



# Una propuesta didáctica para la construcción de un modelo precursor del aire en la Educación Infantil

María Lorenzo Flores<sup>1</sup>, Vanessa Sesto Varela<sup>2</sup>, Isabel García-Rodeja Gayoso<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CPI do Toural. Vilaboa (Pontevedra), España.

<sup>2</sup>Departamento de Didácticas Aplicadas. Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidade de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela (A Coruña), España.

[Recibido el 27 de octubre de 2018, aceptado el 20 de noviembre de 2018]

En este trabajo se describe cómo evolucionan las explicaciones de catorce niños y niñas de Educación Infantil (3-5 años) durante una propuesta didáctica sobre el aire. Aunque existe una vasta literatura en este dominio, gran parte de los estudios se han desarrollado en etapas educativas superiores. Para la recogida de datos se ha recurrido a la grabación en audio y vídeo de las sesiones. Para el análisis de datos se han adoptado categorías descritas en estudios previos que también abordan las explicaciones de los niños acerca de fenómenos naturales. Los resultados muestran que al inicio los niños no tenían conceptualizada la idea de aire. Sin embargo, durante el desarrollo de la secuencia sus explicaciones fueron adquiriendo un mayor nivel de sofisticación. Llegaron a reconocer que el aire existe y ocupa espacio, siendo la masa la propiedad más difícil de asimilar. Estos hallazgos sugieren que los niños de corta edad sí pueden construir representaciones mentales acerca del aire.

**Palabras clave:** aire; propuesta didáctica; educación infantil; explicación; modelo precursor.

## A teaching proposal for the construction of a precursor model of air in early childhood education

This paper describes how the explanations of fourteen pre-school children (aged 3 to 5 years) evolve during a teaching proposal concerning air. Although there is extensive research on this conceptual domain, most studies have been developed at higher educational levels. In order to collect data, each session was recorded in audio and video files. As a method for data analysis, the categories described in previous studies that also address children's explanations about natural phenomena have been adopted. The results show that, at first, young children had not conceptualized the idea of air. However, during the development of the teaching proposal, their explanations were acquiring a higher level of sophistication. They recognized that air exists and occupies space, with mass being the most difficult property to assimilate. These findings suggest that young children can construct mental representations of air.

**Keywords:** air; teaching proposal; early childhood education; explanation; precursor model.

## Introducción

El aprendizaje científico nace de la curiosidad por descubrir y comprender los fenómenos que ocurren a nuestro alrededor (Cabello, 2011). Partiendo de esta consideración, cada vez existe un mayor consenso acerca de la conveniencia de iniciar el aprendizaje de las ciencias en la Educación Infantil, pues desde edades tempranas los niños y las niñas manifiestan una curiosidad innata por su entorno y disfrutan buscando una explicación a lo que sucede a su alrededor (Cañal, 2006). Según Cabello (2011), estas primeras explicaciones irán dando paso a preguntas y respuestas cada vez más rigurosas.

Por otro lado, una exposición temprana a los contenidos científicos promueve actitudes favorables hacia la ciencia y contribuye al desarrollo cognitivo de los niños al darles la oportunidad de planificar, predecir, hacer inferencias y enfrentarse a conflictos cognitivos (Gelman y Brenneman, 2004; Eshach y Fried, 2005).

Para aprovechar todas estas potencialidades de la educación científica en la primera infancia y que su enseñanza resulte pertinente, los contenidos que se traten deben estar relacionados con hechos perceptibles por el niño, presentes en su vida diaria y por los que sienta cierto entusiasmo (García-Carmona, Criado y Cañal, 2014).

Este trabajo tiene por objetivo analizar las explicaciones que un grupo de niñas y niños de Educación Infantil (3 a 5 años) construyen durante el desarrollo de una propuesta didáctica sobre el aire, un tópico que permite conectar el conocimiento de las ciencias con el conocimiento cotidiano. Este interés por analizar las explicaciones de los niños acerca de su entorno se debe a que es una fuente de información muy valiosa acerca de cómo se desarrolla la comprensión de la causalidad física en la primera infancia (Metz, 1991).

## Ideas del alumnado acerca del aire

Las ideas del alumnado acerca del aire han captado la atención de los investigadores en el área de la didáctica de las ciencias durante décadas. La amplia mayoría de estos trabajos coinciden al señalar que los estudiantes, independientemente de la edad, tienen dificultades para construir un modelo mental del aire consistente con el modelo de la ciencia escolar. Debido a su naturaleza imperceptible, ignoran su existencia (Driver, 1988) o admiten que solamente existen cuando está en movimiento (Piaget, 1934; Séré, 1986; Stavy, 1990; Demirbaş y Ertuğrul, 2014).

También es recurrente la concepción alternativa en la que se contempla el aire como una sustancia carente de masa (Stavy, 1988). Esta concepción incide en las interpretaciones de los cambios químicos, pues conduce a pensar que la masa no se conserva en aquellas transformaciones de la materia en las que participan sustancias en estado gaseoso (Hesse y Anderson, 1992). Otros autores como Meheut, Saltiel y Tiberghien (1985) encontraron que los participantes en su estudio (11-12 años) manifestaban dificultades para clasificar el aire como un sistema material, pues una elevada proporción lo definía como una sustancia pura en lugar de una mezcla homogénea de gases.

