



# Construyendo modelos precursores sobre la flotabilidad de objetos macizos a los seis años

## Constructing Precursor Models about Buoyancy of Solid Objects at Six Years of Age

Isabel García-Rodeja, Estefanía Vera Rodríguez Rouco

*Dpto. de Didácticas Aplicadas. Universidade de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela. A Coruña. España.*  
isabel.garcia-rodeja@usc.es, vera.rodriguezrouco@hotmail.com

María Lorenzo Flores

*CPI de Toural. Vilaboa. Pontevedra. España.*  
maria.lorenzo.flores@edu.xunta.es

Vanessa Sesto Varela

*IES A Pinguela. Monforte de Lemos. Lugo. España.*  
vanessa.sesto@edu.xunta.gal

**RESUMEN** • En este trabajo se describe cómo construyen modelos y explicaciones relacionadas con la flotabilidad de los objetos macizos 4 niños de 6 años durante una propuesta didáctica sobre la flotación. Para la recogida de datos, la intervención se grabó en audio. Los resultados muestran que, al inicio de la secuencia, algunos niños no son capaces de justificar sus predicciones sobre la flotabilidad de algunos objetos, mientras que otros utilizan diferentes criterios para cada objeto, como el tamaño, la dureza o el peso. Sin embargo, al finalizar la secuencia, los niños utilizan ideas de un modelo precursor sobre la flotación basado en el material del que están hechos los objetos.

**PALABRAS CLAVE:** Flotación; Predicción-observación-explicación; Modelos precursores; Primera infancia; Estudio de caso.

**ABSTRACT** • This paper describes how four six-year-old children construct precursor models and explanations related to the buoyancy of objects during a teaching sequence on this conceptual domain. For data collection the intervention was recorded on audio. The results show that, at the beginning of the teaching sequence, some children are not able to justify their predictions about the buoyancy of some objects, while other use different criteria for each object such as size, hardness, or weight. However, by the end of the teaching sequence, children exhibit a precursor model about flotation in which they incorporate the idea that buoyancy depends on the material the objects are made of.

**KEYWORDS:** Flotation; Prediction-observation-explanation; Precursor model; Early childhood; Case study.

Recepción: junio 2022 • Aceptación: noviembre 2022 • Publicación: junio 2023

## INTRODUCCIÓN

Diversos estudios señalan que las actividades de ciencias en las primeras etapas educativas dan la oportunidad de planificar, predecir o hacer inferencias, lo que favorece el desarrollo cognitivo y permite un progreso importante en el lenguaje (French, 2004; Gelman y Brenneman, 2004). Para aprovechar estas potencialidades de una educación científica temprana, se deben plantear actividades en las que se aproveche la curiosidad innata de los niños, sus ganas de saber, su entusiasmo y su capacidad de concentración cuando se enfrentan a nuevos retos (Eshach y Fried, 2005).

Hoy en día sabemos que desde edades tempranas los niños y las niñas construyen sus propios modelos mentales acerca del mundo que les rodea, y revisan estos modelos a medida que acceden a nueva información (Kuhn y Pease, 2006). El constructo de modelo mental hace referencia a una representación mental creada por los sujetos a partir de sus predisposiciones innatas y de sus experiencias previas con el fin de predecir, describir o explicar hechos o fenómenos (Greca y Moreira, 2000). Por otro lado, el concepto de modelo precursor es un enfoque fructífero para observar el progreso cognitivo de los niños. Los modelos precursores son aquellos que se generan en el contexto educativo y que se pueden construir bajo determinadas condiciones de enseñanza desde edades tempranas, y son un primer paso en la construcción de modelos más sofisticados (Ravanis, 2000). Son modelos compatibles con los modelos científicos, ya que están contruidos sobre la base de ciertos elementos incluidos en el modelo científico, pero tienen un rango limitado de aplicación (Canedo-Ibarra et al., 2010; Ravanis et al., 2004). Se trata de modelos que constituyen las bases para posteriores construcciones (Weil-Barais, 2022). El diseño de intervenciones bien planificadas, en las que se proporcionen datos empíricos adecuados, es crucial para que puedan desarrollar modelos precursores (Ravanis, 2000; Ravanis et al., 2004).

Son muchos los trabajos que dan cuenta de las explicaciones de los niños sobre la flotación. Piaget (1934) ya describió las explicaciones sobre la flotación de los barcos en niños de 4 a 12 años diferenciando cuatro etapas que resumimos a continuación. Los niños más pequeños y hasta los 5 años daban razones animistas y morales. En una segunda etapa (entre 5-6 años), los niños decían que los barcos flotaban por ser pesados. En una tercera etapa (6-8 años), por el contrario, referían que los barcos flotaban por ser ligeros; y era ya en una cuarta etapa (a partir de los 9 años) cuando hacían referencia a la ligereza de los objetos en relación con la ligereza del agua, comparando los mismos volúmenes, y señalaban, por ejemplo, que para saber si un objeto flota habría que comparar el peso del objeto con el peso del mismo volumen de agua. Explicaciones como las descritas por Piaget se han observado también en investigaciones posteriores (Butts et al., 1993; Ioannides y Kakana, 2001; Paños et al., 2022; Selley, 1993).

La flotación puede ser explicada atendiendo al equilibrio de fuerzas entre el peso del objeto y la fuerza de empuje, o atendiendo a la densidad del objeto en relación con la densidad del líquido. Para una primera aproximación a la flotación, son muchos los autores que apuestan por el segundo enfoque (Canedo-Ibarra et al., 2010; Hsin y Wu, 2011; Koliopoulos et al., 2004). Se ha señalado que la densidad es una propiedad cuya comprensión no está al alcance de las criaturas, ya que requiere la consideración simultánea de dos dimensiones, la masa y el volumen, en relaciones inversas (Lehrer et al., 2001; Palacio-Díaz y Criado, 2016; Smith et al., 1985; Shayer y Adey, 1984), y no es hasta los 9 años o más tarde cuando los niños conceptualizan la idea de densidad (Inhelder y Piaget, 1972; Shayer y Adey, 1984). Sin embargo, otros autores indican que los niños utilizan una concepción intuitiva de densidad y proponen utilizar el «tipo de material» como una primera aproximación a este concepto. Kohn (1993) y Smith et al. (1985) sugieren que el material del que están hechos los objetos puede usarse para explicar la flotabilidad, y es una propiedad que es más fácil de percibir directamente para los escolares. Otros investigadores (Hsin y Wu, 2011; Koliopoulos et al., 2004) también señalan que asociar la idea de «material» con los conceptos de densidad y flotación es un primer paso para explicar

la flotabilidad de los objetos. Evidentemente, el campo de aplicabilidad de esta idea se limita a los objetos macizos, es decir, objetos sólidos que no presentan huecos.

