



<Artículo>

Enseñanza-aprendizaje de las ciencias en Educación infantil: la construcción de modelos científicos precursores

Sabrina Patricia Canedo Ibarra, Josep Castelló Escandell, Paloma García Wehrle

Fecha de presentación: 15/10/2009

Fecha de aceptación: 17/02/2010

Fecha de publicación: 23/03/2010

//Resumen

En este artículo se presentan los resultados acerca de la construcción del modelo científico precursor (MCP) de flotación basado en la naturaleza del material de los objetos por parte de niños de Educación infantil, a partir del uso de habilidades científicas procedimentales y comunicativas, en un contexto dialógico de instrucción. El estudio exploratorio siguió un enfoque cualitativo en la recogida y el análisis de los datos y se llevó a término en tres fases: pre-test, proceso de instrucción y post-test. Los resultados muestran que, después del periodo de instrucción, varios menores fueron capaces de construir el modelo precursor de flotación, y que, en general, todos mostraron mejorar cualitativamente su razonamiento al describir el fenómeno en términos del acontecimiento mismo y al cambiar la forma de explicarlo en términos más científicos. En base a estos resultados asumimos que las actividades fueron efectivas y que, en el contexto de la educación infantil, el enfoque que se propone puede contribuir a mejorar la comprensión de los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias en la educación infantil, con el objetivo de promover una alfabetización científica desde edades tempranas.

//Palabras clave

Modelos científicos precursores, flotación, habilidades científicas procedimentales y comunicativas, cambio en las ideas, educación infantil.

//Referencia recomendada

Canedo-Ibarra, S.P.; Castelló-Escandell J. y García-Wehrle P. (2010) Enseñanza-aprendizaje de las ciencias en Educación infantil: la construcción de modelos científicos precursores [En línea] *REIRE: Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, Vol. 3, núm. 1, 29-45. Accesible en: <http://www.raco.cat/index.php/REIRE>

// Datos de los autores

Sabrina Patricia Canedo Ibarra: Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals i la Matemàtica, Universitat de Barcelona, Becària d'Investigació i Docència. sabrinacanedo@ub.edu

Josep Castelló Escandell: Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals i la Matemàtica, Universitat de Barcelona, Docent-investigador; josep.castello@ub.edu

Paloma García Wehrle: Directora de Departament; Docent-investigadora; palomagarcia@ub.edu



Sabrina P. Canedo-Ibarra, Josep Castelló Escandell, Paloma García Wehrle. *Enseñanza-aprendizaje de las ciencias en Educación infantil: la construcción de modelos científicos precursores.*

1. Justificación

En la Educación infantil, el estudio de la ciencia difiere de la Educación primaria y secundaria tanto en forma como en estructura. Por ello, el desarrollo de actividades científicas se contextualizan en un currículo integrado y sólo una pequeña parte del total de actividades consideradas se dedican al estudio del mundo natural. Se observa, además, que con frecuencia las actividades que forman parte del currículo de ciencias no están explícitamente fundamentadas en principios teóricos psicológicos, epistemológicos o pedagógicos relacionados con la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. En la Educación infantil parece que las actividades de ciencias están fragmentadas y se confunden con conceptos lógico-matemáticos y problemas de la vida social. La estructura de un concepto o fenómeno científico no está claramente definida, y el objetivo de una actividad y su función en circunstancias concretas no están claramente articuladas (Ravanis y Bagakis, 1998).

Por otra parte, dadas las diferentes ideas pedagógicas y creencias acerca de la enseñanza en las que varios currículos y programas se fundamentan, existen también diferentes enfoques para trabajar los contenidos científicos. Así, encontramos actividades que se caracterizan por su perspectiva empírica al presentar los procesos experimentales y el material de enseñanza, y actividades que se desarrollan sólo sobre la base de la perspectiva piagetiana acerca de la construcción del conocimiento, la cual ha sido criticada ya que se centra en la actividad infantil autónoma.

En los últimos quince años las investigaciones se han realizado en un contexto más amplio de enfoques teóricos. En ellos, el aprendizaje se entiende como un producto de interacciones sociales, que tienen lugar en torno a conceptos clave, en las cuales el medio ambiente educativo puede ayudar a los niños a construirse representaciones que no tienen o a transformarlas en otras más compatibles con los modelos científicos. Desde esta perspectiva, las actividades pueden dar lugar, bajo ciertas condiciones, a la construcción de modelos precursores (Lemeigman y Weil-Barais, 1993).

La investigación que se presenta aquí se sitúa en esta perspectiva, que se refiere a la construcción del modelo científico precursor de flotación/inmersión de los cuerpos, basado en la naturaleza del material, como una idea intuitiva de la densidad, por parte de niños de 5-6 años de edad desde una perspectiva socioconstructivista de la enseñanza y el aprendizaje.

2. Objetivos

El objetivo principal de este estudio fue promover, describir y caracterizar la construcción de un modelo precursor de flotación. Este modelo se basa en el tipo de material del que están hechos los objetos. Representa una aproximación intuitiva al concepto de densidad, cuando los niños predicen, observan y describen los resultados de actividades relacionadas con la flotación o inmersión en el agua de diferentes cuerpos sólidos hechos de diferentes materiales. A partir de este objetivo principal se plantearon los objetivos particulares siguientes:

Sabrina P. Canedo-Ibarra, Josep Castelló Escandell, Paloma García Wehrle. *Enseñanza-aprendizaje de las ciencias en Educación infantil: la construcción de modelos científicos precursores.*

1. Describir y caracterizar los cambios en las ideas de los niños acerca del fenómeno de flotación después de un periodo de instrucción.
2. Describir y caracterizar el modelo científico precursor que construyen los niños.

