siguientes subapartados se recogen los resultados postintervención, categorizando de nuevo las ideas sobre flotabilidad (datos también incluidos en la tabla 2) y analizando la influencia de la metodología en la intervención, para lo que se hace una comparación entre grupos ER y ERIE (tabla 4) que se detalla, finalmente, por grupos de edad (tablas 5 y 6).

Análisis exploratorio: ideas previas sobre el concepto de flotabilidad

En la tabla 2 se recoge la categorización asignada a las respuestas de los participantes y los porcentajes para cada una de ellas. En la preintervención, la mayoría de las escolares de las dos aulas de 4 años no es capaz de describir qué significa el término *flotar* (58,62 %). Los que sí tratan de definirlo emplean mayoritariamente el propio concepto (20,69 %), con respuestas como «Que flota algo» o «Cuando metes algo y después flota», frente a un 6,9 % (dos escolares) que tienen en cuenta la acción de hundirse: «Que algo flota y no se hunde» y «Que se hunde». También un 6,9 % utiliza un ejemplo para argumentar su respuesta: «Como un avión que flota porque puede volar» y «Un plato». Ningún niño hace referencia a cualquiera de las propiedades de los objetos como tamaño, material, peso, etc.

Tabla 2.
Definición de flotabilidad pre/postintervención. Resultados por grupo de edad

Categorías	4 años			5 años		
	Pre n = 29	Post-ER n = 14	Post-ERIE n = 14	Pre n = 30	Post-ER n = 16	Post-ERIE n = 14
Definición	0	7,14	14,29	20	37,5	85,71
Acción de flotar	20,69	28,57	21,43	6,67	12,5	7,14
Acción contraria (hundirse)	6,9	28,57	21,43	16,67	25	0
Ejemplo	6,9	0	14,29	23,33	6,25	0
No definición	58,62	14,29	14,29	26,67	6,25	0
Otras	6,9	21,43	14,29	6,67	12,5	7,14
Mencionan propiedades ¹ (tamaño, material, peso, etc.)	0	28,57	14,29	6,67	18,75	21,43

¹ Calculado sobre el total de respuestas

En las aulas de 5 años, un 26,67 % no sabe definir el concepto y únicamente dos participantes (6,67 %) lo describen utilizando el mismo término: «Que algo flota por el agua». El 16,67 % hace referencia a la acción de hundirse, por ejemplo, «Que flotas y no te hundes». Hay seis escolares (20 %) que dan una definición, como «Que algo no se pone en el fondo del agua, no se posa» o «Que está encima del agua», entre otras. Los ejemplos que algunos utilizan para sus descripciones (23,33 %) son flotador, manguitos o nadar (cinco escolares), pato de juguete (un escolar) y barco (un escolar). Del total de definiciones, solo dos hacen referencia a características de los objetos (6,67 %), una a la forma, «Que es algo que está en el agua y por la parte curvada es la que flota, la parte plana se hunde», y otra al peso, «Que algo cuando se mete no se hunde. No se hunde lo que no pesa».

Resolución de situaciones planteadas sobre flotabilidad

Los resultados de las cuatro situaciones planteadas durante la preintervención se resumen en la tabla 3. El 48,28 % de los participantes de 4 años y el 56,67 % de los de 5 años resuelven correctamente la situación 1. Los primeros argumentan, mayoritariamente, que el bote no tiene agua o está vacío, por eso flota. Solo un alumno de 4 años hace referencia al peso: «Porque pesa poco». En el aula de 5 años, sin embargo, 8 de los 17 que responden correctamente justifican su respuesta en que el bote con agua tiene más peso y por eso es el que se hundirá, por ejemplo, «Porque este está lleno de agua y tiene más peso».

Todos los escolares de 4 años que creen erróneamente que el bote con agua es el que flotará, excepto uno, lo justifican refiriéndose a su contenido: «Porque tiene agua». El único que difiere no argumenta su respuesta, flota el que está lleno «porque sí». Los de 5 años que erran, en general, también hacen referencia mayoritariamente al hecho de que tener agua hará flotar el recipiente (9 de 13); el resto da respuestas contradictorias, aunque hay un alumno que relaciona su actividad con otra situación personal que le genera el error, «Porque un día en la bañera ponía unos cacharros con agua y flotaban».