Algunos autores consideran que las actividades de indagación son uno de los enfoques más apropiados para aprender ciencias, ya que promueven la observación, el establecimiento de hipótesis y la comprobación de ideas a través de la experimentación (Cruz-Guzmán et al., 2017). Por otro lado, estudios desde la psicología cognitiva han mostrado que las actividades de indagación estimulan el desarrollo cerebral (Metz, 2004). Otros autores (Eshach y Fried, 2005) hacen referencia a la importancia de realizar actividades de ciencias en edades tempranas que den la oportunidad a los niños de construir referentes de los conceptos científicos al hacer observaciones, predicciones, realizar inferencias y poder discutir e intentar explicar e interpretar lo que sucede en las actividades. El aprendizaje por indagación se define como una actividad educativa en la que, ya sea de forma individual o en grupo, los estudiantes investigan un fenómeno, se hacen preguntas y sacan conclusiones. Al formular preguntas, interpretar datos y coordinar las evidencias con las teorías, los estudiantes desarrollan habilidades intelectuales que los capacita para construir nuevo conocimiento (Chan et al., 1997).

Cada vez hay un mayor reconocimiento de que la ciencia puede ser un dominio particularmente importante en la primera infancia, y que no solo sirve para construir una base para la comprensión científica futura, sino también para desarrollar habilidades importantes y actitudes positivas hacia el aprendizaje (Gelman y Brenneman, 2004). Sin embargo, son escasas las investigaciones referidas al aprendizaje y enseñanza en dominios específicos de ciencias en edades tempranas y se necesitan más estudios sobre los entornos particulares propios de dicha actividad que permitan describir las situaciones de aprendizaje y también los logros conceptuales de cada niño. Por ello resulta fundamental realizar trabajos donde se describan las intervenciones del alumnado y el docente en este tipo de actividades.

En este estudio se diseñó una secuencia de actividades con el objetivo de que los niños construyan un modelo precursor de la flotación basado en un concepto intuitivo de la densidad relacionado con el material del que están constituidos los objetos. Se seleccionó el tema de la flotación porque es un tema familiar para los niños, accesible a la experiencia, y las ideas que se abordan pueden construirse a través de actividades (Harlen, 1989). En la intervención se recurre a una estrategia POE (predicción-observación-explicación), en la que se anima a los niños a emitir predicciones sobre un fenómeno que luego tendrán la oportunidad de observar y contrastar experimentalmente (White y Gunstone, 1992).

En este trabajo se describen las formas en las que un grupo de niños discute, cuestiona y explica fenómenos científicos como una forma de indagar en la construcción de modelos precursores sobre determinados dominios, en concreto, sobre la flotación. El objetivo es describir cómo un grupo de niños de 6 años construyen modelos precursores sobre la flotación a través del análisis de los criterios que utilizan en sus explicaciones sobre por qué los objetos flotan o se hunden durante la implementación de una intervención didáctica. Partimos de la hipótesis de que los niños y las niñas en edades tempranas, en este caso niños de 6 años, a través de actividades estructuradas, son capaces de construir modelos precursores de la flotabilidad basados en el material del que están hechos los objetos.

## METODOLOGÍA

En este trabajo se adopta un enfoque metodológico de tipo cualitativo, en concreto, un estudio de casos (Yin, 2003). La investigación cualitativa pretende describir, conocer y comprender en profundidad un fenómeno de interés dentro de su propio contexto (Denzin y Lincoln, 1994). Los estudios de casos pueden abordar de manera intensiva una unidad de análisis que puede consistir en un único estudiante, un profesor, una clase, etc. (Stake, 1994). La modalidad de observación en este trabajo es una observación participante, dado el nivel de implicación de la persona que toma los datos. Para este estudio se diseñó una intervención que se implementó en el aula recogiendo datos de un grupo

(Eshach, 2003; Calo et al., 2021; Martínez, 2007). Este método de recogida de datos en una muestra pequeña permite un mayor intercambio de ideas entre los participantes y facilita la recogida de datos para un análisis más profundo (Palaiologou et al., 2016).

La intervención se desarrolló con el objetivo de que los niños construyesen un modelo precursor de la flotación basándose en un concepto intuitivo de la densidad relacionado con el material del que está constituido el objeto (Koliopoulos et al., 2004). La implementación de la intervención en pequeño grupo y la recogida de datos fue llevada a cabo por una maestra en formación en un aula en el que la maestra habitual implementaba la secuencia con otro grupo. El diseño de la propuesta y el análisis de datos se llevó a cabo en colaboración con dos investigadoras. Por consideraciones éticas únicamente se tomaron datos del alumnado del que disponíamos del consentimiento informado de los padres en el momento de la implementación de la secuencia. Se obtuvo consentimiento únicamente para grabaciones en audio.


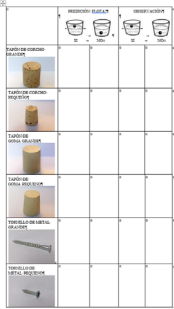


En el presente estudio participaron 4 niños de 6 años. En el momento de la intervención cursaban el primer curso de educación primaria en un centro situado en un entorno semiurbano. Con el fin de garantizar el anonimato, los nombres reales fueron reemplazados por pseudónimos (Javier, Mateo, Alberto y Álvaro). Los datos se recogieron durante el tercer trimestre, en un periodo de tres días consecutivos, con una sesión de 50 minutos cada día. Previamente no habían realizado actividades sobre la flotabilidad de los objetos en el aula.

Como se puede observar en la tabla 1, la intervención consta de 6 actividades, una primera actividad de exploración de ideas a través de preguntas, cuatro actividades tipo POE (White y Gunstone, 1992) y una actividad de recapitulación de lo aprendido. Los objetos utilizados fueron seleccionados teniendo en cuenta la intención educativa de cada actividad. Se pretendía dar a los niños la oportunidad de que probasen si la flotabilidad de un objeto depende del tamaño, del peso, etc. En todas las actividades se utilizaron objetos macizos para disminuir el número de variables con la intención de facilitar que pudiesen detectar regularidades y la construcción de generalizaciones inductivas.

El protocolo de actuación en todas las actividades POE fue similar. En primer lugar, la maestra mostró el material y dejó a los infantes que manipulasen los objetos. Posteriormente, se les pidió que realizasen predicciones acerca de qué iba a ocurrir al meter los objetos en el agua. Cada niño tenía una tabla de registro en la que iba anotando sus predicciones y posteriormente las observaciones para cada objeto. Las intervenciones de la maestra en esta fase fueron del tipo: «¿Qué crees que va a ocurrir si metemos en agua el cubo de madera? Anota tu predicción en la tabla. ¿Por qué crees que...?». A continuación, con los mismos objetos realizaron las observaciones, comprobaron si flotaban o no y lo anotaron en las tablas en las columnas de observación. Se pretendía que comprobasen si sus predicciones se correspondían o no con lo observado. Por último, se pidió a los niños que explicasen sus observaciones.

Los datos de la intervención se grabaron en audio y las grabaciones fueron transcritas para su posterior análisis (Calo et al., 2021; Martínez, 2007). En las transcripciones se describe cómo fueron evolucionando los modelos de los estudiantes al analizar los criterios que utilizan en sus explicaciones sobre por qué los objetos flotan o se hunden (Ioannides y Kakana, 2001). Para dar fiabilidad y validez al estudio, el análisis de las sesiones fue realizado de manera independiente por las investigadoras y las maestras. En aquellos casos en los que hubo discrepancia, las investigadoras discutieron la descripción propuesta hasta alcanzarse un consenso.