3. Marco teórico

La investigación se apoya en la perspectiva socioconstructivista de la enseñanza y el aprendizaje (Vygotsky, 1978), considerando el rol que juegan las interacciones sociales en la construcción del conocimiento (Wertsch y Toma, 1995). Las perspectivas vygotskianas y neovygotskianas del constructivismo social establecen que la interacción social es el principal factor en la construcción del conocimiento científico en los niños (Chinn, 1998). Este enfoque, en el que las interacciones sociales en contextos donde las propias visiones y argumentos de los niños se explicitan y median por el profesorado, ha resultado ser más eficiente que aquellos en los que el profesorado se limita a dirigir la actividad o los que se centran en el aprendizaje por descubrimiento (Havu-Nuutinen, 2000). En la perspectiva socioconstructivista, la educación científica se considera como promoción de una forma de pensamiento. Pero el pensamiento científico no es un cuerpo de procedimientos desestructurado, sino un proceso complejo de desarrollo intelectual; no es la adquisición de estrategias correctas de experimentación, sino el desarrollo de la habilidad de coordinar las teorías existentes con las nuevas evidencias que se generan en una forma explícita, conciente y controlada. El pensamiento científico es un proceso en el que se piensa acerca del propio pensamiento (Kuhn, 1993).

En el desarrollo de esta forma de pensamiento, el lenguaje, el discurso y la argumentación juegan un papel fundamental (Driver, et al., 2000; Duschl y Osborne, 2002; Mercer, et al, 2004). Los nuevos conceptos, aprendidos en contextos educativos, son el resultado de la construcción de ideas existentes a través de la experiencia social. Como un resultado de este proceso, los conceptos se verifican, llegan a ser más completos o se reconstruyen totalmente. Por lo tanto, durante el proceso de enseñanza es importante considerar y comprender las ideas iniciales de los niños acerca de un fenómeno particular antes de promover una evolución conceptual (Driver et al., 1994; Harlen, 1998).

Por otra parte, en la evolución conceptual, una estrategia de enseñanza-aprendizaje adecuada es la de modelización. El proceso de aprendizaje a través de la construcción de modelos parece ser central en la formación de teorías científicas y para la educación científica (Clement, 2000). Los modelos y la modelización son herramientas clave para los profesionales de la ciencia, para el profesorado de ciencias y para el alumnado de ciencias.

El uso de modelos y analogías en la educación científica puede ayudar a los niños a desarrollar una comprensión acerca de la naturaleza de la ciencia, pero, para que la evolución conceptual se lleve a cabo, se requiere que los menores sean capaces de reflexionar y discutir acerca de los conceptos científicos que están construyendo (Coll, 2005).

Sabrina P. Canedo-Ibarra, Josep Castelló Escandell, Paloma García Wehrle. *Enseñanza-aprendizaje de las ciencias en Educación infantil: la construcción de modelos científicos precursores.*

Este concepto de modelización se presenta de una forma singular en la Educación infantil. La construcción de modelos como representaciones simbólicas se basa en articulaciones progresivas entre los registros empíricos, formales y cognitivos (Weil-Barrais, 1997). Sin embargo, la génesis y el uso de modelos en la enseñanza de la ciencia son el resultado de procesos educativos especialmente orientados, de larga duración, y necesitan de un alto nivel cognitivo para su construcción. En este sentido, la construcción de modelos en infantes no consiste en la adquisición del modelo en sí, por lo que el concepto de modelo precursor (Lemeignan y Weil-Barrais, 1993) es un enfoque adecuado para el progreso cognitivo de los mismos (Ravanis, 2000). Estos modelos científicos precursores (MCPs) son compatibles con los modelos científicos, ya que se construyen sobre la base de ciertos elementos que el modelo científico abarca y tienen un rango limitado de aplicación. Estos modelos son construcciones cognitivas generadas en el contexto educativo y constituyen las bases para subsecuentes construcciones cognitivas, las cuales, sin estas bases, pueden ser difíciles o imposibles de construir (Weil-Barrais, 2001).

El modelo científico de flotación puede explicarse de dos maneras diferentes a partir del modelo mecánico de equilibrio de fuerzas:

- A) considerando el equilibrio de fuerzas o la comparación de fuerzas, y
- B) considerando el equilibrio de densidades o la comparación de densidades.

La primera explicación está relacionada con la comparación entre los valores de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo sólido y se basa en la definición clásica del principio de Arquímedes. La segunda explicación requiere de la definición del concepto de "densidad" (o del concepto similar de "peso específico") y está relacionada con la comparación entre las densidades del cuerpo sólido y del líquido en el que flota o se hunde. Basándose en estas explicaciones, el fenómeno de flotación y hundimiento puede explicarse, a su vez, de cuatro formas considerando la fuerza, el peso y el volumen:

- 1) Cuando un objeto estacionario flota en el agua, el peso del material está actuando hacia abajo y el agua debe proporcionar una fuerza hacia arriba denominada "empuje". Estas fuerzas deben estar balanceadas para que el objeto flote;
- 2) Si un objeto flota en el agua, desplaza un volumen de agua cuyo peso es igual al valor de la fuerza de empuje. La ley de Arquímedes describe justamente la igualdad entre este empuje (= peso del volumen de agua desplazada) y el peso del cuerpo que flota. Si un cuerpo flota, por lo tanto, el peso del volumen de agua desplazada es igual al peso del objeto;
- 3) Cuando un cuerpo flota en el agua, el agua desplazada tiene el mismo volumen que el objeto bajo la superficie del agua y
- 4) La flotabilidad o no flotabilidad de un objeto queda determinada directamente por su densidad (más precisamente, por la densidad de la sustancia de la que está hecho el objeto). Los objetos elaborados de una sustancia con densidad menor a la del agua flotarán, mientras que los elaborados de una sustancia con densidad mayor a la del agua se hundirán (Jardin y Kennedy, 1997; Khon, 1993).

Sabrina P. Canedo-Ibarra, Josep Castelló Escandell, Paloma García Wehrle. *Enseñanza-aprendizaje de las ciencias en Educación infantil: la construcción de modelos científicos precursores.*

Para definir el modelo científico precursor se ha considerado la perspectiva de la densidad, en este caso en particular, de los objetos, directamente relacionada con el tipo de sustancia de la que están compuestos.