A nivel corpuscular, los estudiantes suelen mencionar que durante los cambios de estado de líquido a gas las partículas aumentan de tamaño (Azizoğlu y Geban, 2016). Además, no contemplan la posibilidad de que entre las partículas de una sustancia en estado gaseoso exista vacío y, en su lugar, hacen referencia a que entre las partículas existen otros gases, vapores desconocidos o incluso gérmenes (Novick y Nussbaum, 1981).

En el caso concreto de Educación Infantil, Mazas, Gil-Quílez, Martínez-Peña, Hervas y Muñoz (2018), partiendo del interés de un grupo de niños de tres años por comprender el fenómeno que subyace al bote de una pelota, han implementado en el aula una serie

de experiencias para ayudar a los niños a construir un modelo sobre el aire. Al final de la propuesta, estos autores observaron que los niños habían sido capaces de construir un modelo de aire más amplio que el inicial, en el que incorporaban las ideas de que el aire no tiene color, es transparente, se mueve y puede ejercer fuerza para mover los objetos.

### **Modelos precursores y explicaciones en la primera infancia**

La ciencia se concibe como un proceso de construcción, prueba, evaluación y reconstrucción de modelos sobre el funcionamiento de determinados aspectos del mundo (Giere, 2004).

El constructo de modelo mental, procedente del área de la Psicología Cognitiva, hace referencia a una representación mental creada por los seres humanos a partir de sus predisposiciones innatas y de sus experiencias previas con la finalidad de generar predicciones y explicaciones de los hechos o fenómenos que ocurren a su alrededor (Greca y Moreira, 2000). Por ello, los modelos mentales, a diferencia de las concepciones alternativas que se conciben como ideas aisladas y estáticas, tienen carácter generativo.

El proceso de construcción y revisión de modelos no es exclusivo de los individuos en edad adulta. Como señala Sanmartí (1995), aprender ciencias es poner en relación diferentes modelos interpretativos que los niños y las niñas construyen desde muy pequeños y valorar, de alguna manera, las ventajas e inconvenientes de cada nueva manera de ver. Desde edades tempranas, los niños sienten una necesidad innata de desarrollar modelos que les permitan interpretar el mundo que les rodea y utilizan para ello todos los recursos que existen a su disposición (Canedo-Ibarra, Castelló-Escandell, García-Wehrle, Gómez-Galindo y Morales-Blake, 2012). Estos modelos iniciales, conocidos como modelos precursores, tienen un rango de aplicación limitado y solamente permiten establecer correlaciones causativas simples. Sin embargo, resulta imprescindible ahondar en su conocimiento, pues constituyen el cimiento o la base sobre la que se erigirá el modelo de la ciencia escolar (Koliopoulos, Tantaros, Papandreu y Ravanis, 2004; Canedo-Ibarra et al., 2012). En ausencia de estos modelos precursores, el modelo de la ciencia escolar sería muy difícil o imposible de construir (Weil-Barais, 2001).

Por otro lado, la evaluación de las explicaciones acerca de los fenómenos naturales proporciona información muy valiosa acerca de cómo se desarrolla la comprensión de la causalidad física y de los patrones de razonamiento que hay detrás de esas explicaciones (Metz, 1991; Jin, Hokayem, Wang y Wei, 2016). De acuerdo con la teoría del desarrollo cognitivo de Piaget (1929), en la primera infancia los límites entre el mundo real y el mental son difusos, de ahí que los niños pequeños tiendan a producir explicaciones en las que se atribuye vida e intenciones a entes inanimados (animismo), en las que se considera que ciertos procesos psicológicos como los sueños o los pensamientos tienen existencia real (realismo) o en las que se asume que todo cuanto existe a nuestro alrededor ha sido creado por el ser humano con una finalidad específica (artificialismo).

Sin embargo, estudios recientes sugieren que los niños en edad preescolar sí son capaces de proporcionar de manera espontánea explicaciones acerca de diferentes fenómenos naturales en las que se aprecia una incipiente comprensión de la causalidad física (Christidou y Hatzinikita, 2006; Peterson y French, 2008). En un estudio desarrollado por Christidou (2005), se encontró que la mayoría de los niños (5 a 6 años) atribuían la ocurrencia de fenómenos como la flotación, el magnetismo o la disolución a ciertas propiedades intrínsecas de las sustancias u objetos involucrados en el proceso. Por ejemplo, mencionaban que si un objeto se hundía era debido a su peso o al tipo material del que está hecho. En una investigación posterior, Christidou y Hatzinikita (2006) concluyeron

que un grupo de niños de 5 a 6 años, cuando se les preguntaba acerca del crecimiento de las plantas, también daban explicaciones de tipo naturalista en las que se presuponía la intervención de un agente externo. Por ejemplo, mencionaban que las plantas crecían gracias a que el ser humano las riega. Otros autores como Saçkes, Flevares y Trundle (2010) caracterizaron la comprensión de un grupo de niños de 4 a 6 años acerca de la formación de la lluvia. Estos autores observaron que los niños de mayor edad eran capaces de construir explicaciones plausibles acerca de este fenómeno, haciendo referencia a que el agua se encuentra almacenada en ciertas localizaciones como las nubes o el mar, y que la lluvia simplemente conlleva un cambio en dicha localización.