Tabla 1.  
Secuencia de actividades implementadas durante la intervención

ACTIVIDAD	INTENCIÓN EDUCATIVA	DESCRIPCIÓN
¿Qué sabemos de la flotación?	Se pretende que los niños activen y hagan explícitas sus ideas.	Se plantea a los niños preguntas como: ¿Qué objetos conoces que se hundan? ¿Sabes qué quiere decir que algo flote? ¿De qué depende que las cosas floten? ¿De qué depende que las cosas se hundan?
<p>Actividad POE 1</p> 	Se pretende que los niños activen sus ideas y las prueben de forma empírica.	<p>A continuación, les proporcionaremos objetos de diferentes materiales, tamaños y formas. Se les da la oportunidad de que hagan predicciones y se les pide que las justifiquen y que registren las predicciones en una tabla. Posteriormente, realizan las observaciones, registran en la tabla lo que ocurre con cada objeto y explican lo ocurrido.</p> <p>Materiales: cubo de madera, cubo de metal, esfera de goma, tornillo de metal pequeño y tapón de corcho grande. Tablas para registrar las predicciones y las observaciones.</p>
<p>Actividad POE 2</p> 	Se pretende que los niños prueben si la flotación depende del tamaño del objeto.	<p>Se les proporcionan diferentes objetos, algunos del mismo material y de diferentes tamaños.</p> <p>Se procede como en la POE 1.</p> <p>Materiales: tapón de corcho grande, tapón de corcho pequeño, tapón de goma grande, tapón de goma pequeño, tornillo de metal grande y tornillo de metal pequeño.</p> <p>Tablas para registrar las predicciones y las observaciones.</p>
<p>Actividad POE 3</p> 	Se pretende que los niños prueben si la flotación depende del material.	<p>Se les proporcionan objetos de diferente material y del mismo tamaño y forma. Se procede como en la POE 1.</p> <p>Materiales: esferas macizas de goma, metal, poliespán.</p> <p>Tablas para registrar las predicciones y las observaciones.</p>
<p>Actividad POE 4</p> 	Se pretende que los niños prueben si la flotación depende de la forma del objeto.	<p>Se les proporciona diferentes objetos, algunos del mismo material y forma. Se procede como en la POE 1.</p> <p>Materiales: cubo de metal, cubo de poliespán, esfera de metal y esfera de poliespán.</p> <p>Tablas para registrar las predicciones y las observaciones.</p>
Actividad de recapitulación	Conocer si son capaces de utilizar un modelo precursor de flotación para explicar la flotabilidad de objetos macizos.	<p>Se les proporciona objetos macizos de diferentes tamaños, materiales y formas. Se les plantea a los niños preguntas acerca de la flotación:</p> <p>¿Todos los tapones flotan? ¿Todos los objetos pequeños flotan? ¿Todos los objetos ligeros flotan? ¿De qué depende que un objeto flote?</p> <p>Materiales: cubo de poliespán, esfera de metal, tornillo de metal grande, tapón de corcho pequeño, tapón de plástico grande y tapón de plástico pequeño.</p>

## RESULTADOS

A continuación, se describe lo sucedido en cada sesión y se muestra, a través de fragmentos de las transcripciones de las entrevistas grupales, eventos significativos de las interacciones discursivas entre la maestra y los niños. De forma similar a otros trabajos (Calo et al., 2021; Costa, 2015), las interacciones comunicativas se presentan en tres columnas con los turnos de habla, el diálogo y el análisis de las intervenciones que describe la intención o el significado de cada intervención.

### Actividad de inicio

En la primera actividad la maestra formuló preguntas para activar las ideas de los niños sobre la flotación. Como las experiencias son familiares, los niños pudieron expresar sus ideas y comentar experiencias. Los niños fueron capaces de identificar objetos que flotan.

<i>Turno</i>	<i>Transcripción</i>	<i>Análisis</i>
1	Maestra: «¿Sabéis que quiere decir que algo flote?».	Intenta que los niños hagan explícitas sus ideas.
2	Varios a la vez: «Que no se hunde».	Hacen explícitas sus ideas.
3	Javier: «Como una tabla de surf».	Pone un ejemplo.
4	Maestra: «¿Y qué más objetos conocéis que floten?».	Pide a los niños que identifiquen objetos que floten.
5	Mateo: «La madera».	Identifica objetos que flotan.
6	Álvaro: «Un flotador». (...)	Identifica objetos que flotan.
10	Álvaro: «El papel flota».	Identifica objetos que flotan.
11	Alberto: «Y el cartón. Yo lo del cartón lo sé porque una vez vi un cartón de leche tirado en el mar».	Identifica objetos que flotan haciendo referencia a sus experiencias.

A la cuestión «¿De qué depende que las cosas floten?» dan respuestas diversas. Javier hizo referencia a que no pesan, Mateo dijo que flotan porque dentro circula aire, Alberto y Álvaro indicaron que no sabían. La conversación con los niños dio la oportunidad de que activasen sus ideas, identificasen elementos sobre el fenómeno que se iba a estudiar y comentasen sus experiencias.

#### Actividad: POE 1

La intención de la actividad POE 1 es que los niños activen sus ideas y las prueben de manera empírica. Para esta actividad se han seleccionado objetos macizos de diversos materiales, tamaños y formas (tabla 1). A continuación, se describe lo que ocurre cuando se les pide que hagan predicciones sobre la flotabilidad de los diferentes objetos.

Javier justifica sus predicciones haciendo referencia al peso y al material del que están hechos los objetos. Mateo justifica sus predicciones aludiendo a diferentes criterios dependiendo del objeto. Cree que el cubo de madera flotará porque en el interior circula aire, y cree que el cubo de metal se hundirá por el peso. En el caso del tornillo pequeño, piensa que flotará debido al pequeño tamaño, y cree que el tapón de corcho también flotará, ya que se parece a la madera. Alberto dice que no sabe por qué va a flotar el cubo de madera. En cuanto al cubo de metal, considera que se hunde por el peso, y que la bola de goma se va a hundir porque está muy dura. En cuanto al tornillo pequeño, considera que se va a hundir porque es pequeño, y cree que el tapón de corcho va a flotar porque se parece a la madera. Álvaro, al igual que Alberto, no sabe por qué va a flotar el cubo de madera. Cree que el cubo de metal y la esfera de goma se van a hundir por el peso. Considera que el tornillo pequeño se va a hundir porque es de metal. En cuanto al tapón de corcho, cree que se va a hundir, pero no sabe explicar por qué.

<i>Turno</i>	<i>Transcripción</i>	<i>Análisis</i>
16	Maestra: «¿Qué creéis que va a ocurrir si metemos el cubo de madera en el agua?».	Intenta que los niños hagan explícitas sus ideas.
17	(Todos contestan que va a flotar)	Coinciden en que el cubo de madera flotaría en el agua.
18	Maestra: «¿Y por qué creéis que va a flotar?».	Anima a los niños a que justifiquen sus predicciones.
19	Javier: «Porque es de madera».	Justifica su predicción sobre la base del material del que está hecho el cubo.
20	Mateo: «Porque circula el aire entre las grietas». (...)	Justifica su predicción haciendo referencia a la circulación de aire a través del material.
23	Maestra: «¿Y el cubo de metal qué creéis que va a ocurrir?».	Anima a los niños a que hagan predicciones.
24	(Todos contestan que se va a hundir)	Existe consenso en que el cubo de metal se hundiría en el agua.
26	Maestra: «¿Y por qué creéis que se va a hundir?».	Anima a los niños a que justifiquen sus predicciones.
27	Alberto: «Porque pesa demasiado».	Justifica su predicción basándose en que el cubo de acero es muy pesado.
28	(Todos asienten) (...)	Comparten la justificación de su compañero Alberto.
36	Maestra: «¿Y el tornillo de metal pequeño? ¿Qué apun- tasteis en vuestras tablas?».	Anima a los niños a que hagan explícitas sus predicciones.
37	Alberto: «Yo creo que se va a hundir porque es muy pequeño».	Justifica su predicción sobre la base del pequeño tama- ño del objeto.
38	Mateo: «No, yo puse que va a flotar porque es muy pequeño y no podemos compararlo con esto (señala el cubo de madera)».	Recurre a la misma justificación que su compañero Alberto, pero difiere en la predicción al señalar que el tornillo flotaría en el agua.
39	Javier: «Yo creo que se va a hundir porque es de metal».	Justifica su predicción partiendo del material del que está hecho el tornillo.