4. Metodología

El enfoque metodológico de esta investigación ha sido etnográfico en una vertiente descriptiva interpretativa (Erickson, 1998). Asimismo, se han utilizado técnicas cualitativas en la obtención y el análisis de los datos. El estudio se ha abordado como un estudio de caso (Merriam, 1998) acerca del fenómeno de la flotación y se ha llevado a cabo en una clase de educación infantil de la escuela pública CEIP "Els Pins" en la ciudad de Barcelona. Los datos se obtuvieron utilizando la técnica de observación participante (Erickson, 1998) y la muestra consistió en 20 niños y niñas de 5-6 años de edad. El grupo, a su vez, se dividió en equipos de 4 componentes para facilitar el intercambio de ideas entre infantes y docente (Rafal, 1996). La investigación ha seguido un diseño pre-test, seguido de la intervención didáctica y un análisis post-test. El proceso de instrucción o intervención didáctica se ha basado en el propuesto por Havu-Nuutinen (2005), siguiendo un enfoque de interacción colaborativa, utilizando el método de aprendizaje por descubrimiento guiado y un patrón orientación-predicciones y experimentación-discusión general. El pre-test y el post-test, así como las sesiones de clase, se grabaron en audio y vídeo para su posterior análisis. El análisis cualitativo de los datos se realizó a través de un análisis de contenido (Fraenkel y Wallen, 2003). A continuación se describen las diferentes fases del diseño, el cual se basa en las actividades propuestas por Koliopoulus et al. (2004).

4.1. Pre-test: tarea 1

En primer lugar se realizaron entrevistas individuales del tipo "entrevistas acerca de un acontecimiento" (Carr, 1996) para identificar las ideas que los niños tenían acerca de la flotación de los cuerpos antes del periodo de instrucción. Se presentó un recipiente de cristal de 500 ml lleno de agua, así como 15 objetos diferentes (bloques pequeños de construcción de madera, juguetes pequeños como un carro de metal de dimensiones reducidas, un animal de plástico, una casa de madera, tapones de caucho, una pelota pequeña y una piedra). Se les informó que harían un experimento para ver qué pasaba cuando cada uno de los objetos se metía en el agua. En el momento de mostrar cada objeto a los menores, se les pidió que describieran y predijeran qué pasaría con cada uno de ellos. Los objetos no se sumergieron en el agua.

4.2. Clarificación de conceptos: tarea 2

En esta sesión se familiarizó a los niños con los materiales y sus nombres. A su vez, se les hizo principalmente comprender y usar correctamente los términos "flota" y "se hunde". Se les presentó el recipiente de cristal lleno de agua, así como los 15 objetos diferentes utilizados en el pre-test. Se pidió nuevamente a los niños que predijeran qué pasaría con



Sabrina P. Canedo-Ibarra, Josep Castelló Escandell, Paloma García Wehrle. *Enseñanza-aprendizaje de las ciencias en Educación infantil: la construcción de modelos científicos precursores.*

los objetos al meterlos en el agua. Posteriormente, se solicitó que probaran cada uno de ellos en el agua y evaluaran sus predicciones. No se discutieron las causas del fenómeno. Enseguida, se les presentaron 6 cubos de diferentes materiales: tres cubos de 1 cm de lado cada uno y tres más de 3 cm de lado, en pares, y de los materiales siguientes: corcho, madera y plástico (se consideró que los cubos de madera y de plástico fueran lo suficientemente densos como para hundirse, mientras que los de corcho lo suficientemente ligeros como para flotar). Los niños observaron los cubos, los tocaron y trataron de identificar de qué material estaban hechos. Se les habló acerca de los diferentes tipos de materiales. Los objetos tampoco se probaron en el agua.

4.3. Predicción, experimentación y discusión de resultados: tarea 3

Se mostró a los niños el recipiente con agua y los cubos de la tarea 2. Se les pidió que describieran de nuevo el material del que estaban hechos y que predijeran qué cubos flotarían y cuáles se hundirían. Asimismo, se les pidió que clasificaran los cubos de acuerdo al comportamiento esperado en el agua, pidiéndoles que justificaran sus respuestas. La docente clarificó solamente los términos o expresiones tales como peso, forma y material. Posteriormente se pidió a los niños que probaran los cubos introduciéndolos uno a uno en el recipiente de cristal con la finalidad de valorar la precisión de sus predicciones. En la fase final de la discusión, de nuevo, se pidió a los niños la justificación del fenómeno observado.

4.4. Aplicación: tarea 4

Se proporcionó nuevamente a los niños los cubos utilizados en la tarea 2 y otros de diferentes materiales y tamaños. Se les pidió que observaran y describieran sus características poniendo especial atención en el material del que estaban hechos. Enseguida se les pidió nuevamente que predijeran cuáles flotarían y cuáles se hundirán, clasificándolos en dos grupos y justificando siempre sus respuestas. Se les pidió que evaluaran sus predicciones en el recipiente con agua y discutieran los resultados.

4.5. Post-test

Se realizaron las mismas entrevistas que para el pre-test.

5. Resultados y discusión

El análisis cualitativo de los datos tuvo en consideración los aspectos siguientes: por un lado, identificar y categorizar el razonamiento de los niños. Por el otro, identificar los cambios en las respuestas del pre-test y del post-test y, en base a estos cambios, la construcción del modelo precursor propuesto.