Tabla 3.
Resolución correcta de las situaciones sobre flotabilidad pre/postintervención (%)

	4 años (n = 29 / 28)		5 años (n = 30)		Total (n = 59)	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
Situación 1	48,28	71,43	56,67	83,33	52,54	77,59
Situación 2	51,72	92,86	70,00	96,67	61,02	94,83
Situación 3	6,90	17,86	40,00	66,67	23,73	43,1
Situación 4	20,69	78,57	26,67	93,33	23,73	86,21

En la situación 2, algo más de la mitad de los escolares de 4 años (51,72 %) identifica correctamente que una canica es la bola que no flotará, y el 46,67 % de ellos alega que su peso es la causa principal. Hay cuatro que explican el hundimiento de la canica por contener agua dentro: «Porque tiene agua» o «Porque lleva agua por dentro». Los de 5 años resuelven mejor la actividad (70 %), y casi todos la justifican en base a su peso (16 de 21). El resto menciona el material del que cree que está hecha la bola que se hunde: «Porque es de metal» o «Porque es de cristal», o compara con la otra: «Porque la otra no se va a hundir».

Los participantes de 4 años que erran, y por tanto creen que se hundirá la bola de corcho, describen el material de la bola: «Porque es blandito» o «Es muy floja», aunque la mayoría cree que «Porque es de plástico» (cuatro escolares). La mayoría de las respuestas erróneas en el aula de 5 años son contradictorias, creen que se hundirá la de corcho, pero argumentan, por ejemplo: «Porque esta [canica] tiene más peso y esta no pesa». Es curioso que dos alumnos creen que la canica, por ser más dura, es la que flotará: «Es blanda [corcho] y esta es dura [canica] entonces esta se va a quedar».

Solo dos participantes de 4 años resuelven bien las dos preguntas de la tercera situación (6,9 %). Hay ocho que señalan que una bola se hundirá y otra flotará, pero no mencionan la tercera, normalmente el corcho. Todos los escolares de 5 años que resuelven correctamente la cuestión (40 %) mencionan el peso como determinante de que la bola con piedras se hunda. En este caso, de los que fallan, seis también lo hacen parcialmente, es decir, solo ofrecen una respuesta para dos de las tres bolas.

Por último, en la situación 4, únicamente el 20,69 % de los alumnos más pequeños identifica que los dos trozos de corcho flotan independientemente de su tamaño. Del resto, seis manifiestan no saber la respuesta; 13 creen que ambos se van a hundir o romper; dos piensan que se hundirá el más grande y no el pequeño, mientras que otros dos opinan lo contrario: «El pequeño no flota y el grande sí». Solo un porcentaje ligeramente superior del grupo de 5 años resuelve bien la actividad (26,67 %). Cinco escolares que erran consideran que ese tipo de material se romperá, deshará o derretirá. La influencia del tamaño también afecta del mismo modo que con los alumnos de 4 años: tres creen que se hunde el grande y otros tres el pequeño. El resto opina mayoritariamente que se hundirán los dos.

Solo dos escolares, un niño y una niña, ambos de 5 años, resuelven correctamente las cuatro actividades propuestas (3,4 %). Aunque los miembros del grupo de 5 años resuelven todas las situaciones planteadas mejor que los de 4 años, estas diferencias solo son estadísticamente significativas en la tercera situación ($\chi^2 = 8,928$, $p = ,003$).

Descripción del fenómeno de la flotabilidad postintervención

Como se refleja en la tabla 2, tras participar en la intervención, independientemente de la metodología empleada, más escolares son capaces de definir el fenómeno de la flotabilidad, aunque el cambio es

más marcado en el grupo de 5 años. En esta edad, es relevante que un 85,71 % de los participantes del grupo ERIE (12 de los 14) da una definición que puede considerarse adecuada (categoría *definición*), como: «Que se queda en la superficie del agua» o «Cuando se mantiene en la superficie del agua»; de los dos restantes, uno utiliza el término *flotar* (7,14 %) y otro da una respuesta incoherente (7,14 %). En el grupo ER, un 37,5 % de las respuestas se categorizan como definición, y la cuarta parte de los participantes se apoya en el término «hundirse» para describir el fenómeno de la flotabilidad.

El porcentaje de escolares de 4 años que no era capaz de describir el fenómeno de la flotabilidad se reduce considerablemente tras la intervención, pasando de un 58,62 % a un 14,29 % tanto en el grupo ER como en el ERIE. En esta edad, y en ambas condiciones, se utiliza más el término *hundirse* para explicar la flotabilidad tras la intervención (28,57 % grupo ER y 21,43 % ERIE). También se incrementan en el grupo de 4 años las definiciones que se apoyan en alguna característica de los objetos, normalmente el peso, que ningún alumno de esta edad mencionó en el pretest. Es llamativo que en el grupo ER de 4 años aumentan las definiciones mal formuladas (categoría *otras*) (21,43 %), por ejemplo, «Cuando las cosas suben y bajan». En la tabla 2 se puede ver un resumen y la evolución prepost.