En el siguiente fragmento de la discusión se ve cómo, en general, las predicciones se ajustaron a las observaciones, excepto en el caso del tornillo pequeño de metal, que Mateo pensaba que iba a flotar porque era pequeño; y el tapón de corcho grande, que Álvaro pensaba que se iba a hundir, sin saber explicar por qué. Javier justificó las observaciones utilizando exactamente las mismas ideas que en la predicción, haciendo referencia al peso y al material. Mateo justificó las observaciones aludiendo al peso y al material. Alberto, que no sabía por qué iba a flotar el cubo de madera, más tarde señalaba que este flota porque es de madera; y en relación con la esfera de goma, indicaría que se hunde porque es de goma, y no por su dureza. Álvaro, que no sabía por qué iba a flotar el cubo de madera, señalaba después que el cubo de madera flota porque es de madera y que el cubo de metal se hunde por el peso. No sabe cómo justificar que se hunda la esfera de goma. En cuanto al tornillo de metal, indica que la razón para que se hunda es que es muy pequeño.

<i>Turno</i>	<i>Transcripción</i>	<i>Análisis</i>
47	Maestra: «Ahora que ya observamos lo que pasó, ¿por qué pensáis que el cubo de madera flotó?».	Anima a los niños a que expliquen sus observaciones.
48	(Todos contestan que flota porque es de madera).	Existe consenso acerca de la flotabilidad del cubo de madera sobre la base del material del que está hecho.
49	Maestra: «¿Y el cubo de metal por qué creéis que se hunde?».	Anima a los niños a que expliquen sus observaciones.
50	Javier: «Porque pesa mucho».	Explica la observación haciendo referencia al peso del objeto.
51	Alberto y Álvaro: «Sí, porque pesa mucho».	Apoyan la explicación de su compañero Javier.
52	Mateo: «Porque pesa mucho y es de metal».	Además del peso, considera en su explicación la influencia del material del que está hecho el objeto.
58	Maestra: «¿Y el tornillo pequeño de metal?».	Anima a los niños a que expliquen sus observaciones
59	Alberto: «Se hunde porque es muy pequeño».	Explica la observación haciendo referencia al tamaño del objeto.
60	Javier y Mateo: «Porque es de metal».	Explican la observación haciendo referencia al material del que está hecho el objeto.
61	Álvaro: «Es tan pequeño que se hunde».	Explica la observación haciendo referencia al tamaño del objeto.

En esta primera actividad POE 1, cuando se les pide que expliquen sus predicciones sobre la flotabilidad de los objetos, las justifican utilizando diferentes criterios de acuerdo con el objeto en cuestión. Javier es el único que justifica sus predicciones y observaciones haciendo referencia únicamente a dos criterios: el peso y al material del que están hechos los objetos. Mateo justifica sus predicciones haciendo referencia a que flota porque en el interior circula aire, o justifica las predicciones sobre la base de su material, su peso o su tamaño. En relación con el tamaño, indica que el tornillo de metal va a flotar porque es muy pequeño. Sin embargo, para explicar las observaciones únicamente hace referencia al material y al peso. Probablemente, en este caso, que una predicción entre en contradicción con la observación supuso un cambio de criterio, y dejó de utilizar el tamaño para justificar el comportamiento del tornillo pequeño en el agua; y, ya en la fase de observación, señala que se hunde porque es de metal. Alberto no fue capaz de explicar por qué pensaba que el cubo de madera iba a flotar. Para otros objetos justificó sus predicciones utilizando propiedades de los objetos como el peso, la dureza o el tamaño. Las ideas que subyacen en sus intervenciones es que los objetos se hundieren porque pesan, porque están duros o porque son pequeños. Para justificar estas observaciones utiliza como criterios el peso, el tamaño o el material. En este caso, vemos cómo un criterio como la dureza deja de utilizarse, seguramente porque la conversación con los compañeros se centra en otros aspectos. Álvaro no es capaz de explicar por qué cree que el cubo de madera va a flotar, y tampoco es capaz de justificar por qué cree que el tapón de corcho grande se va a hundir. Para otros objetos utiliza como criterios el material y el peso. Para justificar las observaciones, tiene en cuenta el material y el peso, y adopta un nuevo criterio: el tamaño. Los datos sugieren que considera el tamaño del objeto cuando se confirma la predicción de Alberto, quien justificó que el tornillo de metal se hundiría por ser pequeño.

Queremos señalar que, en esta actividad, cuando utilizan como criterio el peso, todos están de acuerdo en que los objetos pesados se hundieren. Sin embargo, cuando tienen en consideración el tamaño, no existe consenso. Mateo explica que el tornillo flotará porque es pequeño, y esta idea la abandona al no verse respaldada por la evidencia empírica. Sin embargo, Alberto, quien indicó que el tornillo se iba a hundir por ser pequeño, ve esta idea reforzada con la observación.

## Actividad POE 2

La intención de la actividad POE 2 es que los niños prueben la idea de que la flotación depende del tamaño del objeto. Para esta actividad se han seleccionado objetos macizos, algunos del mismo material y de diferentes tamaños (tabla 1).

En esta actividad Javier justifica sus predicciones haciendo mención del material del que están hechos los objetos. Mateo justifica sus predicciones haciendo referencia al material, excepto para el tapón de goma pequeño, del que dice que se hundirá porque pesa mucho, aunque a continuación refiere que es de un material que se hunde. Alberto también parece que hace una primera aproximación al concepto de densidad utilizando para un mismo objeto dos criterios: el volumen y el peso. A continuación, utiliza como criterio únicamente el tamaño del objeto. Predice que el tapón de corcho pequeño se hundirá porque el tornillo pequeño también se hundió. Además, Alberto dice que el tapón grande de goma flotará y que el tapón pequeño de goma se hundirá. Álvaro cree que el tapón de corcho pequeño va a flotar, pero no sabe explicar por qué. El tapón de goma grande cree que se hundirá porque pesa mucho y el tapón pequeño cree que también se va a hundir.