Sabrina P. Canedo-Ibarra, Josep Castelló Escandell, Paloma García Wehrle. *Enseñanza-aprendizaje de las ciencias en Educación infantil: la construcción de modelos científicos precursores.*

5.1. Razonamiento de los niños

Las respuestas de los niños, tanto en el pre-test como en el post-test, se categorizaron utilizando redes sistémicas (Bliss y Ogborn, 1983) (Figuras 1 y 2). Las respuestas dadas a la pregunta “¿por qué flotan o se hunden los objetos?” presentaron diferencias. En algunas ocasiones el razonamiento de los niños con respecto a la flotación y el hundimiento fue confuso y contradictorio, puesto que no expresaron relaciones entre el fenómeno y algunos factores específicos como el peso o el tipo de material de los objetos. Las representaciones propuestas fueron contradictorias (“se hunden los que pesan menos” o “flotan los que pesan más”) o confusas (“todos los demás se hunden”). En otros casos, las ideas de los niños parecieron estar conectadas con el factor “peso del objeto”, aunque algunas veces se relacionó con el volumen, pero finalmente fue el peso el que determinó la flotación o el hundimiento de los objetos. Por otra parte, algunos otros niños hicieron referencia al tipo de objeto (cubo), su composición o sus propiedades. Sólo unos cuantos niños mencionaron no saber la causa del fenómeno.

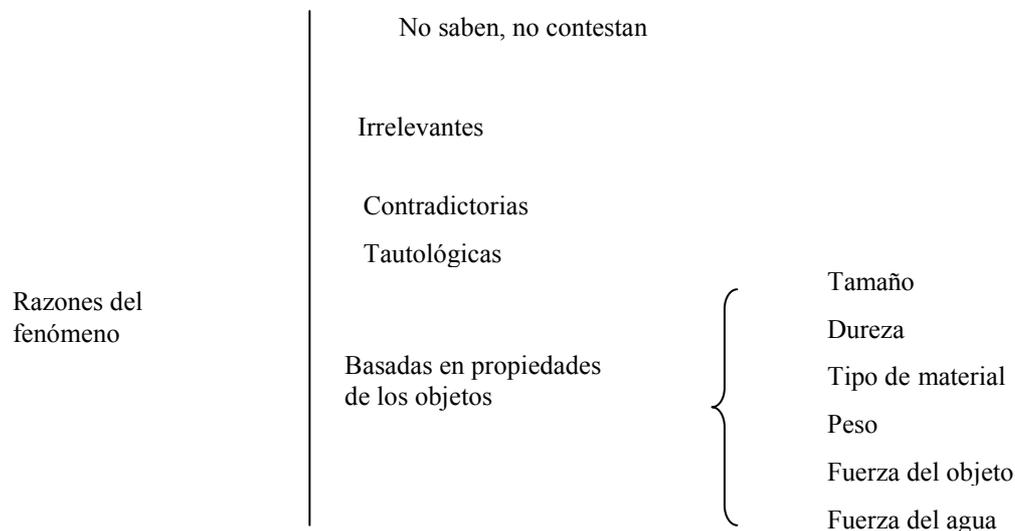


Figura 1. Red sistémica de las razones del fenómeno en el pre-test



Sabrina P. Canedo-Ibarra, Josep Castelló Escandell, Paloma García Wehrle. *Enseñanza-aprendizaje de las ciencias en Educación infantil: la construcción de modelos científicos precursores.*

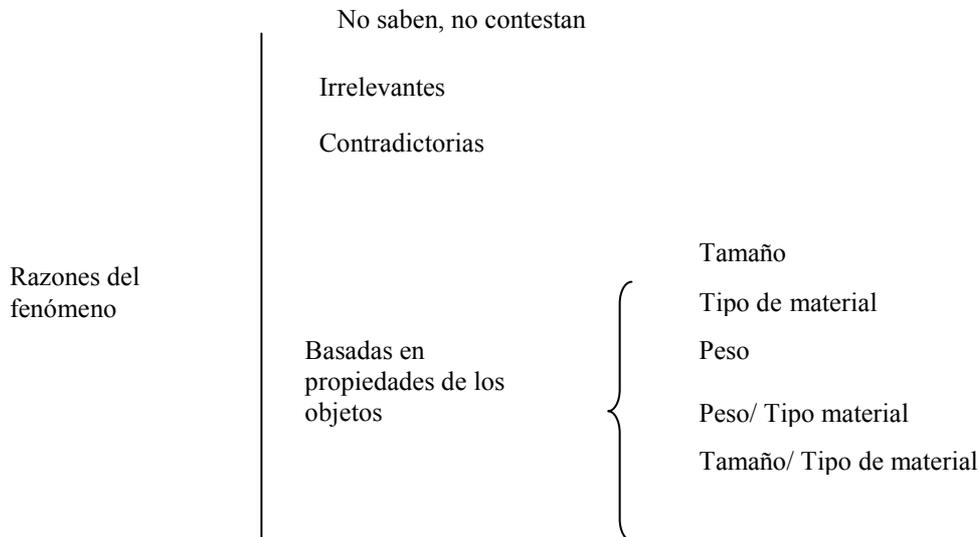


Figura 2. Red sistémica de las razones del fenómeno en el post-test

Para caracterizar las justificaciones de los niños, tanto en el pre-test como en el post-test, se realizó otra categorización a partir de las redes sistémicas:

- 1) Modelo precursor relacionado con el tipo de material de los objetos
- 2) Representaciones que relacionan la flotación o el hundimiento con el peso o volumen
- 3) Representaciones contradictorias
- 4) Sin respuesta

En la Tabla 1 se muestran los criterios que utilizaron los niños para justificar el fenómeno, tanto en el periodo inicial como en el final de la experimentación. Cada número corresponde a un sujeto de la muestra. Así, en la primera fase, por ejemplo, el niño 1 manifestó representaciones contradictorias, mientras que al final se desplazó hacia la categoría del factor material/densidad. La f indica la frecuencia en cada una de las categorías, tanto en el pre-test como en el post-test.