Por otro lado, se encontró que los niños pequeños tienden a emplear diferentes modos de explicación en función de las entidades consideradas. A menudo recurren a un razonamiento de tipo psicológico cuando se refiere a seres humanos, a un razonamiento de tipo biológico cuando las entidades implicadas son seres vivos, y a un razonamiento físico cuando se refiere a entidades inertes (Hickling y Wellman, 2001). Christidou y Hatzinikita (2006) también encontraron que la familiaridad de los niños pequeños con los fenómenos condiciona la selección del modo de explicación.

### Diseño de la investigación

En este trabajo se ha adoptado un enfoque metodológico de tipo cualitativo y, en concreto, constituye un estudio de caso (Yin, 2003). Para Patton (2002), la investigación cualitativa pretende describir, conocer y comprender en profundidad un fenómeno de interés dentro de su propio contexto.

### Participantes y contexto de la investigación

En este estudio han participado nueve niñas y cinco niños de tres, cuatro y cinco años (Tabla 1). La experiencia educativa se implementó durante el primer trimestre del curso académico 2017/18, siendo necesarias ocho sesiones de 50 minutos y cuatro sesiones de 30 minutos. En este momento, los escolares se encontraban cursando el segundo ciclo de Educación Infantil en un Colegio Público Integrado (CPI) situado en un entorno semirural de la Comunidad Autónoma de Galicia. En esta zona existe una importante comunidad musulmana y gitana. El alumnado de procedencia magrebí supone cerca del 12% y el alumnado de etnia gitana supera el 5%. En relación a las características socioeconómicas de la comunidad educativa, conviene señalar que un porcentaje muy importante del alumnado no goza en su entorno familiar de las condiciones óptimas para un buen aprovechamiento de su etapa escolar. Aunque el territorio municipal en el que está situado el colegio también acoge a familias de clase media, por norma general el alumnado pertenece a familias de clase baja o media-baja.

Por otro lado, con el fin de garantizar el anonimato de los niños, sus nombres reales fueron reemplazados por pseudónimos en los que únicamente se mantuvo el género.

**Tabla 1.** Distribución de los participantes por edad

Participantes	Edad
Yasmine, Adriana, Rosa, Diego	5 años
Jimena, Sofía, Inés, Unai	4 años
Diana, Zina, Marina, Roque, Javier, Daniel	3 años

### Secuencia didáctica

En la Tabla 2 se describe la secuencia de actividades desarrollada en el aula para trabajar diversos contenidos conceptuales relativos al aire. Para la elaboración de la secuencia de actividades se han tomado como referencia diferentes fuentes (Tissandier, 1981; Throop, 1982; Richards, 1990). Entre los contenidos conceptuales propuestos figuran:

- El aire existe.
- El aire pesa.
- El aire ocupa espacio.
- El aire se mueve.

Además, mediante esta propuesta se han trabajado varios contenidos de tipo procedimental y actitudinal, entre los que se puede mencionar los siguientes:

- Formulación de hipótesis, predicciones y explicaciones.
- Ejercitación de habilidades motrices como meter-sacar o enroscar-desenroscar.
- Utilización de la balanza para medir la masa de diferentes objetos.
- Gusto por el trabajo cooperativo.
- Curiosidad ante los objetos e interés por su exploración.

El diseño de la propuesta se basa en la perspectiva de Benlloch (1992), quién sugiere que a la hora de secuenciar actividades se ha de tratar que los niños empiecen expresando verbalmente y mediante acciones lo que conocen sobre el fenómeno bajo estudio, y luego se ha de plantear la resolución de problemas vinculados al mismo. Por este motivo, en la mayoría de las actividades se recurre a una estrategia tipo POE basada en la Predicción-Observación-Explicación (White y Gunstone, 1992), en la que se anima a los niños a emitir predicciones sobre un fenómeno que luego tendrán la oportunidad de contrastar experimentalmente. En el diseño de la propuesta también se tuvo presente que los docentes son quienes deben provocar los estímulos mediante la creación de un ambiente que permita que los niños se involucren en las tareas.

Por otro lado, esta propuesta se ajusta al Decreto 330/2009, de 4 de junio, por el que se establece el currículo de la Educación Infantil en la Comunidad Autónoma de Galicia (Xunta de Galicia, 2009). En este decreto de currículo se establece que en el segundo ciclo de la Educación Infantil los niños han de formular hipótesis y buscar respuestas sobre las causas y consecuencias de fenómenos del medio natural (lluvia, viento, día, noche...) y de los producidos por la acción humana (aerogeneradores, molinos de agua...).

**Tabla 2.** Secuencia de actividades para trabajar diversos contenidos relativos al aire

Secuencia de actividades y duración	Intención educativa	Desarrollo
1. ¿Qué sabemos sobre el aire? (1 sesión de 30 min).	Conocer las ideas previas de los niños y las niñas acerca del aire. Activar las ideas de los niños y que las hagan explícitas.	En asamblea la maestra planteó a los niños varias preguntas acerca del aire: ¿Qué es el aire? ¿Podéis ver el aire? ¿El aire se oye?
2. ¿El aire existe? (2 sesiones de 50 min).	La experimentación por parte de los niños y las niñas de la existencia y/o movimiento del aire mediante la manipulación de diferentes materiales (globos, botellas, pajitas y jeringuillas).	Los niños se distribuyeron en pequeños grupos y se formularon preguntas del tipo: ¿Cómo podemos inflar un globo? ¿Qué ocurre al apretar una botella cerca de la cara? ¿Qué pasa al soplar algo con las pajitas?