<i>Turno</i>	<i>Transcripción</i>	<i>Análisis</i>
67	(Todos los niños apuntan en las tablas que el tapón de corcho grande va a flotar). Maestra: «¿Por qué creéis que el tapón de corcho va a flotar?».	Anima a los niños a que expliquen sus predicciones.
68	Alberto: «Porque es grande y pesa poco». (...)	Justifica su predicción utilizando como criterios la masa y el volumen.
71	Maestra: «¿Y qué creéis que va a ocurrir si metemos en agua el tapón de corcho pequeño?».	Anima a los niños a que expresen sus predicciones.
72	Alberto: «Yo creo que se va a hundir porque es pequeño. Es como el tornillo de metal que también es pequeño y se hundió».	Justifica su predicción sobre la base del tamaño del objeto, al inferir que todos los objetos pequeños se hunden.
73	Mateo: «Yo creo que también va a flotar porque el tapón de corcho grande flota, entonces este, digo yo que también tiene que flotar». (...)	Justifica su predicción partiendo del material del que está hecho el objeto, al establecer la generalización de que todos los objetos de corcho flotan.
81	Maestra: «¿Y el tapón de goma pequeño flotará o se hundirá?».	Anima a los niños a que expresen sus predicciones.
82	(Todos contestan que se va a hundir).	Existe consenso cuando predicen que el tapón de goma se va a hundir.
83	Mateo: «Se va a hundir. Es un material que se hunde porque como la otra goma también se hundió». (...)	Justifica su predicción basándose en el material del que está hecho el objeto, al establecer la generalización de que todos los objetos de goma se hunden en el agua.
85	Maestra: «¿Y el tornillo de metal grande? ¿Qué apuntasteis en vuestras tablas?».	Anima a los niños a que expresen sus predicciones.
85	Alberto: «Que se va a hundir».	Predice que el tornillo de metal grande se va a hundir.
85	Maestra: «¿Y por qué pensáis que se va a hundir?».	Anima a los niños a que expliquen sus predicciones.
86	Álvaro: «Porque el pequeño antes se hundió entonces...».	Justifica su predicción sobre la base del material del que está hecho el objeto, al establecer la generalización de que todos los objetos de metal se hunden.

En general, las predicciones se ajustaron a las observaciones a excepción de las predicciones de Álvaro sobre el tapón de corcho y el de goma. Mateo explica que el tapón de corcho grande flotó porque es parecido a la madera. Javier señala que el tapón de corcho pequeño es igual que el corcho grande: los dos flotan. Álvaro señala que el tapón de goma grande se hunde porque pesa mucho, como el pequeño. En cuanto al tornillo grande de metal, Mateo explica que se va a hundir porque el pequeño es de metal y este también es de metal. Alberto prácticamente no interviene debido, posiblemente, a que se queda bloqueado cuando no ve confirmada con su observación la generalización que parecía estar construyendo –los objetos grandes flotan y los pequeños se hunden–.

95	Maestra: «¿Y el tapón de corcho pequeño, por qué creéis que flotó?».	Anima a los niños a que expliquen sus observaciones.
96	Javier: «Porque es igual que el tapón de corcho grande y como el tapón de corcho flota pues este también». (...)	Explica la observación sobre la base del material del que está hecho el objeto, al establecer la generalización de que todos los objetos de corcho flotan.
98	Maestra: «Y el tapón de goma grande se hundió, ¿no? ¿Por qué?».	Anima a los niños a que expliquen sus observaciones.
99	Álvaro: «Porque pesa mucho, igual que el pequeño». (...).	Explica la observación partiendo de la masa del objeto.
101	Maestra: «¿Y el tornillo de metal grande por qué se hundió?». (...)	Anima a los niños a que expliquen sus observaciones.
103	Mateo: «Porque el pequeño es de metal y el grande también es de metal y como antes el pequeño se hundió pues digo yo que como este es más grande también se va a hundir».	Explica la observación basándose en el material del que está hecho el objeto, al establecer la generalización de que todos los objetos de metal se hunden.

En la actividad POE 2, cuando se les pide que expliquen sus predicciones sobre la flotabilidad de los objetos, justifican sus predicciones haciendo referencia a diferentes criterios. Javier justifica sus predicciones y observaciones aludiendo únicamente al material. Mateo justifica sus predicciones refiriéndose al peso y al material; sin embargo, para explicar las observaciones hace alusión únicamente al material. Alberto justifica sus predicciones haciendo una primera aproximación al concepto de densidad al utilizar para un mismo objeto dos criterios: el volumen y el peso; en otros casos, utiliza el tamaño como criterio para predecir si flotan o no determinados objetos. Podemos interpretar que el hecho de que en la actividad anterior se confirme su hipótesis –el tornillo de hierro se hunde porque es pequeño– le llevó a realizar una inferencia y reforzó el hecho de utilizar el tamaño como criterio para predecir si flotan o no determinados objetos. Parece que está construyendo una generalización inductiva –los objetos grandes flotan y los pequeños se hunden–. Dicha hipótesis no se verá corroborada por las observaciones. En esta actividad Álvaro utiliza como criterio el tamaño, el peso y el material del que están hechos los objetos.

### Actividad POE 3

Con esta actividad se pretende que los niños prueben la idea de que la flotación depende del material del que está hecho el objeto. Para esta actividad se han seleccionado objetos macizos de la misma forma y diferente material (tabla 1).

En esta actividad los niños justifican sus predicciones y sus observaciones haciendo referencia al peso de las esferas. En la primera parte de la actividad, los niños predicen que las esferas se van a hundir o flotar dependiendo de si pesan o no. Mateo, aunque también se refirió al peso, habla del peso del

material del que están hechos los objetos, lo que interpretamos como una aproximación al concepto de densidad. Además, Mateo rescata la idea que expresó al inicio de la propuesta de que los objetos flotan porque tienen agujeros o grietas por donde entra aire o agua. Al inicio de la propuesta, hizo mención de que por los agujeros o grietas circulaba aire y ahora indica que por los agujeros circula agua. Ideas semejantes aparecen en otros trabajos donde se muestra que los niños consideran que factores como las cavidades, los agujeros y la forma están relacionados con la capacidad de los cuerpos sólidos para flotar (Pramling y Pramling-Samuelson, 2001). Después de realizar las observaciones, dicen que no cambiaron de opinión y que siguen pensando lo mismo que en la predicción.

<i>Turno</i>	<i>Transcripción</i>	<i>Análisis</i>
122	Maestra: «¿Qué creéis que va a ocurrir si metemos en el agua las esferas?».	Anima a los niños a que expresen sus predicciones.
123	Alberto: «Las esferas de goma y de metal se van a hundir porque pesan y la de poliestirén flota porque no pesa».	Justifica sus predicciones utilizando como criterio el peso de los objetos.
124	Javier: «Yo pienso lo mismo que Alberto».	Concuerda con la predicción de su compañero Alberto.
125	Maestra: «Álvaro, ¿y tú qué piensas que va a ocurrir?».	Anima a los niños a que expresen sus predicciones.
126	Álvaro: «Que las esferas de goma y poliestirén van a flotar porque no pesan, y la de metal se va a hundir porque pesa mucho». (...)	Justifica sus predicciones utilizando como criterio el peso de los objetos.
127	Maestra: «¿Y tú, Mateo?».	Anima a los niños a que expresen sus predicciones.
128	Mateo: «La esfera de goma se va a hundir porque ya lo vimos y, además, no flota porque pesa demasiado... Es un material que pesa demasiado. La esfera de poliestirén va a flotar porque ya lo vimos... está hecha de un material que no pesa, flota (...) ¡Ah! Y porque tiene agujeros y circula el agua...».	Justifica sus predicciones utilizando como criterio el material del que están hechos los objetos, señalando que los materiales «pesados» se hunden, y que los materiales «poco pesados» flotan. Además, incorpora como factor la existencia de cavidades en algunos objetos.