Sabrina P. Canedo-Ibarra, Josep Castelló Escandell, Paloma García Wehrle. *Enseñanza-aprendizaje de las ciencias en Educación infantil: la construcción de modelos científicos precursores.*

Tabla 1. Razonamiento de los niños en los periodos inicial y final

Categorías	Periodo inicial	<i>f</i>	Periodo final	<i>F</i>
Factor Material/Densidad (MCP)	6, 8, 11,13	4	1,2,3,5,8,9,11,13,17,20	10
Factor Peso o Volumen	2,3,5,7,9,15,17,19,20	9	4,7,12,14,15,16,19	7
Representaciones contradictorias	1, 4, 14, 16	4	18	1
Sin respuesta	10, 12, 18	3	10, 6	2

En la Tabla 1 se observa que varios niños, después de la fase de experimentación, comenzaron a justificar el fenómeno de flotación en base al tipo de material del que estaban hechos los objetos y, junto a esta constatación, las respuestas contradictorias disminuyeron considerablemente.

5.2. Cambios en el razonamiento. Hacia la construcción del modelo precursor

El razonamiento de muchos de los niños cambió durante el desarrollo experimental. Parecer ser que la discusión de sus predicciones en relación con sus observaciones permitió la reorientación y/o desarrollo de su razonamiento. En un intento de observar el posible cambio en el pensamiento de los niños se realizó una categorización basada en las diferencias entre el pre-test y el post-test:

a) **Construcción de un modelo precursor en el que el fenómeno de flotación/inmersión está relacionado con el tipo de material.** Esta categoría incluye los cambios en las representaciones de los niños. En el periodo final de la fase de experimentación, los niños relacionaron la flotación con el tipo de material, mientras que en la fase inicial dieron respuestas contradictorias (sujeto 1) o atribuyeron el fenómeno al peso de los objetos (sujetos 2, 3, 5, 9, 17, 20).

b) **Construcción de una representación en la que la flotación o inmersión está relacionada con el volumen o el peso.** Esta categoría incluye los cambios en las representaciones de los niños hacia el periodo final, donde relacionaron el fenómeno con el peso o el volumen de los objetos, a diferencia del periodo inicial en el que dieron respuestas contradictoria (sujetos 4, 14, 16) o no contestaron (sujeto 12).

c) **Inmovilidad o insistencia en el razonamiento inicial.** Esta categoría incluye las respuestas en las que, tanto en el periodo inicial como en el final, se formularon razonamientos del mismo nivel. Incluye las respuestas iniciales ya satisfactorias, como las



Sabrina P. Canedo-Ibarra, Josep Castelló Escandell, Paloma García Wehrle. *Enseñanza-aprendizaje de las ciencias en Educación infantil: la construcción de modelos científicos precursores.*

de los sujetos 8, 11 y 13, que atribuyen al fenómeno los factores de peso o volumen (7, 15, 19); y la ausencia de respuesta por parte de algún niño (sujeto 10).

d) **Regresión.** Esta categoría incluye las respuestas que en el periodo inicial fueron satisfactorias, pero al final se relacionan con otras categoría de un nivel inferior (sujeto 6).

La Tabla 2 muestra los cambios en el razonamiento de los niños entre los periodos inicial y final. En la Figura 3 se muestran los cambios en las representaciones, la inmovilidad y la regresión.

Tabla 2. Cambios en el razonamiento de los niños con respecto al fenómeno de flotación/hundimiento.

Categorías	Sujetos	f
Modelo precursor	1,2,3,5,9,17,20	7
Representación peso/volumen	4,12,14,16	4
Inmovilidad	7,8,10,11,13,15,18,19	8
Regresión	6	1

Antes del periodo de experimentación, la mayoría de niños (9) justificaron el fenómeno en base al peso o el tamaño de los objetos (volumen). Algunos no respondieron a las preguntas del pre-test o dieron respuestas contradictorias relacionadas con el peso (4). Otro grupo de niños justificaron el fenómeno en base al tipo de material del que estaban hechos los objetos.



Sabrina P. Canedo-Ibarra, Josep Castelló Escandell, Paloma García Wehrle. *Enseñanza-aprendizaje de las ciencias en Educación infantil: la construcción de modelos científicos precursores.*