Influencia de la metodología en el aprendizaje

Comparación grupos ER y ERIE

Con la información obtenida en el pretest se comprueba, mediante la prueba *Chi-cuadrado*, la homogeneidad de los grupos comparando los resultados en cada una de las situaciones (tabla 4). No hay diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los casos al inicio de la experiencia, por lo que los grupos son comparables. Al contrastar los resultados tras la intervención, aparecen diferencias estadísticamente significativas en la situación 3, en favor del grupo ERIE (60.71 % vs. 26.67 %), con un tamaño de efecto medio ($\Phi = ,34$).

Después de participar en la intervención, 22 escolares son capaces de resolver las cuatro actividades planteadas, y la mayoría pertenece a los grupos de la condición experimental ERIE, es decir, aquella en la que se ha empleado una enseñanza más dirigida. Así, al contrastar los dos grupos (ER y ERIE), el estadístico *chi-cuadrado* muestra que el tipo de intervención está relacionado con la capacidad de solucionar todos los planteamientos propuestos ($\chi^2 = 5.083, p = ,024$), con una intensidad próxima al nivel medio ($\Phi = ,29$).

Tabla 4.
Relación de la variable metodología (ER y ERIE)
y la resolución de las situaciones sobre flotabilidad (N = 59)

	Preintervención				Phi	Postintervención				
	Respuestas correctas %		Contraste			Respuestas correctas %		Contraste		
S ¹	ER n = 30	ERIE n = 29	χ^2	p		ER n = 30	ERIE n = 28	χ^2	p	Phi
1	46,67	58,62	,845	,358	,12	73,33	82,14	,646	,421	,11
2	60	62,07	,027	,871	,02	96,67	92,86	,429	,513	-,09
3	20	27,59	,469	,493	,09	26,67	60,71	6,846	,009	,34
4	23,33	24,14	,005	,942	,01	80	92,86	2,013	,156	,19
TC ²	3,33	3,45	,001	,981	,003	23,33	53,57	5,083	,024	,29

¹S: situación / ²TC: todo correcto

Influencia de la metodología por grupo de edad.

La información para los dos grupos de edad se recoge en las tablas 5 y 6. Tanto en 4 como en 5 años, los grupos ER y ERIE son homogéneos en la preintervención y por ende comparables. Las dos condiciones experimentales en ambos grupos de edad mejoran en la resolución de las situaciones planteadas. De nuevo se constata que la metodología en la que la guía del maestro tiene más peso (ERIE) está relacionada con que la mejora sea significativa en la tercera situación, para ambos grupos de edad. El tamaño del efecto está muy cercano a ser alto en el grupo de 4 años ($\Phi = ,47$) (tabla 5) y es medio en el caso de 5 años ($\Phi = ,38$) (tabla 6).

Tabla 5.
Relación de la variable metodología (ER y ERIE)
y la resolución de las situaciones sobre flotabilidad en 4 años ($n = 29/28$)

	Preintervención					Postintervención				
	Respuestas correctas %		Contraste		Phi	Respuestas correctas %		Contraste		
S ¹	ER $n = 14$	ERIE $n = 15$	χ^2	p		ER $n = 14$	ERIE $n = 14$	χ^2	p	Phi
1	42,86	53,33	,318	,573	,11	71,43	71,43	,000	1,000	,00
2	57,14	46,67	,318	,573	-,11	92,86	92,86	,000	1,000	,00
3	7,14	6,67	,003	,960	-,01	0	35,71	6,087	,014	,47
4	28,57	13,33	1,025	,311	-,19	71,43	85,71	,848	,357	,17
TC ²	0	0	-	-	-	0	28,57	4,331	,037	,39

¹S: situación / ²TC: todo correcto

Solo cuatro participantes de 4 años han resuelto correctamente todas las actividades propuestas (28,57 %), y todos ellos pertenecen al grupo que sigue la metodología ERIE, por lo que se encuentran diferencias estadísticamente significativas con el grupo ER (tabla 5). De los 18 escolares de 5 años que completan las cuatro actividades adecuadamente, 11 pertenecen al grupo ERIE (78,57 %); aunque la diferencia entre ambos grupos no es estadísticamente significativa ($p = ,052$), su significatividad práctica es media ($\Phi = ,36$) (tabla 6).