#### Actividad POE 4

El objetivo de la actividad POE 4 es que los niños prueben la idea de que la flotación depende de la forma del objeto. Para esta actividad se han seleccionado objetos macizos, algunos del mismo material y diferentes formas (tabla 1).

En la actividad POE 4, Alberto y Álvaro afirman que el cubo y la esfera de metal se van a hundir porque pesan mucho, y que el cubo y la esfera de poliestirén van a flotar debido a que pesan poco. Javier y Mateo hacen referencia al peso del material, lo que interpretamos como una aproximación al concepto de densidad. Además, Mateo menciona de nuevo la idea de que flotan porque circula el agua entre ellos. Dado que las observaciones confirman sus predicciones, no ven necesario añadir más explicaciones.

<i>Turno</i>	<i>Transcripción</i>	<i>Análisis</i>
143	Maestra: «¿Qué creéis que va a ocurrir si metemos en el agua estos objetos?».	Anima a los niños a que expresen sus predicciones.
144	Alberto: «El cubo y la esfera de metal se van a hundir porque pesan mucho y el cubo y la esfera de poliestirén van a flotar porque pesan poco».	Justifica sus predicciones partiendo del peso de los objetos.
145	Javier: «El cubo y la esfera de metal se van a hundir porque son de metal y pesan, y el cubo y la esfera de poliestirén van a flotar porque son de poliestirén y no pesan».	Justifica sus predicciones sobre la base del tipo de material del que están hechos los objetos, señalando que los materiales «pesados» se hundirán, y los materiales «poco pesados» flotarán.
146	Álvaro: «El cubo y la esfera de metal se van a hundir porque pesan mucho, y el cubo y la esfera de poliestirén van a flotar porque no pesan nada».	Justifica sus predicciones basándose en el peso de los objetos.
147	Mateo: «El cubo y la esfera de metal se van a hundir porque son de metal, pesan y no circula el agua entre ellos, y el cubo y la esfera de poliestirén no pesan y circula el agua entre ellos».	Justifica sus predicciones atendiendo al tipo de material del que están hechos los objetos, señalando que los materiales «pesados» se hundirán, y que los materiales «poco pesados» flotarán. Además, incorpora como factor la existencia de cavidades en algunos objetos por las que circula agua.

### Actividad de recapitulación

Con esta actividad se pretende conocer si son capaces de utilizar un modelo precursor de flotación para explicar la flotabilidad de objetos macizos con un concepto central: una idea intuitiva de la densidad conectada con el material que constituye el objeto (tabla 1).

En la actividad de recapitulación, ante la pregunta de si todos los tapones flotan, Alberto responde afirmativamente y Javier lo contradice. Mateo explica que depende del material. Alberto muestra conformidad con la afirmación de Mateo. Mateo pone un ejemplo: un tapón de metal no flota, pero uno de plástico sí. A la pregunta de si todos los objetos ligeros se hunden, Álvaro responde que sí, pero Javier parece no estar de acuerdo con esa afirmación. Mateo duda y expone un contraejemplo mencionando que hay algunos objetos que son ligeros y no flotan, como el tornillo pequeño. Cuando le pregunta por qué, dice: «porque pesa». Javier le corrige señalando que «se hunde porque es de metal». A la pregunta final, «¿De qué depende que un objeto flote?», Mateo y Javier señalan que depende del material del que está hecho el objeto. Álvaro indica que, si es de metal, aunque sea ligero se va a hundir.

<i>Turno</i>	<i>Transcripción</i>	<i>Análisis</i>
169	Maestra: «¿Y todos los objetos ligeros flotan?».	Plantea preguntas.
170	Alberto: «Sí».	Está de acuerdo con la idea de que todos los objetos ligeros flotan.
171	Mateo: «Em... No. Hay algunos que son ligeros y no flotan».	Busca un contraejemplo.
172	Maestra: «¿Como por ejemplo...?».	Solicita que aclaren las ideas poniendo ejemplos.
173	Mateo: «Por ejemplo, este tornillo es ligero y no flota (señala el tornillo pequeño de metal)».	Establece como contraejemplo el caso del tornillo de metal pequeño.
174	Maestra: «¿Y por qué?». (...)	Pide explicaciones.
176	Javier: «Porque es de metal».	Explica el comportamiento de los objetos en torno a la flotación a partir del material del que están hechos.
177	Maestra: «Vale, ¿entonces de qué depende que un objeto flote?».	Plantea preguntas retando el pensamiento del alumno.
178	Alberto: «De si pesa mucho o no».	Explica el comportamiento de los objetos en torno a la flotación a partir del peso del material.
179	Mateo: Depende de qué material esté hecho.	Explica el comportamiento de los objetos en torno a la flotación a partir del material del que están hechos.
180	Javier: ¡¡¡Ah!!! ¡¡¡Es verdad!!! Depende de qué material está hecho. Si es de metal se hunde.	Acepta la explicación de sus compañeros basada en el tipo de material.
181	Álvaro: Sí, y aunque sea muy pequeño, si es de metal se va a hundir.	Hace hincapié en la influencia del material y no del tamaño.

En la tabla 2 se muestran los criterios que utilizan los participantes en sus explicaciones sobre por qué los objetos flotan o se hunden. Estos datos nos permiten ver la evolución de los modelos de los estudiantes al mostrar los criterios que utilizan en sus explicaciones. Así, se aprecia que Javier y Mateo fueron abandonando algunas de las explicaciones sobre la flotación de los objetos basadas en criterios como el tamaño, el peso o el material para adoptar ya un modelo precursor en el que apuntan al material como único criterio para explicar la flotabilidad de los objetos al final de la secuencia. Alberto y Álvaro muestran también evolución en sus modelos, ya que, en la actividad inicial, aunque son capaces de hacer predicciones acertadas sobre el comportamiento de algunos objetos, no saben justificar el porqué de ese comportamiento. A medida que van participando en las actividades van incorporando posibles criterios para explicar la flotabilidad de los objetos: el tamaño, el peso, la dureza, el material. En la última actividad refieren el peso y el material como factores que explican la flotabilidad de los objetos, aunque las últimas intervenciones hacen únicamente referencia al material.

Tabla 2.  
 Criterios a los que se hace referencia en las explicaciones de los niños  
 NS: Para algunos objetos no sabe justificar el comportamiento de los objetos.