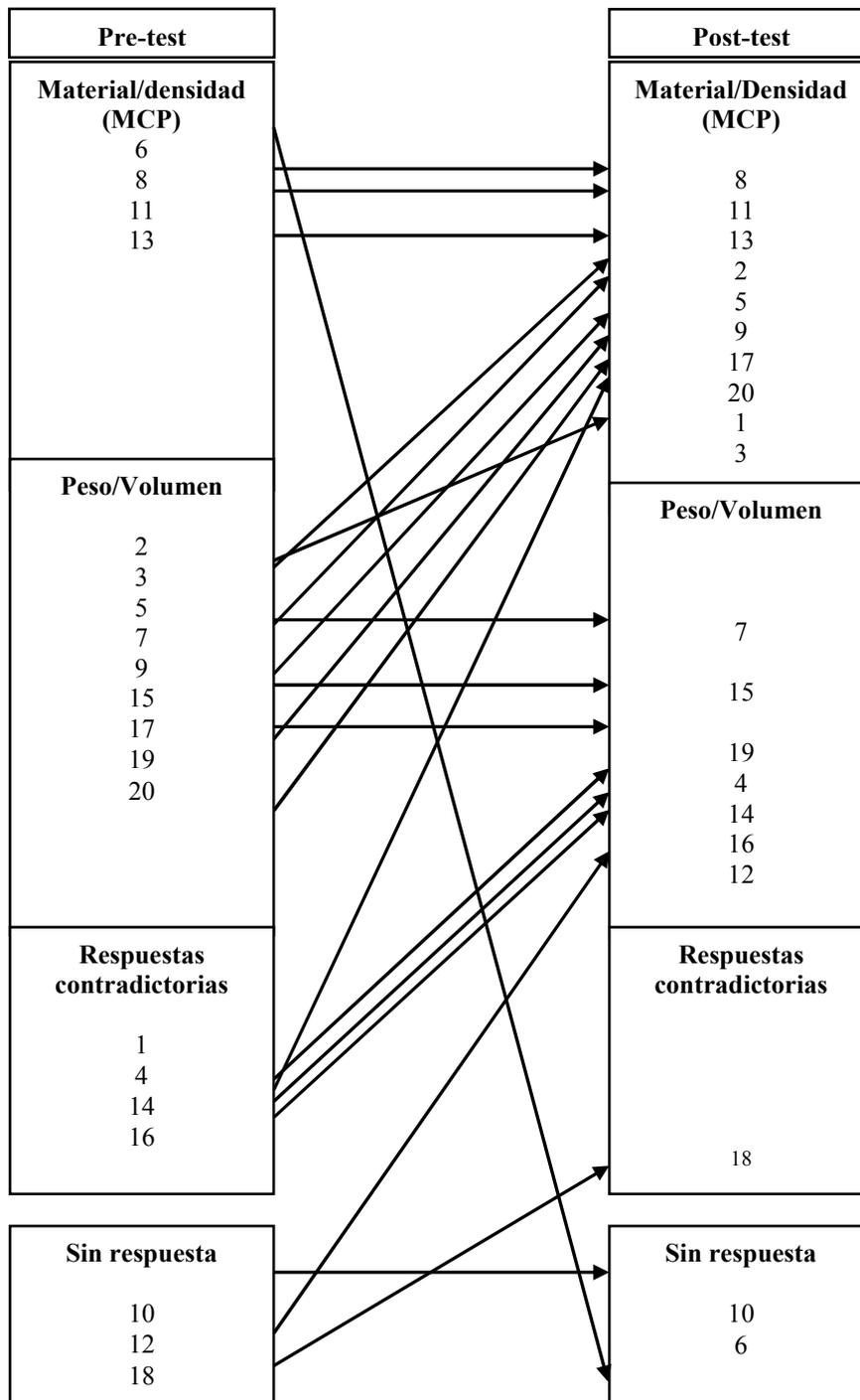


Figura 3. Cambios, inmovilidad y regresión en las concepciones de los niños.

De los menores que inicialmente no respondieron durante el pre-test, uno permaneció en esta categoría (inmovilidad), otro se desplazó hacia respuestas contradictorias (inmovilidad) y otro hacia la categoría de peso/volumen (cambio). Del grupo de niños que



Sabrina P. Canedo-Ibarra, Josep Castelló Escandell, Paloma García Wehrle. *Enseñanza-aprendizaje de las ciencias en Educación infantil: la construcción de modelos científicos precursores.*

en el pre-test dieron respuestas contradictorias, 3 se desplazaron hacia la categoría de peso/volumen (cambio) y uno hacia la de material/densidad (cambio). Del grupo de niños que en el pre-test dieron respuestas relacionadas con el peso o el volumen, 3 permanecieron en esta categoría (inmovilidad) y 6 se desplazaron hacia la de material/densidad (cambio). Por último, todos los niños que inicialmente consideraron el tipo de material del que estaban hechos los objetos como factor que determinó la flotación o hundimiento permanecieron en esta categoría, considerando, además, el peso o el tamaño de los objetos como factores que también pudieron influir en el fenómeno.

En general, los resultados sostienen la idea que los niños y niñas de 5-6 años de edad fueron capaces de construir un modelo precursor del fenómeno de flotación/inmersión, basado en un concepto intuitivo de densidad. Siete niños (47 % sin considerar los 3 que ya en la fase inicial consideraron el tipo de material como un factor relacionado con la flotación/hundimiento) construyeron el modelo durante el proceso de instrucción; uno de ellos en el pre-test dio respuestas contradictorias y los otros 6 se desplazaron desde el grupo de respuestas basadas en el peso/volumen.

Los resultados obtenidos en este estudio fueron similares a los obtenidos por Koliopoulos, et al. (2004) en su investigación. Estos autores trabajaron con 20 niños de edades comprendidas entre los 5-6 años. Encontraron que algunas de las respuestas acerca de la flotación y el hundimiento de los objetos fueron confusas en un inicio, dada la falta de conexión entre los conceptos de flotación, hundimiento y algún otro factor específico, tal como el peso o el material. En otros casos, las ideas expuestas por los menores parecieron estar conectadas con los factores peso o volumen, aunque los niños atribuyeron a estos factores sus propios significados empírico-intuitivos. Al categorizar todas las explicaciones dadas, tanto de la fase inicial como de la final, se encontraron los resultados siguientes: el modelo precursor que relaciona la inmersión o la flotación con el tipo de material de los objetos; representaciones que relacionan el fenómeno con el peso o el volumen; representaciones contradictorias y no respuestas. Estableciendo los posibles cambios en el pensamiento de los niños se obtuvieron los resultados siguientes: de entre los 20 niños del estudio, de los 3 que en el pre-test no respondieron, 2 permanecieron en esta categoría (inmovilidad) al final y uno se desplazó hacia la de peso/volumen (cambio). De 9 niños que en el pre-test dieron respuestas contradictorias, en el post-test 4 permanecieron en esta categoría (inmovilidad), 2 se desplazaron hacia la de peso/volumen (movilidad) y 3 hacia la de material/densidad (cambio). Finalmente, de 7 niños que en el pre-test relacionaron el fenómeno con el peso o el volumen, 6 permanecieron en esta categoría (inmovilidad) y uno se desplazó hacia la de material/densidad (cambio). Sólo uno de los niños se desplazó de la categoría de más alto nivel hacia el nivel más bajo al no dar respuestas en el post-test (regresión).