Tabla 6.
Relación de la variable metodología (ER y ERIE)
y la resolución de las situaciones sobre flotabilidad en 5 años ($n = 30$)

	Preintervención					Postintervención				
	Respuestas correctas %		Contraste		Phi	Respuestas correctas %		Contraste		
S ¹	ER $n = 16$	ERIE $n = 14$	χ^2	p		ER $n=16$	ERIE $n=14$	χ^2	p	Phi
1	50	64,29	,621	,431	,14	75	92,86	1,714	,190	,24
2	62,5	78,57	,918	,338	,18	100	92,86	1,182	,277	-,20
3	31,25	50	1,094	,296	,19	50	85,71	4,286	,038	,38
4	18,75	35,71	1,099	,295	,19	87,5	100	1,875	,171	,25
TC ²	6,25	7,14	,010	,922	,02	43,75	78,57	3,772	,052	,36

¹S: situación / ²TC: todo correcto

DISCUSIÓN, LIMITACIONES E IMPLICACIONES DOCENTES

La flotabilidad es un fenómeno difícil de conceptualizar para los escolares de 4 años, sin embargo, esta dificultad disminuye con la edad, ya que la mayoría de los niños de 5 años se sienten capaces de describirlo, algunos dando una definición que puede considerarse adecuada y el resto apoyándose en ejemplos o utilizando en la definición la misma acción o su contraria. Estas dificultades, que también se encuentran en los trabajos de Hong y Diamond (2012) y Colgrove (2012), pueden justificarse debido a la escasa capacidad de reflexión que sobre la propia acción tienen los niños en este periodo evolutivo (Gutiérrez, 2010), más patente en el caso de los más pequeños. De ello se desprende la necesidad, no solo de experimentar, sino también de reflexionar para tener un conocimiento correcto sobre fenómenos habituales de la vida cotidiana (Barral, 1990).

En torno a la mitad de los escolares de 4 y 5 años es capaz de resolver situaciones sencillas en las que intervienen dos objetos similares, mencionando, mayoritariamente, la característica peso como el factor determinante de que un objeto flote o se hunda, como ya señalan investigaciones previas (Tang et al., 2017; Tenenbaum et al., 2004), y dejando aparte otros aspectos importantes como el material. También se observa que muestran más dificultades cuando se comparan objetos del mismo material con distinto tamaño. Ello podría ser consecuencia de la forma de pensamiento que caracteriza a los niños en la etapa preoperacional: su falta de flexibilidad les hace centrarse en una única característica de un fenómeno o situación, la que más les llama la atención, obviando el resto (Berger, 2007). En general, las respuestas, sobre todo en el grupo de 4 años, reflejan ideas erróneas o contradictorias, lo que corrobora los resultados de otros investigadores en esta edad (Canedo et al., 2010; Havu-Nuutinen, 2005; Hsin y Wu, 2011).

La particular dificultad que genera la actividad con tres opciones, especialmente en los escolares más pequeños, puede guardar relación no solo con las carencias con respecto al conocimiento del fenómeno de la flotabilidad, sino también con la falta de otras habilidades para la resolución de problemas que les permitan, por ejemplo, organizar la información que reciben y ofrecer la respuesta que se les solicita. Es necesario trabajar la resolución de problemas en educación infantil «haciendo, manipulando, simulando, discutiendo, compartiendo, imaginando, observando, visualizando, etc.» (Alsina, 2014, p. 8). La capacidad de abordar este tipo de actividad mejora con la edad, así, la evolución del pensamiento del niño de 5 años, más próximo ya a la etapa de operaciones concretas, podría ser la justificación de este hecho (Berger, 2007; Gutiérrez, 2010). Además, también es posible que los alumnos mayores hayan tenido más experiencias relacionadas con la flotabilidad, hecho que les permitiría razonar de forma más adecuada (Harlen, 2003).

La participación en actividades llevadas a cabo mediante una enseñanza receptiva en la que el niño observa, manipula y experimenta con materiales de diferentes características facilita la descripción cualitativa del fenómeno de la flotabilidad, sobre todo cuando la instrucción del maestro tiene más peso en el proceso. Esta mejora también se produce en las investigaciones de Canedo et al. (2010) y Dentici et al. (1984), tras la participación de los escolares en actividades de experimentación. Butts, Hofman y Anderson (1993) añaden que las «conversaciones instruccionales» durante las actividades son necesarias para cambiar las concepciones que los alumnos de infantil tienen sobre la flotabilidad. Los resultados obtenidos también coinciden con el trabajo realizado por Hong y Diamond (2012), en el que se inspira esta investigación, cuyos autores midieron el aprendizaje de conceptos de ciencias y la adquisición de vocabulario. Utilizar un lenguaje científico adecuado durante las actividades de experimentación facilita que el niño perfeccione su vocabulario y que poco a poco lo vaya asociando a fenómenos específicos (Brown, 1991).