	<i>Inicio</i>	<i>POE1</i>	<i>POE2</i>	<i>POE3</i>	<i>POE4</i>	<i>Recapitulación</i>
Javier	Peso	Peso Material	Material	Peso	Peso del material	Material
Mateo	Presencia de aire	Presencia de aire Peso Tamaño Material	Peso Material	Peso del material Presencia de agujeros por donde circula el agua	Peso del material Presencia de agujeros por donde circula el agua	Material
Alberto	NS	NS Peso Dureza Tamaño Material	Peso Tamaño Material	Peso	Peso	Peso Material
Álvaro	NS	NS Tamaño Material	NS Peso Tamaño Material	NS Peso	Peso	Peso Material

## CONCLUSIONES

Uno de los objetivos que nos debemos plantear cuando se proponen actividades de ciencias en educación infantil es generar situaciones a través de las cuales los niños y las niñas se cuestionen sus propios modelos y los reformulen para acercarse a los que utiliza la ciencia escolar (Feu, 2009). Avanzar en la comprensión del porqué de la flotabilidad de los objetos puede parecer un tema excesivamente complejo para los niños y las niñas. Sin embargo, algunos trabajos mencionan que tienen una concepción intuitiva de la densidad que les permite hacer predicciones precisas sobre la flotabilidad de los objetos en el agua (Kohn, 1993). En este trabajo presentamos una propuesta en la que un grupo de niños trabaja la flotación mediante tareas experimentales utilizando la estrategia POE. La maestra interactúa con los niños planteando preguntas y fomentando que expresen sus ideas y predicciones, y que las justifiquen y discutan para después contrastarlas con las observaciones que han de ser de nuevo explicadas y discutidas.

En esta intervención se ha observado que, mientras que en las primeras actividades algunos no son capaces de justificar sus predicciones sobre la flotabilidad de algunos objetos, otros niños utilizan diferentes criterios como el tamaño, la dureza o el peso, que ya han sido referidos en otras investigaciones (Butts et al., 1993; Ioannides y Kakana, 2001; Paños et al., 2022; Piaget, 1934; Selley, 1993). Además, los niños utilizan diferentes criterios para cada uno de los objetos, cuestión a la que ya se ha hecho mención en otros estudios (Piaget, 1934; Shayer y Adey, 1984). En el transcurso de las actividades ocurrieron cambios significativos que nos permiten detectar modificaciones en los modelos de los niños y que señalan avances conceptuales ocurridos durante la implementación de la secuencia. Gradualmente, los niños fueron abandonando algunas de las explicaciones sobre la flotabilidad de los objetos basadas en criterios como la dureza, el tamaño y el peso para adoptar explicaciones en las que señalan el material como criterio determinante de la flotabilidad (tabla 2). Los resultados de este trabajo sugieren que los cambios se debieron a diferentes causas. A veces se abandonó un criterio porque la discusión entre ellos llevó a que se prestase atención a otras características de los objetos, como ocurrió en la POE 1 cuando Alberto deja de utilizar el criterio de la dureza para explicar la flotabilidad

de los objetos. Otras veces cambiaron de criterio, al no ajustarse la observación con lo que pensaban que iba a suceder; por ejemplo, cuando Mateo puso a prueba la idea de que el tornillo flota debido a que es pequeño. En ocasiones, cambiaron de criterio porque adoptaron ideas de otro compañero o porque corroboraron una predicción de un compañero con la observación; por ejemplo, Álvaro adoptó el criterio del tamaño cuando se confirmó que el tornillo pequeño se hundía. Por otro lado, la discusión entre iguales sobre las experiencias dio lugar a intervenciones que supusieron cambios en la forma de pensar; por ejemplo, en la actividad final, en la que Mateo trató de convencer a los demás poniendo contraejemplos a la idea expresada por algunos compañeros de que la flotabilidad de los objetos dependía del peso: «Hay algunos objetos que son ligeros y no flotan, como el tornillo pequeño», indicó. En la actividad final de recapitulación de lo aprendido, las discusiones sobre los factores que pueden influir en la flotación de los objetos indican que los niños pudieron disociar la flotabilidad de los cuerpos de su tamaño, su dureza y su peso. Al finalizar la actividad, los niños utilizan ya ideas de un modelo precursor de la flotación que hace referencia al material del que están hechos los objetos para explicar la flotabilidad. Estos resultados apoyan los resultados de otros autores (Canedo-Ibarra et al., 2010; Koliopoulos et al., 2004), que encontraron que los niños de 5 a 6 años podían construir un modelo precursor de la flotación basado en un concepto intuitivo de densidad, considerando el tipo de material. También los estudios de Hsin y Wu (2011) y Kallery (2015) muestran cómo a través de actividades bien diseñadas los niños en edades tempranas llegan a entender que el material es un factor determinante en la flotación.

Una de las limitaciones de este trabajo se debe a su naturaleza cualitativa, que implica una muestra reducida de participantes y no puede dar lugar a generalizaciones. Sin embargo, conocer la naturaleza de las explicaciones y los modelos precursores que pueden llegar a construir los niños y las niñas sobre la flotabilidad de los objetos puede ayudar a los docentes a ser más eficaces en el diseño de actividades de ciencias en edades tempranas, en dar un mejor apoyo al alumnado y en adaptar la instrucción para una implementación más efectiva.

## AGRADECIMIENTOS

RODA ED431C 2021/05 XUGA.

## REFERENCIAS

- Butts, D. P., Hofman, H. y Anderson, M. (1993). Is hands-on experience enough? A study of young children's view of sinking and floating objects. *Journal of Elementary Science Education*, 5(1), 50-64.  
<https://doi.org/10.1007/bf03170644>
- Calo, M. N., García-Rodeja, I. y Sesto, V. (2021). Construyendo conceptos sobre electricidad en infantil mediante actividades de indagación. *Enseñanza de las Ciencias*, 39(2), 0223-240.  
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3238>
- Canedo-Ibarra, S. P., Castelló-Escandell, J., García-Wehrle, P. y Morales-Blake, A. R. (2010). Precursor models construction at preschool education: An approach to improve scientific education in the classroom. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 4(1), 41-76.  
<https://doi.org/10.26220/rev.134>
- Chan, C., Burtis, J. y Bereiter, C. (1997). Knowledge building as a mediator of conflict in conceptual change. *Cognition and Instruction*, 15(1), 1-40.  
[https://dx.doi.org/10.1207/s1532690xci1501\\_1](https://dx.doi.org/10.1207/s1532690xci1501_1)

- Costa, T. (2015). Influência da criação e crítica de analogias por estudantes de química do ensino médio na promoção de interações argumentativas [Tesis de doctorado]. Universidad Federal de Ouro Preto.
- 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>
- Denzin, N. K. y Lincoln, Y. S. (1994). *Handbook of qualitative research*. Thousand Oaks, Sage Publications.
- Eshach, H. (2003). Small-group interview-based discussions about diffused shadow. *Journal of Science Education and Technology*, 12(3), 261-275.
- 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://dx.doi.org/10.1007/s10956-005-7198-9>
- Feu, M. T. (2009). Experimentar con materiales en el 0-6. *Aula de Infantil*, 52, 7-10.
- French, L. (2004). Science as the centre of a coherent, integrated early childhood curriculum. *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 138-149.  
<https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2004.01.004>
- Gelman, R. y Brenneman, K. (2004). Science learning pathways for young children. *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 150-158.  
<https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2004.01.009>
- Greca, I. M. y Moreira, M. A. (2000). Mental models, conceptual models, and modelling. *International Journal of Science Education*, 22(1), 1-11.  
<https://doi.org/10.1080/095006900289976>
- Harlen, W. (1989). *Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*. Morata.
- Hsin, C. T. y Wu, H. K. (2011). Using scaffolding strategies to promote young children's scientific understandings of floating and sinking. *Journal of Science Education and Technology*, 20(5), 656-666.  
<https://doi.org/10.1007/s10956-011-9310-7>
- Inhelder, B. y Piaget, J. (1972). *De la lógica del niño a la lógica del adolescente*. Paidós.
- Ioannides, C. y Kakana, M. (2001). Mental models of preschool children for the explanation of solid bodies floating and sinking in water [in Greek]. En K. Ravanis (Ed.), *Introducing Young Children to Science: Educational and Instructional Dimensions* (pp. 127-134). University of Patras.
- 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>
- Kohn, A. S. (1993). Preschoolers' reasoning about density: Will it float? *Child Development*, 64, 1637-1650.  
<https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.1993.tb04204.x>
- Koliopoulos, D., Tantaros, S., Papandreou, M. y Ravanis, K. (2004). Preschool children's ideas about floating: a qualitative approach. *Journal of Science Education*, 5(1), 21-24.
- Kuhn, D. y Pease, M. (2006). Do children and adults learn differently? *Journal of cognition and development*, 7(3), 279-293.  
[https://doi.org/10.1207/s15327647jcd0703\\_1](https://doi.org/10.1207/s15327647jcd0703_1)
- Lehrer, R., Schauble, L., Strom, D. y Pliggie, M. (2001). Similarity of form and substance. Modeling material kind. En M. Carver y D. Klahr (Eds.), *Cognition and instruction: Twenty-five years of progress* (pp. 39-74). Erlbaum.