**Tabla 2.** Secuencia de actividades para trabajar diversos contenidos relativos al aire (**continuación**)

Secuencia de actividades y duración	Intención educativa	Desarrollo
3. Experimentamos con los materiales. (2 sesiones de 50 min).	Introducir la idea a través de la actividad experimental de que las burbujas están formadas por aire.	Los niños manipularon varios materiales en presencia de agua mientras que, siguiendo una estrategia POE, se formulaban preguntas como: ¿Qué pasa si soplo con una pajita dentro del agua?
4. ¿Se moja el papel? (1 sesión de 50 min).	Introducir la idea a través de la actividad experimental de que el aire ocupa espacio.	Se introdujo un papel en el fondo de un vaso y se preguntó a los niños qué sucedería al voltear e introducir el vaso en agua. Tras las predicciones iniciales, se realizó el experimento y se pidió a los niños que intentasen explicar por qué el papel no se había mojado.
5. Pesamos el aire. (2 sesiones de 50 min y 1 sesión de 30 min).	Introducir la idea a través de la actividad experimental de que el aire pesa.	Se construyó una balanza atando a cada extremo de la varilla inferior de una percha tres clips. Posteriormente se colgó del pomo de una puerta y se explicó a los niños su funcionamiento, dejándoles pesar algunos objetos del aula para familiarizarlos con el manejo del nuevo instrumento. Luego, se preguntó a los niños qué creían que pesaba más, un globo inflado o uno sin inflar, y se comprobaron las predicciones.
6. Molinos de viento. (1 sesión de 50 min y 1 sesión de 30 min).	Identificar los conocimientos de los niños y las niñas acerca de los molinos de viento y que avancen en la idea de que el aire se mueve y produce fuerzas.	En primer lugar, se hizo preguntas a los niños para conocer sus ideas sobre los molinos (cómo se mueven, qué precisan para hacerlo...). Luego se confeccionó un molino de viento con cartulinas, pajitas y lápices. Una vez construido, los niños tuvieron la oportunidad de jugar con él para conocer sus características y comprobar que al soplar sobre él se mueve.
7. Charla final. (1 sesión de 30 min).	Averiguar qué conocimientos han adquirido los niños y las niñas.	En el rincón de la asamblea se hizo una recapitulación sobre todo lo trabajado para averiguar los conocimientos adquiridos por los niños.

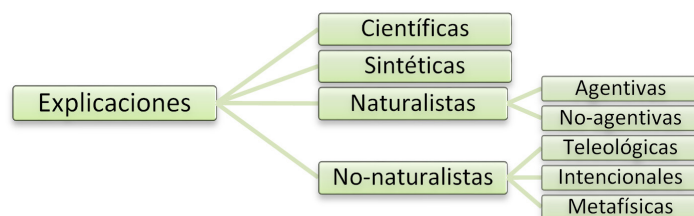
### Instrumento de recogida de datos

Con el propósito de identificar las ideas iniciales de los niños y sus explicaciones durante la intervención, se recurrió a la técnica de observación y a las entrevistas en grupo. Las sesiones durante las que se desarrolló la propuesta fueron grabadas en audio y video en su totalidad, siendo transcritos los eventos de mayor significatividad para el estudio.

### Instrumento de análisis de datos

En este trabajo la unidad de análisis es la explicación. De acuerdo con Christidou (2005), una explicación puede ser entendida como un fragmento coherente de una intervención que da cuenta del comportamiento de un fenómeno u objeto, o un mecanismo subyacente a un fenómeno.

Para analizar las explicaciones acerca del aire, se adoptaron categorías descritas en estudios previos que abordan las explicaciones de los niños acerca de otros fenómenos naturales (Christidou, 2005; Saçkes et al., 2010). Según el marco adoptado como referencia, las explicaciones de los niños se pueden clasificar en científicas, sintéticas, naturalistas y no-naturalistas (Figura 1).



**Figura 1.** Categorización adoptada para analizar las explicaciones

Las explicaciones sintéticas contienen elementos consistentes con el conocimiento científico, pero también incorporan alguna concepción alternativa (Saçkes et al., 2010). Las explicaciones naturalistas son racionales y se consideran el inicio de la causalidad física (Christidou, 2005). En las explicaciones de tipo naturalista se puede contemplar la intervención de un agente externo que participa en el fenómeno causando el cambio (agentivas), o se puede asumir que son las propiedades o acciones de las sustancias u objetos implicados las que por sí mismas desencadenan el cambio (no-agentivas). Las explicaciones no naturalistas pueden ser teleológicas, intencionales o metafísicas (Christidou, 2005). En las explicaciones de tipo teleológico se asume que los fenómenos naturales tienen lugar a fin de cumplir algún propósito específico. Las explicaciones intencionales, propias del pensamiento animista, atribuyen carácter inteligente y consciente a los entes inanimados. Las explicaciones metafísicas son explicaciones de tipo mágico en las que se atribuye la ocurrencia de fenómenos naturales a entes divinos o poderes sobrenaturales. Para comprender mejor la categorización propuesta, en la Tabla 3 se ilustra cada explicación con ejemplos descritos en investigaciones previas. En la sección de resultados, las explicaciones se ilustran con las respuestas obtenidas en este estudio.