En general, la participación en la intervención, independientemente del nivel de guía o instrucción del maestro, mejora la capacidad de los escolares de resolver las diferentes situaciones sobre flotabilidad,

como muestran también otras investigaciones previas (Canedo et al., 2010; Hsin y Wu, 2011; Koliopoulos et al., 2004). Sin embargo, el nivel de intervención del maestro influye en el aprendizaje y en la capacidad de resolver todos los planteamientos propuestos, particularmente cuando la actividad se complica (aquella con tres objetos), en favor de la metodología ERIE (mayor intervención), como también sucede en la investigación de Hong y Diamond (2012). La relevancia de la guía del maestro en las actividades de ciencias en infantil se recoge en la literatura previa (Bulunuz, 2013; Havu-Nuutinen, 2005; Nayfeld et al., 2011).

Es destacable, en ambos tramos de edad, el efecto que la intervención ha tenido en el hecho de que los escolares comprendan que el tipo de material de un objeto es un elemento determinante en el fenómeno de la flotabilidad, lo que viene a apoyar los resultados de Kallery (2015). Permitirles experimentar con los objetos ha generado que no se fijen solo en características como el tamaño o peso, como recoge la literatura, sino que tengan en cuenta el tipo de material a la hora de resolver un problema sobre flotabilidad, algo que también observan Canedo et al. (2010) tras su intervención.

El tamaño de la muestra y la no aleatorización de los participantes constituyen una limitación del estudio y reducen la posibilidad de generalizar los resultados. También lo es la duración de la intervención, que junto a las recogidas de datos pre/post suponen tres sesiones de contacto e interacción con el material de la actividad.

Los resultados de esta investigación pueden ofrecer claves para la integración del fenómeno de la flotabilidad en la práctica docente de las aulas de infantil. De los datos obtenidos se desprende la importancia de ofrecer a los escolares oportunidades de experimentación con objetos y materiales de su entorno próximo, observando su comportamiento en el agua. Aunque el objetivo, teniendo en cuenta las características del pensamiento infantil, no ha de ser que los niños de 4-5 años aprendan o memoricen un concepto como la flotabilidad, la participación en actividades de experimentación y, sobre todo, la instrucción explícita del maestro parecen esenciales para que comiencen a desarrollar un conocimiento científico del fenómeno. Este tipo de actividades deberían extenderse y planificarse de manera estructurada a lo largo de los diferentes niveles educativos.

Aunque esta investigación se enmarca en un contexto donde la planificación didáctica de ciencias es muy limitada y se basa, principalmente, en el uso de fichas, puede servir de estímulo a los docentes de esta etapa para la realización de actividades similares. Esta experiencia forma parte de una línea de investigación que apuesta por la integración de una ciencia contextualizada en las aulas de infantil, para que los estudiantes más pequeños puedan relacionar las actividades del aula con situaciones de la vida cotidiana y comiencen a desarrollar una actitud positiva hacia esta disciplina. Es necesario implementar acciones más amplias y sostenibles en el tiempo, así como evaluaciones a largo plazo que permitan obtener resultados más concluyentes.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido parcialmente financiada por el Ministerio de Educación, Cultura y Deportes, a través del programa de formación de profesores universitarios FPU14/05751.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alsina, A. (2014). Procesos matemáticos en Educación Infantil: 50 ideas clave. *Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 86, 5-28.
- Andersson, K. y Gullberg, A. (2014). What is science in preschool and what do teachers have to know to empower children? *Cultural Studies of Science Education*, 9(2), 275-296.
<https://doi.org/10.1007/s11422-012-9439-6>