- Martínez, R. (2007). *La investigación en la práctica educativa: Guía metodológica de investigación para el diagnóstico y evaluación en los centros docentes*. Ministerio de Educación.
- Metz, K. (2004). Children's understanding of scientific inquiry: Their conceptualization of uncertainty in investigations of their own design. *Cognition and Instruction*, 22, 219-290.
- Palacios-Díaz, R. y Criado, A. (2016). Explicaciones acerca de fenómenos relacionados con el volumen de líquido desplazado por un sólido en inmersión, con la densidad y con la flotación, en alumnado de Educación Secundaria Obligatoria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(2), 230-247. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92044744001>
- Palaiologou, I., Male, T. y Needham, D. (2015). *Doing research in education: Theory and practice*. Sage.
- Paños, E., Martínez, P. y Ruiz-Gallardo, J. R. (2022). La flotabilidad a examen en las aulas de infantil: evaluación del nivel de guía del docente. *Enseñanza de las ciencias*, 40(1), 161-177. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3281>
- Piaget, J. (1934). *La causalidad física en el niño*. Espasa-Calpe.
- Pramling, N. y Pramling-Samuelson, I. (2001). It is floating «cause there is a hole»: A young child's experience of natural science. *Early Years*, 21(2), 139-149.
- Ravanis, K. (2000). La construction de la connaissance physique à l'age préscolaire: Recherchessur les interventions et les interactions didactiques. *Aster*, 31, 71-94.
- Ravanis, K., Koliopoulos, D. y Hadzigeorgiou, Y. (2004). What factors does friction depend on? A socio-cognitive teaching intervention with young children. *International Journal of Science Education*, 26(8), 997-1007. <https://doi.org/10.1080/0950069032000138851>
- Selley, N. (1993). Why do things float? A study of the place for alternative models in school science. *School Science Review*, 74(269), 55-61.
- Shayer, M. y Adey, P. (1984). *La ciencia de enseñar ciencias: desarrollo cognoscitivo y exigencias del currículo*. Narcea.
- Smith, C., Carey, S. y Wiser, M. (1985). On differentiation: A case study of the development of the concepts of size, weight, and density. *Cognition*, 21, 177-237. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(85\)90025-3](https://doi.org/10.1016/0010-0277(85)90025-3)
- Stake, R. E. (1994). Case Studies. En N. K. Denzin y Y. S. Lincoln (Eds.), *Handbook of Qualitative Research*. Thousand Oaks, Sage.
- Weil-Barais, A. (2022). What Is a Precursor Model? En J. M. Boileivin, A. Delsérieys y K. Ravanis (Eds.), *Precursor models for teaching and learning science during early childhood* (pp. 11-32). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-08158-3\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-031-08158-3_2)
- White, R. T. y Gunstone, R. F. (1992). *Probing Understanding*. The Falmer Press.
- Yin, R. K. (2003). *Case study research. Design and methods*. Sage.

---

# Constructing Precursor Models about Buoyancy of Solid Objects at Six Years of Age

Isabel García-Rodeja, Estefanía Vera Rodríguez Rouco

Dpto. de Didácticas Aplicadas. Universidade de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela. A Coruña. España.  
isabel.garcia-rodeja@usc.es, vera.rodriguezrouco@hotmail.com

María Lorenzo Flores

CPI de Toural. Vilaboa. Pontevedra. España.  
maria.lorenzo.flores@edu.xunta.es

Vanessa Sesto Varela

IES A Pinguela. Monforte de Lemos. Lugo. España.  
vanessa.sesto@edu.xunta.gal

Nowadays, there seems to be more and more consensus on the importance of carrying out science activities in early childhood education. This gives the opportunity to plan, predict or make inferences, which favors the cognitive development of children and allows an important progress in language. Nevertheless, these activities must be well designed. It is also known that, from an early age, children build their own mental models about the world around them, and they revise these models as they access new information. A precursor model is a mental model generated in the educational context that can be built under certain teaching conditions from an early age as a first step in the construction of more sophisticated models. An approach based on mental models is fruitful for observing the cognitive development of children. The design of well-planned teaching interventions, in which adequate empirical data are provided, is essential so that young children can develop precursor models.

This work aims at describing how a group of six-year-old children build precursor models on buoyancy through the analysis of the criteria they use in their explanations about why some objects float or sink during the implementation of a teaching intervention. The intervention intends children to build a precursor model of buoyancy based on an intuitive concept of density related to the material of which objects are made. The teaching intervention was designed considering a POE (predict-observe-explain) strategy. The participants were four six-year-old children. The teaching intervention consisted of six activities. The first one was an activity to explore ideas, there were four POE activities, and the last one was to recap what was learned. The teaching intervention was recorded in audio.

The results showed that, at the beginning of the teaching sequence, some young children were not able to justify their predictions about the buoyancy of some objects, while others used different criteria for each object such as size, hardness, or weight. Moreover, the children used different criteria for each object. As the activities were developed, significant changes emerged that allowed us to identify modifications in the mental models of the children and that indicate conceptual advances during the implementation of the teaching sequence. The children gradually gave up some of the explanations about the buoyancy of objects based on criteria such as hardness, size, and weight, and adopted explanations pointing to the material as the determining criterion of buoyancy. The results of this work suggest that the changes were due to different causes. Sometimes a criterion was abandoned because the discussion between peers led to attention being paid to other characteristics of the objects. On other occasions, they changed their criteria because the observation did not fit in what they thought was going to happen. Sometimes they changed their criteria because they adopted ideas from another classmate, or when they saw a prediction from a classmate corroborated with observation. On the other hand, the discussion among peers about the experimental activities gave rise to interventions that implied changes in their way of thinking. At the end of the teaching intervention, the children already use ideas from a precursor model of buoyancy that refer to the material of the objects.

We consider that knowing the nature of the explanations and precursor models that children can build about the buoyancy of objects can help teachers to be more effective in the design of science activities at an early age, in providing better support and in adapting teaching for a more effective implementation.