Para dar fiabilidad y validez al estudio, la clasificación de las explicaciones en las distintas categorías fue realizada de forma independiente por al menos dos investigadoras. En aquellos casos en los que hubo discrepancia, las investigadoras discutieron la categorización propuesta hasta alcanzarse un consenso.

**Tabla 3.** Tipos de explicaciones de los niños acerca de los fenómenos naturales descritas en Christidou (2005), Christidou y Hatzinikita (2006), y Saçkes et al. (2010)

Tipos de explicación	Ejemplos	Referencia
Científica	“El agua de lluvia se evapora y se convierte en una nube cuando condensa”.	Saçkes et al. (2010)
Sintética	“Las nubes están hechas de nieve y traen agua. El agua de lluvia se mezcla con el agua de mar, y la nieve cae, y vuelve a las nubes”.	Saçkes et al. (2010)
Naturalista	Agentiva “¿Por qué no puedes ver el azúcar? Se fue bajo el agua y cuando removimos se rompió”.	Christidou (2005)
	No-agentiva “¿Por qué se hunde la bola? Porque es pesada. Está hecha de hierro”.	Christidou (2005)

**Tabla 3.** Tipos de explicaciones de los niños acerca de los fenómenos naturales descritas en Christidou (2005), Christidou y Hatzinikita (2006), y Saçkes et al. (2010) (**continuación**)

Tipos de explicación		Ejemplos	Referencia
No naturalista	Teleológica	“¿Cómo es que llueve? Llueve porque las plantas necesitan ser regadas”.	Christidou (2005)
	Intencional	“¿Por qué flota [el corcho]? Porque es muy cuidadoso. Mantiene sus ojos abiertos”.	Christidou (2005)
	Metafísica	“¿De dónde viene el agua? Viene de Dios. Dios vierte agua desde el cielo”.	Christidou (2005)
		“¿Y cómo es que el clip se pega al imán? Porque [el imán] hace un poco de magia”.	Christidou y Hatzinikita (2006)

### Resultados y discusión

En la Tabla 4 se resumen los resultados obtenidos en este estudio. La primera columna muestra la categorización de las explicaciones que dieron los niños durante la primera actividad. La segunda columna agrupa las explicaciones que dieron los niños conforme se desarrollaba la secuencia. En general, el número de explicaciones excede al de participantes, pues varios niños proporcionaron más de una explicación. A continuación, se describirán con más detalle algunos casos concretos.

**Tabla 4.** Frecuencia del tipo de explicaciones que dieron los estudiantes durante la secuencia

Tipos de explicación	Inicio de la secuencia			Durante la secuencia			
	3 años (N=6)	4 años (N=4)	5 años (N=4)	3 años (N=6)	4 años (N=4)	5 años (N=4)	
Científica	0	0	0	1	2	4	
Sintética	0	1	0	0	0	0	
Naturalista	Agentiva	1	1	3	0	2	2
	No-agentiva	1	0	1	7	6	4
No-naturalista	Teleológica	2	0	0	0	0	0
	Intencional	0	2	0	1	0	1
	Metafísica	0	0	0	2	0	0
Sin explicación	3	0	1	0	0	0	

En la primera actividad de la secuencia se observó que los niños tenían conocimientos previos acerca del aire. En sus respuestas hicieron referencia a fenómenos meteorológicos como el viento, la nieve, el arcoíris o la lluvia, pero mostraron una falta de comprensión en lo que a las propiedades del aire se refiere. Se comprueba que la mayor parte de los niños aún no tiene un modelo precursor acerca del aire, pero ya establecen relaciones entre el aire y el viento, o entre el aire y la respiración.

Un niño, Unai, proporcionó una explicación sintética al identificar el aire con el viento. En el lenguaje cotidiano el término aire es un sinónimo de viento. Sin embargo, desde el punto de vista científico, el término viento se utiliza para hacer referencia al movimiento en masa del aire, siendo el aire la mezcla homogénea de gases que constituye la atmósfera.



Cinco niños dieron explicaciones naturalistas agentivas al mencionar que el aire viene de los árboles, la nieve, los polos o de ciertas partes del cuerpo como la garganta. Por ejemplo:

Maestra: “¿Qué es el aire?”.

Unai [4 años]: “Es viento”.

Sofía [4 años]: “Viene de los árboles. También viene de la nieve”.

Yasmine [5 años]: “Y del Polo Sur, y del Polo Norte”.

Al preguntarles acerca de su peso, Yasmine proporcionó una explicación naturalista no-agentiva, pues justificó la ausencia de peso en base a la apariencia invisible del aire. Esta respuesta es semejante a las descritas en otros trabajos, en donde se demuestran las dificultades de los estudiantes para comprender que el aire tiene masa (Stavy, 1988).

Maestra: “¿Y sabéis si pesa?”.

Yasmine [5 años]: “No, no pesa, porque es aire solo. Lo que pesa son las cosas grandes. Nosotros, las maletas...”.

Con la segunda actividad de la secuencia, denominada “¿El aire existe?”, se intentó movilizar los conocimientos previos de los niños mediante la manipulación de objetos de su vida diaria como pueden ser globos, botellas o pajitas. De esto modo, los niños y las niñas intentaron descubrir con qué podían inflar un globo además de con la boca, y comprobaron que los globos salían disparados al dejar salir de golpe el aire que contenían. Al comienzo de la actividad, al preguntar a los niños por la causa del movimiento del globo, o no daban explicación alguna, o daban explicaciones simples como que “echaba afuera ruido”, respuesta limitada por la centralización propia de esta edad por la que tienden a fijarse en un solo aspecto del estímulo. La manipulación con los materiales, la discusión de las ideas en grupo y la intervención de la maestra les hizo cuestionarse la causa de tal movimiento, llegando la mayoría de ellos a la conclusión de que el aire contenido en el globo era el causante de su movimiento.