- Barral, F. M. (1990). ¿Cómo flotan los cuerpos que flotan? Concepciones de los estudiantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 8(3), 244-250.
- Berger, K. S. (2007). *Psicología del desarrollo: infancia y adolescencia*. Ed. Médica Panamericana.
- Brown, S. E. (1991). *Experimentos de Ciencias en educación infantil*. Narcea Ediciones.
- Bryman, A. (2016). *Social Research Methods*. Oxford University Press.
- Bulunuz, M. (2013). Teaching science through play in kindergarten : does integrated play and science instruction build understanding? *European Early Childhood Education Research Journal*, 21(2), 226-249.
<https://doi.org/10.1080/1350293X.2013.789195>
- Butts, D. P., Hofman, H. y Anderson, M. (1993). Is hands-on experience enough? A study of young children's views of sinking and floating objects. *Journal of Elementary Science Education*, 5(1), 50-64.
<https://doi.org/10.1007/BF03170644>
- Canedo, S. P., Castelló, J. y García, P. (2010). Enseñanza-aprendizaje de las ciencias en Educación infantil: la construcción de modelos científicos precursores. *Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 3(1), 29-45.
- Cárdenas, J. M. y Arancibia, H. (2014). Potencia estadística y cálculo del tamaño del efecto en G*Power: complementos a las pruebas de significación estadística y su aplicación en psicología. *Salud & Sociedad*, 5(2), 210-244.
<https://doi.org/10.22199/s07187475.2014.0002.00006>
- Christidou, V., Kazela, K., Kakana, D. y Valakosta, M. (2009). Teaching magnetic attraction to preschool children: a comparison of different approaches. *The International Journal of Learning*, 16(2), 115-128.
<https://doi.org/10.18848/1447-9494/CGP/v16i02/46130>
- Colgrove, A. (2012). *Approaches to teaching young children science concepts and vocabulary and scientific problem-solving skills and role of classroom environment* (tesis doctoral). Lincoln: University of Nebraska. <https://digitalcommons.unl.edu/cehsdiss/155>
- COSCE (2011). *Informe Enciende. Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas en España*. https://www.cosce.org/pdf/Informe_ENCIENDE.pdf
- Cruz-Guzmán, M., García-Carmona, A. y Criado, A. M. (2017). Aprendiendo sobre los cambios de estado en educación infantil mediante secuencias de pregunta-predicción-comprobación experimental. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(3), 175-193.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2336>
- Cubo, S., Martín, M. y Ramos, J. (2011). *Métodos de investigación y análisis de datos en ciencias sociales y de la salud*. Pirámide.
- Dentici, O. A., Grossi, M. G., Borghi, L., De Ambrosis, A. y Massara, C. I. (1984). Understanding floating: A study of children aged between six and eight years. *European Journal of Science Education*, 6(3), 235-243.
<https://doi.org/10.1080/0140528840060305>
- Early, D. M., Iruka, I. U., Ritchie, S., Barbarin, O. A., Winn, D. M. C., Crawford, G. M., Frome, P. M., Clifford, R. M., Burchinal, M., Howes, C., Bryant, D. M. y Pianta, R. C. (2010). How do pre-kindergarteners spend their time? Gender, ethnicity, and income as predictors of experiences in pre-kindergarten classrooms. *Early Childhood Research Quarterly*, 25(2), 177-193.
<https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2009.10.003>
- Erden, F. T. y Sönmez, S. (2011). Study of turkish preschool teachers' attitudes toward science teaching. *International Journal of Science Education*, 33(8), 1149-1168.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2010.511295>