Con la finalidad de evaluar nuestro proceso de instrucción, al comparar nuestros resultados con los de Koliopoulos, et al. (2004), encontramos que en nuestro estudio hubo menos niños que dieron respuestas contradictorias durante el pre-test (9 en Koliopoulos et al., 2004; 4 en el nuestro). Esto pudo deberse a que previamente los niños trabajaron el fenómeno con un enfoque basado en el peso (Canedo, 2009) y, por lo tanto, esta



Sabrina P. Canedo-Ibarra, Josep Castelló Escandell, Paloma García Wehrle. *Enseñanza-aprendizaje de las ciencias en Educación infantil: la construcción de modelos científicos precursores.*

propiedad fue más evidente para ellos durante las actividades que realizaron en este estudio. Por otro lado, en nuestro estudio los 4 niños que inicialmente dieron respuestas contradictorias se desplazaron hacia las categorías de peso/volumen o material/densidad (cambio), y los que inicialmente utilizaron el factor peso/volumen (9) se desplazaron, la mayoría, hacia la de material/densidad (6) (cambio) y 3 permanecieron en la última categoría (inmovilidad). En el trabajo de Koliopoulos, et al. (2004), 4 niños permanecieron en la categoría de respuestas contradictorias, 2 se desplazaron hacia la de peso/volumen y 3 hacia la de material/densidad. De los 7 niños que inicialmente basaron su razonamiento en el factor peso/volumen, 6 permanecieron en esta categoría y sólo uno se desplazó hacia la de material/densidad. En nuestro estudio se presentó con mayor frecuencia el cambio (10 niños) hacia categorías superiores que en el estudio de Koliopoulos et al. (7). De la misma forma, la inmovilidad fue menor en nuestro estudio (4 niños) que en el Koliopoulos et al. (7).

En nuestro estudio, al final del periodo de instrucción, el 55 % de los niños presentaron movilidad o cambio, basando sus justificaciones en base al tipo de material (material/densidad). El 35 % de los niños permanecieron en sus ideas iniciales (inmovilidad), considerando el peso o el tamaño (peso/volumen) de los objetos en sus justificaciones, o bien el tipo de material (material/densidad). Un niño (10 %) permaneció en la categoría de no respuesta (inmovilidad) en las dos fases y se presentó un caso al que consideramos regresión, ya que la ausencia de respuesta se dio en el post-test, habiendo respondido previamente. Finalmente, las respuestas contradictorias ya no se presentaron durante el post-test.

6. Conclusiones

En general, se observaron notables diferencias entre los niños que inicialmente dieron explicaciones no relevantes o no científicas y que al final del periodo mostraron un razonamiento más elaborado. Concluimos que los niños fueron capaces de construir el modelo de flotación basándose en la idea intuitiva de densidad, considerando el fenómeno de flotación en términos del acontecimiento mismo y cambiando sus formas de justificarlo desde una perspectiva más científica. La estrategia didáctica, basada en la construcción de modelos científicos precursores (MCP), mostró evidencias que ayudó a los niños a aceptar ideas científicas básicas relacionadas con el fenómeno de la flotación, ampliando el uso de sus modelos iniciales a otros más complejos, ya que la mayoría de ellos lograron construir el modelo científico precursor propuesto. Al parecer, el contexto de instrucción contribuyó a este proceso de construcción puesto que los niños se implicaron activamente en las actividades mediante el uso de diferentes habilidades discursivas y de pensamiento científico. Como otras investigaciones han mostrado (Fisher, 1993; Mercer, 1996; Mercer et al., 1999; y Phillips, 1992), el habla exploratoria y argumentativa, a diferencia de los discursos procedimentales y rutinarios, fueron efectivas a la hora de fomentar el desarrollo del pensamiento científico y cognitivo de los niños. El trabajo de colaboración pudo aumentar el nivel cognitivo de las tareas que los niños llevaron a cabo, otorgando significado al hecho de trabajar en equipo y compartir ideas científicas (Metz, 2000,



Sabrina P. Canedo-Ibarra, Josep Castelló Escandell, Paloma García Wehrle. *Enseñanza-aprendizaje de las ciencias en Educación infantil: la construcción de modelos científicos precursores.*

2004). Por otra parte, la conexión entre los mecanismos de pensamiento y los de comunicación acercó a los niños al “habla científica”, ayudándoles a establecer algunos patrones de “conversaciones científicas”, los cuales, a su vez, promovieron el inicio del desarrollo de patrones de “pensamiento científico” (Candela, 2001; Lemke, 1990; Mercer et al., 1999, 2004; Rojas-Drumond and Mercer, 2003; Rojas-Drumond et al., 2003; Wegerif et al., 1999 a, 1999 b).

A partir de los resultados obtenidos en este estudio podemos concluir que la investigación ha aportado información que permite contribuir a la ampliación y mejora del currículo de ciencias de la etapa de educación infantil. Es posible extender el enfoque utilizado en nuestro estudio a otros microdominios del conocimiento científico, tales como la biología (seres vivos, por ejemplo) y la química (estructura de la materia, por ejemplo).

Sabrina P. Canedo-Ibarra, Josep Castelló Escandell, Paloma García Wehrle. *Enseñanza-aprendizaje de las ciencias en Educación infantil: la construcción de modelos científicos precursores.*

<Referencias bibliográficas>

- Bliss, J. y Ogborn, J. (1983). *Qualitative Data Analysis for Educational Research. A guide to uses of systemic networks*. Londres: Croom Helm.
- Carr, M. (1996). Interviews About Instances and Interviews About Events. En: D.F. Treagust, R. Duit y B. Fraser (Eds.) *Improving Teaching and Learning in Science and Mathematics*. New York and London: Teacher College Press, pp. 44-53.
- Candela, A. (2001). Modos de representación y géneros en clase de ciencias. *Investigación en la Escuela*, 45, 45-55.
- Canedo-Ibarra, S. P. (2009). *Contribución al estudio de los procesos de aprendizaje de las ciencias experimentales en Educación Infantil. Cambio conceptual y construcción de modelos científicos precursores*. Tesis Doctoral. Disponible en: <http://www.tesisenxarxa.net/TDX-0519109-114521/>
- Chinn, C.A. (1998). A Critique of Social Constructivist Explanations of Knowledge Change. En: B. Guzzetti y C. Hynd (Eds.) *Perspectives on Conceptual Change. Multiple Ways to Understand Knowing and Learning in a Complex World*. New York-London: Lawrence Erlbaum Associates Publishers, pp. 77-132.
- Clement, J. (2000). Model based learning as a key area for science education. *International Journal of Science Education*, 22 (9), 1041-1053.
- Coll, R. (2005). The role of models and analogies in science education: implications from research. *International Journal of Science Education*, 27 (2), 183-198.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E. y Scott, P. (1994). Constructing Scientific Knowledge in the Classroom. *Educational Researcher*, 23 (7), 5-12.
- Driver, R., Newton, P. y Osborne, J. (2000). Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms. *Science Education*, 84 (3), 287-312.
- Duschl, R. y Osborne, J. (2002). Supporting and Promoting Argumentation Discourse in Science Education. *Studies in Science Education*, 38, 39-72.
- Erickson, F. (1998). Qualitative Research Methods for Science Education. En: B.J. Fraser y K.G. Tobin (Eds.) *International Handbook of Science Education. Part II*. London: Kluwer Academic Publishers, pp.1155-1173.
- Fisher, E. (1993). Distinctive features of pupil-pupil classroom talk and their relationship to learning: How discursive exploration might be encouraged. *Language and Education*, 7 (4), 239-257.
- Fraenkel, J.R. y Wallen, N. (2003). *How to Design and Evaluate Research in Education*. Fifth Edition. New York: McGraw-Hill.