Durante la tercera actividad de la secuencia, cuando se preguntó a los niños que sucedería al introducir la boca de un globo inflado en agua, Sofía y Unai dieron explicaciones naturalistas agentivas al mencionar que saldrían burbujas de jabón. La necesidad de introducir la acción de un agente externo como el jabón pensamos que deriva de experiencias previas en su vida diaria, ya que probablemente hayan visto burbujas al echar jabón en la bañera o en los juegos de soplar. Al final de la actividad, Unai y Sofía se cuestionaron sus ideas y reorganizaron sus conocimientos, comprendiendo finalmente que las burbujas son de aire y pueden formarse en ausencia de jabón. En cambio, vemos como otra niña, Adriana, desde un principio ya exhibió un modelo más complejo dando una explicación científica al afirmar que saldrían burbujas debido al aire:

Maestra: “¿Qué pasa si metemos la boca de un globo inflado bajo el agua?”.

Sofía [4 años]: “Se desinfla y echa burbujas de jabón”.

Adriana [5 años]: “Salen burbujas porque el globo tiene aire dentro”.

Por otro lado, las primeras explicaciones de Javier, un niño de tres años recién cumplidos, durante esta actividad, se encuadraron en explicaciones intencionales y metafísicas, refiriéndose a las botellas como miembros de una unidad familiar y aludiendo a que el agua podía oler a aire. La explicación de Roque, también de tres años, no se basa en la evidencia

científica. Simplemente explica que sale más agua de una botella porque es la suya, signo del egocentrismo propio de estas edades.

Maestra: “¿Qué pasa si echamos ese aire que contienen las jeringas en agua?”.

Javier [3 años]: “El agua huele a aire”. [...]

Maestra: “¿Qué relación hay entre el tamaño de la botella sumergida y la cantidad de burbujas que salen de ella?”.

Javier [3 años]: “Salen más burbujas de la botella grande porque es el papá y menos de la pequeña porque es la mamá”. [...]

Roque [3 años]: “Salen más de la mía”.

Conforme se avanzó en la actividad, las explicaciones de estos niños fueron adquiriendo un mayor nivel de sofisticación, llegando a reconocer que las burbujas son de aire:

Maestra: “¿Qué contiene la botella grande? ¿Qué sale al sumergirla en agua?”

Javier [3 años]: “Burbujas”.

Maestra: “¿Y qué son las burbujas?”.

Javier [3 años]: “Aire”.

Durante la cuarta actividad, al preguntar a los niños qué pasaría al sumergir un vaso boca abajo, algunos niños como Diego dieron explicaciones naturalistas argentivas al hacer referencia a que el papel se moja, se hace añicos y se congela a causa del agua:

Maestra: “¿Qué sucederá si sumergimos el vaso boca abajo en el agua?”.

Diego [5 años]: “El papel se cae porque se moja y hace añicos, y al estar mucho tiempo bajo el agua, que está tan fría, se congela”.

En estas explicaciones iniciales vemos que aún no han integrado en sus modelos mentales la idea de que el aire ocupa espacio. Después de realizar el experimento y ver que el papel no se mojaba, Diana, de tres años, recurrió a una explicación no-naturalista metafísica al mencionar que «hay algo mágico en el vaso que no deja entrar el agua». Otros niños como Adriana, de cinco años, al ver que se formaban burbujas al sacar el vaso del agua, fueron capaces de concluir que el papel no se mojaba porque en el interior del vaso había aire.

En la quinta actividad, todos los niños dieron explicaciones naturalistas no-argentivas cuando se pidió que pensasen acerca de un globo inflado y otro sin inflar. Podemos distinguir aquí tres tipos de modelos precursores acerca del aire y su masa. Un primer grupo formado por Yasmine (5 años), Adriana (5 años), Unai (4 años), Javier (3 años) y Diana (3 años), hizo referencia a que el aire tiene peso y hace a las cosas más pesadas. Otros niños, Diego (5 años), Rosa (5 años), Sofía (4 años), Roque (3 años) y Marina (3 años), manifestaron que el globo inflado pesaría menos porque flota y vuela. Estos niños entendieron que el aire no tiene masa o hace a las cosas más ligeras. Un tercer grupo de niños, Daniel (3 años), Zina (3 años) e Inés (4 años), mencionaron que pesaría lo mismo un globo inflado que uno sin inflar. Por ejemplo:

Maestra: “¿Qué globo creéis que pesa más?”.

Unai [4 años]: “El globo hinchado porque el otro no tiene aire”.

Sofía [4 años]: “El globo inflado no pesa porque flota”.

Inés [4 años]: “Pesán lo mismo porque el globo grande no tiene nada dentro”.

Durante la actividad del molino de viento, la mayor parte de los niños ya había integrado la idea de que la cantidad de aire necesaria para mover objetos es proporcional a la masa de estos, y explicaron que los molinos no se pueden mover si no se sopla sobre ellos.