- Eshach, H. y Fried, M. N. (2005). Should science be taught in early childhood? *Journal of Science Education and Technology*, 14(3), 315-336.
<https://doi.org/10.1007/s10956-005-7198-9>
- Garbett, D. (2003). Science education in early childhood teacher education: Putting forward a case to enhance student teachers' confidence and competence. *Research in Science Education*, 33(4), 467-481.
<https://doi.org/10.1023/B:RISE.0000005251.20085.62>
- Gómez-Motilla, C. y Ruiz-Gallardo, J. R. (2016). El rincón de la ciencia y la actitud hacia las ciencias en educación infantil. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(3), 643-666.
https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2016.v13.i3.10
- Greenfield, D. B., Jirout, J., Dominguez, X., Greenberg, A., Maier, M. y Fuccillo, J. (2009). Science in the preschool classroom: A programmatic research agenda to improve science readiness. *Early Education and Development*, 20(2), 238-264.
<https://doi.org/10.1080/10409280802595441>
- Gropen, J., Kook, J. F., Hoisington, C. y Clark-Chiarelli, N. (2017). Foundations of Science Literacy: Efficacy of a Preschool Professional Development Program in Science on Classroom Instruction, Teachers' Pedagogical Content Knowledge, and Children's Observations and Predictions. *Early Education and Development*, 28(5), 607-631.
<https://doi.org/10.1080/10409289.2017.1279527>
- Gutiérrez, F. (2010). El desarrollo intelectual durante la infancia. Las operaciones concretas. En J. A. García y J. Delval (Coords.), *Psicología del Desarrollo I* (pp. 237-264). UNED.
- Hadzigeorgiou, Y. (2002). A study of the development of the concept of mechanical stability in preschool children. *Research in Science Education*, 32(3), 373-391.
<https://doi.org/10.1023/A:1020801426075>
- Hadzigeorgiou, Y. (2015). Young children's ideas about physical science concepts. En K. C. Trundle y M. Saçkes (Eds.), *Research in Early Childhood Science Education* (pp. 67-98). Springer.
- Harlen, W. (2003). *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Morata.
- Havu-Nuutinen, S. (2005). Examining young children's conceptual change process in floating and sinking from a social constructivist perspective. *International Journal of Science Education*, 27(3), 259-279.
<https://doi.org/10.1080/0950069042000243736>
- Hong, S. Y. y Diamond, K. E. (2012). Two approaches to teaching young children science concepts, vocabulary, and scientific problem-solving skills. *Early Childhood Research Quarterly*, 27(2), 295-305.
<https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2011.09.006>
- Hsin, C. y Wu, H. (2011). Using Scaffolding Strategies to Promote Young Children's Scientific Understandings of Floating and Sinking. *Journal of Science Education and Technology*, 20, 656-666.
<https://doi.org/10.1007/s10956-011-9310-7>
- Impedovo, M. A., Delsérieys-Pedregosa, A., Jégou, C. y Ravanis, K. (2017). Shadow Formation at Preschool from a Socio-materiality Perspective. *Research in Science Education*, 47(3), 579-601.
<https://doi.org/10.1007/s11165-016-9518-x>
- Kallery, M. (2004). Early years teachers' late concerns and perceived needs in science: an exploratory study. *European Journal of Teacher Education*, 27(2), 147-165.
<https://doi.org/10.1080/026197604200023024>
- Kallery, M. (2015). Science in early years education: introducing floating and sinking as a property of matter. *International Journal of Early Years Education*, 23(1), 31-53.
<https://doi.org/10.1080/09669760.2014.999646>

- Kamii, C. y De Vries, R. (1993). *Physical knowledge in preschool education: Implications of Piaget's theory*. Teachers College Press.
- Kirschner, P. A., Sweller, J. y Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86.
https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1
- Koliopoulos, D., Tantaros, S. y Papandreou, M. (2004). Preschool Children's Ideas about Floating: A Qualitative Approach. *Journal of Science Education*, 5(1), 21-24.
- Larsson, J. (2016). Emergent science in preschool: The case of floating and sinking. *International Research in Early Childhood Education*, 7(3), 16-32.
- MECD (2006). Real Decreto 1630/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación Infantil. *BOE*, 4, 474-482.
- Morgan, P. L., Farkas, G., Hillemeier, M. M. y Maczuga, S. (2016). Science achievement gaps begin very early, persist, and are largely explained by modifiable factors. *Educational Researcher*, 45(1), 18-35.
<https://doi.org/10.3102/0013189X16633182>
- Nayfeld, I., Brenneman, K. y Gelman, R. (2011). Science in the Classroom: Finding a Balance Between Autonomous Exploration and Teacher-Led Instruction in Preschool Settings. *Early Education and Development*, 22(6), 970-988.
<https://doi.org/10.1080/10409289.2010.507496>
- Piaget, J. (1930). *The child's conception of physical reality*. Kegan Paul, Trench, Trubner.
- Piaget, J. (1970). Piaget's Theory. En P. H. Mussen (Ed.), *Manual of child psychology* (pp. 703-732). John Wiley & Sons.
- Saçkes, M., Trundle, K. C., Bell, R. L. y O'Connell, A. A. (2011). The influence of early science experience in kindergarten on children's immediate and later science achievement: Evidence from the early childhood longitudinal study. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(2), 217-235.
<https://doi.org/10.1002/tea.20395>
- Sweller, J. (2016). Working memory, long-term memory, and instructional design. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 5(4), 360-367. <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2015.12.002>
- Tang, W. T., Yaw, K. Y. y Woei, L. M. O. (2017). An investigation of Singapore preschool children's emerging concepts of floating and sinking. *Pedagogies: An International Journal*, 12(4), 325-339.
<https://doi.org/10.1080/1554480X.2017.1374186>
- Tenenbaum, H. R., Rappolt-Schlichtmann, G. y Zanger, V. V. (2004). Children's learning about water in a museum and in the classroom. *Early Childhood Research Quarterly*, 19(1), 40-58.
<https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2004.01.008>
- Trundle, K. C. (2015). The Inclusion of Science in Early Childhood Classrooms. En K. C. Trundle y M. Saçkes (Eds.), *Research in Early Childhood Science Education* (pp. 1-6). Springer.
- Tu, T. (2006). Preschool science environment: What is available in a preschool classroom? *Early Childhood Education Journal*, 33(4), 245-251.
<https://doi.org/10.1007/s10643-005-0049-8>
- Van Hook, S. J. y Huziak-Clark, T. L. (2007). Tip-to-tail: Developing a conceptual model of magnetism with kindergartners using inquiry-based instruction. *Journal of Elementary Science Education*, 19, 45-58.
<https://doi.org/10.1007/BF03173662>
- Van Meeteren, B. y Zan, B. (2010). Revealing the Work of Young Engineers in Early Childhood Education. *Early Childhood Research and Practice*, 12(2).
- Worth, K. (2010). Science in early childhood classrooms: Content and process. *Early Childhood Research and Practice. SEED (STEM in Early Education and Development) Conference*, 10, 1-118. Cedar Falls. <http://ecrp.uiuc.edu/beyond/seed/worth.html>