Sabrina P. Canedo-Ibarra, Josep Castelló Escandell, Paloma García Wehrle. *Enseñanza-aprendizaje de las ciencias en Educación infantil: la construcción de modelos científicos precursores.*

Harlen, W. (1998). *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Madrid: Morata.

Havu-Nuutinen, S. (2000). Changes in Children's Conceptions through Social Interaction in Pre-school Science Education. *Publications in Education* No. 60. University of Joensuu.

Havu-Nuutinen, S. (2005). Examining young children's conceptual change process in floating and sinking from a social constructivist perspective. *International Journal of Science Education*, 27 (3), 259-279.

Koliopoulus, 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. (1993). Science as Argument: Implications for Teaching and Learning Scientific Thinking. *Science Education*, 7 (3), 319-337.

Lemeignan, G. y Weil-Barrais, A. (1993). *Construire des Concepts en Physique. L'enseignement de la mécanique*. Paris: Hachette.

Lemke, J. (1990). *Talking Science. Science, Language, Learning and Values*. Norwood, NJ: Ablex Publishers.

Mercer, N. (1996). The Quality of Talk in Children Collaborative Activity in the Classroom. *Learning and Instruction*, 4 (6), 359-377.

Mercer, N., Wegerif, R., y Dawes, L. (1999). Children's talk and the development of reasoning in the classroom. *British Educational Research Journal*, 25 (1), 95-111.

Mercer, N., Dawes, L., Wegerif, R. y Sams, C. (2004). Reasoning as a scientist: ways of helping children to use language to learn science. *British Educational Research Journal*, 3 (30), 359-377.

Merriam, S.R. (1998). *Qualitative Research and Case Study Applications in Education. Second Edition*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.

Metz, K. (2000). Young children's inquiry in Biology: Building the knowledge bases to empower independent inquiry. En: J. Minstrell & E. H. van Zee (Eds.) *Inquiry into Inquiry. Learning and Teaching Science*. Washington, D.C: American Association for the Advancement of Science, pp. 371-404.

Metz, K.E. (2004). Children's understanding of scientific inquiry: Their conceptualization of uncertainty in investigations of their own design. *Cognition & Instruction*, 22 (2), 219 – 290.

Phillips, T. (1992). Why? The neglected question in planning small group activity. En: K. Norman (Ed.) *Thinking voices: The work of the National Oracy Project*. London: Hodder and Stoughton, pp. 148-155.

Rafal, T.C. (1996). From co-construction to takeovers: Science talk in a group of four girls. *The Journal of the Learning Sciences*, 5 (3), 279-293.

Sabrina P. Canedo-Ibarra, Josep Castelló Escandell, Paloma García Wehrle. *Enseñanza-aprendizaje de las ciencias en Educación infantil: la construcción de modelos científicos precursores.*

Ravanis, K. (2000). *La construction de la connaissance physique à l'age préscolaire: recherches sur les interventions et les interactions didactiques.* Aster, 31, 71-94.

Ravanis, K. y Bagakis, G. (1998). Science Education in Kindergarten: Sociocognitive perspective. *International Journal of Early Years Education*, 6 (3), 315-327.

Rojas-Drummond, S. y Mercer, W. (2003). Scaffolding the development of effective collaboration and learning. *International Journal of Educational Research*, 39 (1-2), 99-111.

Rojas-Drummond, S., Pérez, V., Vélez, M., Gómez, L. y Mendoza, A. (2003). Talking for reasoning among Mexican primary school children. *Learning and Instruction*, 13, 653-670.

Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes.* En: M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, y E. Souberman (Eds.). Cambridge, MA: Harvard University Press.

Wegerif, R., Mercer, N. y Dawes, L. (1999a). From social interaction to individual reasoning: an empirical investigation of a possible socio-cultural model of cognitive development. *Learning and Instruction*, 9 (6), 493-516.

Wegerif, R., Mercer, N. y Rojas-Drummond. (1999b). Language for the social construction of knowledge. *Language and Education*, 13 (2), 134-150.

Weil-Barais, A. (1997). *De la recherche sur la modélisation physique á la formation des professeurs de physique: comment s'opère la transition?* Skole, 7, 141-155.

Weil-Barais, A. (2001). Los constructivismos y la Didáctica de las Ciencias. *Perspectivas*, XXXI (2), 197-207.

Wertsch, J.V. y Toma, C. (1995). Discourse and learning in the classroom: A sociocultural approach. En: L.P. Steffe y J. Gale. (Eds.) *Constructivism in education.* Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, pp. 159-184.

Copyright © 2010. Esta obra está sujeta a una licencia de Creative Commons mediante la cual, cualquier explotación de ésta, deberá reconocer a sus autores, citados en la referencia recomendada que aparece al inicio de este documento.