## Conclusiones

La construcción de modelos en el aula se entiende como un proceso de construcción social donde juegan un papel fundamental las interacciones entre pares y estudiantes-docentes, de ahí lo esencial de analizar las intervenciones del alumnado en tareas donde se ponen a prueba sus modelos a la hora de interpretar fenómenos (Garrido, 2016). Además, según Harlen (2008), es necesario que los escolares dispongan de referentes empíricos específicos para construir conceptos abstractos.

Mediante esta propuesta didáctica se han aportado referentes empíricos acerca del aire, su existencia y propiedades a escolares de Educación Infantil. A partir de los datos obtenidos se observó que al inicio de la secuencia este grupo de niños no tenía conceptualizada la idea de aire. Independientemente de la edad, la mayoría dieron explicaciones naturalistas agentivas en las que el aire se relacionaba con ciertos fenómenos meteorológicos como la lluvia, la nieve, el arcoíris o el viento. Esta idea de que el aire solamente existe cuando está en movimiento ya fue descrita en estudios previos (Demirbaş y Ertuğrul, 2014).

A medida que se desarrollaba la propuesta didáctica, las explicaciones intencionales y metafísicas fueron dando paso a explicaciones cada vez más sofisticadas en las que se apreciaba que la mayoría de los niños reconocía la existencia del aire, aunque no pudieran verlo, y eran conscientes de que ocupa espacio. La masa fue la propiedad del aire que entrañó más dificultades. Aunque algunos entendieron que el aire pesa y hace a las cosas más pesadas, también fueron frecuentes las respuestas en las que se consideraba que el aire hace más ligeras a las cosas o no pesa. Esta última respuesta fue especialmente recurrida entre los niños de menor edad. Estas ideas relativas al aire y a la masa son semejantes a las descritas en estudios previos con estudiantes de entre 11 y 15 años (Driver, 1988).

Estos resultados son relevantes de cara a la formación de futuros maestros de Educación Infantil, puesto que diversos autores señalan que los dominios conceptuales en los que los niños pequeños son capaces de producir explicaciones de tipo naturalista son especialmente adecuados para desarrollar el razonamiento causal durante la primera infancia (Christidou y Hatzinikita, 2006). Además, la capacidad para generar explicaciones de tipo naturalista se considera un indicador de que los niños están en condiciones de desarrollar un modelo precursor acerca del aire que les permita formular predicciones y explicar diferentes fenómenos (Koliopoulos, Christidou, Symidala y Koutsiouba, 2009).

Los modelos precursores pueden construirse y expandirse a través de actividades de ciencias relevantes en las que se proporcionen datos empíricos adecuados (Koliopoulos et al., 2009). En este sentido, el aprendizaje por indagación es uno de los enfoques más apropiados para aprender ciencia y promueve, entre otros procesos, la observación, la identificación y la formulación de preguntas, el establecimiento de hipótesis y la comprobación de estas mediante experimentación (Cañal, García-Carmona y Cruz-Guzmán, 2016). Las actividades que componen la propuesta didáctica que se presenta en este trabajo se alejan del formato explicación-aplicación, pues este tipo de estrategia, en la que la información se da en primer lugar y luego se aplica a la resolución de problemas, dificulta el desarrollo de modelos (Yan y Talanquer, 2015).

Hemos de señalar que la capacidad de generalización de este trabajo es limitada debido a la naturaleza cualitativa de la investigación que implica una muestra reducida de participantes. Sin embargo, los hallazgos de este trabajo permiten anticiparnos a las explica-

ciones y modelos precursores que pueden construir los niños pequeños acerca del aire, pudiendo prestar un mejor apoyo durante la evolución de los modelos.

### **Agradecimientos**

Al proyecto EDU2015-66643-C2-2-P financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad.

### **Referencias bibliográficas**

- Azizoğlu, N., y Geban, Ö. (2016). Students' preconceptions and misconceptions about gases. *Balikesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(1), 73-78.
- Benlloch, M. (1992). *Ciencias en el parvulario: Una propuesta psicopedagógica para el ámbito de la experimentación*. Barcelona: Paidós.
- Cabello, M. J. (2011). Ciencia en la educación infantil: La importancia de un "rincón de observación y experimentación" o "de los experimentos" en nuestras aulas. *Pedagogía Magna*, 10, 58-63.
- Canedo-Ibarra, S. P., Castelló-Escandell, J., García-Wehrle, P., Gómez-Galindo, A. y Morales-Blake, A. R. (2012). Cambio conceptual y construcción de modelos científicos precursores en educación infantil. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 17(54), 691-727.
- Cañal, P. (2006). La alfabetización científica en la infancia. *Aula de infantil*, 33, 5-9.
- Cañal, P., García-Carmona, A. y Cruz-Guzmán, M. (2016). *Didáctica de las ciencias experimentales en educación primaria*. Madrid: Paraninfo.
- Christidou, V. (2005). Accounting for Natural Phenomena. *International Journal of Learning*, 12(8), 21-28.
- Christidou, V. y Hatzinikita, V. (2006). Preschool children's explanations of plant growth and rain formation: A comparative analysis. *Research in Science Education*, 36(3), 187-210. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11165-005-9006-1>
- Demirbaş, M. y Ertuğrul, N. (2014). A study on preschoolers' conceptual perceptions of states of matter: A case study of Turkish students. *South African Journal of Education*, 34(3), 01-13. DOI: <http://doi.org/10.15700/201409161115>
- Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 6(2), 109-120.
- Eshach, H. y Fried, M. N. (2005). Should science be taught in Early Childhood? *Journal of Science Education and Technology*, 14(3), 315-336. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10956-005-7198-9>
- García-Carmona, A., Criado, A. M. y Cañal, P. (2014). Alfabetización científica en la etapa 3-6 años: Un análisis de la regulación estatal de enseñanzas mínimas. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(2), 131-149. DOI: <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.817>
- Garrido, A. (2016). *Modelització i models en la formació inicial de mestres de primària des de la perspectiva de la pràctica científica*. Tesis doctoral. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Gelman, R. y Brenneman, K. (2004). Science learning pathways for young children. *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 150-158. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2004.01.009>