Floating under examination in early childhood education classrooms. Assessment of teacher guidance level

Esther Paños

Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Educación, Universidad de Castilla-La Mancha, Albacete (España). Grupo de investigación en Botánica, Etnobiología y Educación, Instituto Botánico de Castilla-La Mancha, Jardín Botánico, Albacete (España).

Esther.Panos@uclm.es

Paula Martínez Rodenas

Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Educación, Universidad de Castilla-La Mancha, Albacete (España).

Paula.Martinez15@alu.uclm.es

José Reyes Ruiz-Gallardo

Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Educación, Universidad de Castilla-La Mancha, Albacete (España). Grupo de investigación en Botánica, Etnobiología y Educación, Instituto Botánico de Castilla-La Mancha, Jardín Botánico, Albacete (España).

JoseReyes.Ruiz@uclm.es

Early childhood education classrooms are ideal settings for the beginning of the science teaching-learning process. Young students' curiosity can be satisfied by performing experimental activities that let them link their previous knowledge to scientific contents and processes. This study aims to:

Examine the understanding of the concept of floating in children aged 4 and 5.

Compare the learning generated by using two methodological approaches which differ in teacher guidance level: responsive teaching (RT) and responsive teaching plus explicit instruction (RTEI).

It is a quasi-experimental study with a pretest –intervention– posttest design. Participants were 59 students (29 girls) from a private school in Albacete (Spain) who attended four early childhood education classrooms in two levels: 4 and 5 years old (two classrooms for each). Two classrooms, one of each level, were assigned to an RT condition, and the other two to an RTEI condition. Students participated in a different intervention according to the methodological approaches defined. Both approaches (RT and RTEI) involved children manipulating and experimenting with floating and sinking using different objects, although RTEI added the explanation of the concepts and new vocabulary by the teacher, who directed the activities.

Data, both in the pre and post-intervention, were collected by using a questionnaire in an individual interview. Students were asked to describe the floating phenomenon and to solve four different situations involving floating/sinking objects.

Pretest results showed that children aged 4 found it difficult to conceptualize the term *floating*, however, this difficulty decreased with age since most students aged 5 were able to describe it, although some of them used and example, the same term (*float*) or the opposite (*sink*). Around half of the children were able to solve simple situations involving two similar objects, but they showed, in general, limitations and contradictory ideas about the phenomenon. The cognitive development level at this age makes them focus on a single characteristic of the situation or task, the one that most attracts their attention, while ignoring the others.

Students' participation in the intervention improved their ability to describe the phenomenon and to solve problem-situations about floating, especially when the teachers' guidance was predominant. The level of the teacher guidance influenced the children's learning especially when the situation they faced was more complicated. When differentiating by age, guidance influence was more pronounced in the youngest students.

The results of this research may offer clues on how to integrate the study of the floating phenomenon in the educational program for the early childhood level. Activities involving experimentation and, above all, explicit instruction from the teacher, seem essential for children to begin to develop a scientific knowledge of floating. These types of activities should be planned in a structured way at different educational levels.

This is an area of research which is committed to the integration of contextualized science activities in early childhood education classrooms, which children can relate to everyday life situations, hence fostering the development of positive attitudes towards science. It is necessary to implement broader and more sustainable actions over time, as well as long-term evaluations that allow us to obtain more conclusive results.