- Giere, R. N. (2004). How models are used to represent reality. *Philosophy of science*, 71(5), 742-752. DOI: <https://doi.org/10.1086/425063>
- Greca, I. M. y Moreira, M. A. (2000). Mental models, conceptual models, and modelling. *International Journal of Science Education*, 22(1), 1-11. DOI: <https://doi.org/10.1080/095006900289976>
- Harlen, W. (2008). Science as a key component of the primary curriculum: A rationale with policy implications. *Primary Science*, 1, 4-18.
- Hesse, J. J. y Anderson, C. W. (1992). Students' conceptions of chemical change. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(3), 277-299. DOI: <https://doi.org/10.1002/tea.3660290307>
- Hickling, A. K. y Wellman, H. M. (2001). The emergence of children's causal explanations and theories: Evidence from everyday conversation. *Developmental Psychology*, 37(5), 668-683. DOI: <http://dx.doi.org/10.1037/0012-1649.37.5.668>
- Jin, H., Hokayem, H., Wang, S. y Wei, X. (2016). A US-China interview study: Biology students' argumentation and explanation about energy consumption issues. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14, 1037-1057. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10763-015-9651-4>
- Koliopoulos, D., Christidou, V., Symidala, I. y Koutsiouba, M. (2009). Pre-energy reasoning in preschool children. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 3(1), 123-140.
- 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.
- Mazas, B., Gil-Quílez, M. J., Martínez-Peña, B., Hervás, A. y Muñoz, A. (2018). Los niños y las niñas de infantil piensan, actúan y hablan sobre el comportamiento del aire y del agua. *Enseñanza de las Ciencias*, 36(1), 163-180.
- Meheut, M., Saltiel, E., y Tiberghien, A. (1985). Pupils' (11-12 year olds) conceptions of combustion. *European Journal of Science Education*, 7(1), 83-93. DOI: <https://doi.org/10.1080/0140528850070109>
- Novick, S., y Nussbaum, J. (1981). Pupils' understanding of the particulate nature of matter: A cross age study. *Science Education*, 65(2), 187-196. DOI: <https://doi.org/10.1002/sce.3730650209>
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation*. Thousand Oaks: Sage.
- Peterson, S. M. y French, L. (2008). Supporting young children's explanations through inquiry science in preschool. *Early Childhood Research Quarterly*, 23(3), 395-408. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2008.01.003>
- Piaget, J. (1929). *The child's conception of the world*. London: Routledge.
- Piaget, J. (1934). *La causalidad física en el niño*. Madrid: Espasa-Calpe
- Richards, R. (1990). *An early start to technology from science*. London: Simon & Schuster.
- Saçkes, M., Flevares, L. M. y Trundle, K. C. (2010). Four-to six-year-old children's conceptions of the mechanism of rainfall. *Early Childhood Research Quarterly*, 25(4), 536-546. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.ecresq.2010.01.001>
- Sanmartí, N. (1995). Aprenen Ciències els més petits. *Revista Infància*, 85, 8-11.

- Séré, M. G. (1986). Children's conceptions of the gaseous state prior to teaching. *European Journal of Science Teaching*, 8(4), 413-425. DOI: <https://doi.org/10.1080/0140528860080408>
- Stavy, R. (1988). Children's conception of gas. *International Journal of Science Education*, 10(5), 553-560. DOI: <https://doi.org/10.1080/0950069880100508>
- Stavy, R. (1990). Children's conceptions of changes in the state of matter. From liquid (or solid) to gas. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(3), 247-266. DOI: <https://doi.org/10.1002/tea.3660270308>
- Throop, S. (1982). *Actividades preescolares: Ciencias físicas y naturales*. Barcelona: CEAC.
- Tissandier, G. (1981). *Las recreaciones científicas o la enseñanza por los juegos*. Madrid: Bailly-Bailliere.
- Weil-Barais, A. (2001). Constructivist approaches and the teaching of science. *Prospects*, 31(2), 187-196. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF03220060>
- White, R. T. y Gunstone, R. F. (1992). *Probing understanding*. London: The Falmer Press.
- Xunta de Galicia (2009). *Decreto 330/2009, de 4 de junio, por el que se establece el currículo de la educación infantil en la Comunidad Autónoma de Galicia*. DOG 23/06/2009, Santiago de Compostela.
- Yan F. y Talanquer V. (2015). Students' ideas about how and why chemical reactions happen: mapping the conceptual landscape. *International Journal of Science Education*, 37(18), 3066-3092. DOI: <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1121414>
- Yin, R. K. (2003). *Case study research. Design and methods*. California: Sage Publications.