

APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS EN PREESCOLAR: LA CONSTRUCCIÓN DE REPRESENTACIONES Y EXPLICACIONES SOBRE LA LUZ Y LAS SOMBRAS

Leticia Gallegos Cázares *

Fernando Flores Camacho **

Elena Calderón Canales ***

SÍNTESIS: En el presente trabajo se exponen las construcciones conceptuales que pueden hacer los estudiantes del preescolar sobre las nociones de luz y de sombras mediante la propuesta didáctica denominada Educación en Ciencias en Preescolar (EDUCIENPRE), en la que se desarrollan secuencias didácticas y materiales, susceptibles de ser llevadas al aula en condiciones normales. Asimismo, se describen las características de la propuesta y se analizan dichas construcciones conceptuales en función de sus explicaciones y representaciones. Se efectúa una comparación con investigaciones previas sobre la formación de las sombras y se muestran las posibilidades de los niños del preescolar de alcanzar conceptualizaciones que, de forma natural, logran los de mayor edad.

El análisis que se presenta de las acciones de los preescolares en diversas situaciones físicas brinda elementos de mayor profundidad para comprender la construcción de representaciones y nociones científicas que pudieran verse reflejadas en una enseñanza de las ciencias más adecuada para los niños pequeños.

Palabras clave: enseñanza de las ciencias; sombras; luz; preescolar; construcciones conceptuales.

* Profesora del posgrado en Pedagogía de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y miembro del Grupo de Cognición y Didáctica de las Ciencias del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico de la misma universidad.

** Investigador del Grupo de Cognición y Didáctica de la Ciencia del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, y profesor del posgrado en Pedagogía de la Facultad de Filosofía y Letras, ambos de la UNAM.

*** Integrante del Grupo de Cognición y Didáctica de las Ciencias del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico de la UNAM, México.

SÍNTESE: No presente trabalho expõem-se as construções conceituais que os estudantes da pré-escola podem fazer sobre as noções de luz e sombras, mediante a proposta didática denominada Educação em Ciências na Pré-escola (EDUCIENPRE). Nela se desenvolvem seqüências didáticas e materiais, suscetíveis de serem levadas à sala de aula em condições normais. Ao mesmo tempo, descrevem-se as características da proposta e se analisam estas construções conceituais em função de suas explicações e representações. Efetua-se uma comparação com pesquisas anteriores sobre a formação das sombras e mostram-se as possibilidades de as crianças da pré-escola atingirem conceptualizações que, de forma natural, alcançam os de maior idade.

A análise que se apresenta das ações desenvolvidas na pré-escola, em diversas situações físicas, oferece elementos de maior profundidade para se compreender a construção de representações e de noções científicas que possam ver-se refletidas num ensino das ciências mais adequado para as crianças pequenas.

Palavras-chave: ensino as ciências; sombras; luz; pré-escolar; construções conceituais.

ABSTRACT: In this paper we will discuss the conceptual constructs of light and shadow that kindergarten students can elaborate, through the didactic proposal named «Teaching Sciences in Kindergarten» (EDUCIEMPRES for its Spanish acronym). In the before mentioned proposal, didactic sequences and materials are developed. Sequences and materials that can be taken to the classroom under normal circumstances.

In the same way, we will describe the main characteristics of the proposal, and we will analyze the conceptual constructs, taking into consideration their explanations and representations. We will then compare previous investigations on shadow formation, and we will show the possibilities of reaching conceptualizations that kindergarten children have. Conceptualizations that adults reach naturally.

The analysis of kindergarten students' actions in different physical situations gives elements that provide more depth in order to understand the construction of representations and scientific concepts. These concepts can impact on a teaching practice of science more adequate for young children.

Key words: science teaching, shadows, light, kindergarten, conceptual constructs

Pedro, de tercer año de preescolar, nos platica sus ideas sobre las sombras:

- (Una sombra) *es que cuando está fuerte el sol y estás parado y su sombra se mueve como la de usted.*
- *Es como cuando tapa, se va a un árbol y ya no se ve su sombra, porque se tapa.*
- (Para hacer una sombra necesitas) *mucho sol para ver el reflejo. Como el espejo, pero aquí necesitas mucho sol para la sombra.*

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de investigaciones sobre las nociones o concepciones científicas ha sido un tema ampliamente analizado en las últimas décadas. Una señal de ello está dada por la gran cantidad de trabajos realizados en todos los niveles educativos (Duit, 2004), que reportan las numerosas ideas previas o «concepciones alternativas» de las que actualmente se dispone (Flores, 2002). Sin embargo, los estudios sobre niños en la etapa preescolar no han guardado la misma proporción que puede encontrarse en alumnos de primaria y ciclos superiores. En especial, son poco frecuentes las investigaciones que sobre las ideas de los procesos y conceptos físicos tienen los niños cuyas edades oscilan entre los 3 y los 6 años de edad y, en este sentido, la mayoría de las veces los procesos de enseñanza propuestos no rebasan el juego o la clasificación de objetos y seres vivos. En este trabajo se analizan las explicaciones que dan los niños de preescolar sobre el tema de la luz y la formación de sombras, dentro de una propuesta de enseñanza orientada hacia la construcción de explicaciones y representaciones en los niños pequeños, la que se describirá más adelante.

2. LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES EN EL NIVEL PREESCOLAR

Para esta etapa en la literatura se encuentran, principalmente, dos clases de propuestas educativas para el aprendizaje de las ciencias naturales. La primera incluye propuestas dirigidas a alcanzar logros en la conceptualización de los niños sobre un tópico específico (Ravanis, 1994; Ravanis y Bagakis, 1998), en las cuales se observa que el proceso de intervención lo lleva a cabo el profesor-investigador de manera individual. En la segunda clase encontramos, de manera más generali-

zada, propuestas curriculares (French, 2004; Gelman y Brenneman, 2004) en las que el aprendizaje de la ciencia se encuentra incorporado dentro del currículo, pero sin especificar las particularidades que deben tomarse en cuenta para las ciencias. En ambos casos las propuestas abordan diversos enfoques que van desde el acompañamiento alumno-profesor en la construcción –no predeterminada– de nociones sobre fenómenos básicos, hasta actividades centradas en habilidades y competencias generales que el niño debe desarrollar para aproximarse, con la guía de un profesor, al inicio del conocimiento científico. Estas propuestas pueden, no obstante, tener diferentes enfoques, como el piagetiano (exploración y cuestionamiento), el sociocognitivo (construcción colectiva) y el de competencias; enfoques que, sin embargo, no parecen estar claramente elaborados en una propuesta de aprendizaje que tome en cuenta el cambio de representación dentro del aprendizaje situado o contextual que la investigación más reciente ha venido fortaleciendo. En México, el Programa de Educación Preescolar (PEP, 2004) incorpora la enseñanza de la ciencia con un enfoque centrado en competencias, donde el objetivo primordial es que los niños desarrollen capacidades y actitudes que caracterizan al pensamiento reflexivo, mediante experiencias que les permitan aprender más sobre el mundo natural y social. A diferencia del programa anterior, este no establece temas descritos por contenidos específicos y queda en manos de la educadora diseñar situaciones didácticas a partir de las competencias especificadas que impliquen desafíos para los niños y que los ayuden a aprender más sobre el mundo natural.

3. LAS IDEAS DE LOS NIÑOS PREESCOLARES EN TORNO A PROCESOS FÍSICOS

Entre los estudios que se han realizado para conocer las ideas de los niños en preescolar resaltan los de DeVries (1986), Hadzigeorgiou (2002), Ravanis (1994), Ravanis y Bagakis (1998), Solomonidou y Kakana (2000), y desde luego los de Piaget sobre la luz (1960) y otros temas. Por ejemplo Ravanis (1994) analiza las relaciones que los niños establecen con las fuerzas recíprocas de interacción al manipular imanes, encontrando que la mayoría descubre la fuerza de atracción y repulsión sobre los materiales magnéticos y puede clasificarlos de entre aquellos que no lo son. En otro estudio, Ravanis y Bagakis (1998) muestran que los niños preescolares pueden reconocer que el agua no desaparece durante la evaporación sino que va a la atmósfera o se

convierte en vapor. Esta explicación muestra un nivel de percepción y de razonamiento que puede, incluso, no encontrarse en niños más grandes, quienes establecen muchas veces que el agua desaparece, tal como lo demuestran los resultados de otras investigaciones sobre los cambios de estado (Osborne y Cosgrove, 1983) con niños de primaria.

Solomonidou y Kakana (2000) investigaron sobre las concepciones acerca de la corriente eléctrica y el funcionamiento de aparatos eléctricos, y muestran que los niños reconocen diversos artefactos eléctricos y que una acción como conectarlos a la toma de corriente hace que los mismos funcionen; también muchos niños piensan que en los aparatos se almacena electricidad y que existen distintas electricidades dependiendo del aparato.

4. LAS IDEAS SOBRE LA LUZ Y LAS SOMBRAS

En particular lo que los niños de preescolar y primaria piensan de la luz y las sombras se reporta en el trabajo de DeVries (1986), quien identificó cinco niveles y ocho subniveles en el razonamiento sobre las sombras. Las edades de los participantes en ese estudio estuvieron comprendidas entre los 2 y los 9 años. Para tener parámetros de comparación con el presente estudio solo se describirán los resultados para niños de 0 a 5 años.

101

- En el nivel 0 ubica a los niños que se caracterizan por no poder reconocer su sombra o la de otros (niños de 2 años; 8% de 13).
- El nivel 1 está determinado porque los niños encuentran una correspondencia de forma entre los objetos y la sombra. Está subdividido en dos subniveles:
 - En el 1A los niños todavía tienen alguna dificultad para observar las sombras y su identificación con un objeto y piensan en la sombra como una propiedad del objeto: 61% de 13 niños de 2 años y 33% de 12 niños de 3 años.
 - En el 1B los niños creen que las sombras se producen por acercarse a una determinada pantalla, no atribuyen ninguna relación con la luz y la relación sombra-objeto está más definida: 31% de 13 niños de 2 años; 25% de 12 niños de 3 años; 21% de 19 niños de 4 años; 12% de 25 niños de 5 años.

- En el nivel 2 se toma conciencia del papel de la luz. Se compone de tres subniveles:
 - En el 2A los niños reconocen la luz como un factor importante en la formación de sombras pero no pueden precisar esta relación: 25% de 12 niños de 3 años; 21% de 19 niños de 4 años; 28% de 25 niños de 5 años.
 - En el 2B los niños piensan que para generar una sombra es necesario mover la lámpara, en lo que puede interpretarse como una primera aproximación a la relación luz-objeto, y se producen actividades de ensayo y error: 17% de 12 niños de 3 años; 58% de 19 niños de 4 años; 40% de 25 niños de 5 años.
 - En el 2C los niños consideran que la luz tiene un papel activo en la formación de sombras mostrando la posibilidad de inferencias: 12% de 25 niños de 5 años.

Los siguientes niveles, 3 y 4, implican relaciones más claras entre la luz, el objeto y la sombra, y conforme pasan del tercer nivel al cuarto las relaciones causales se fortalecen. Sin embargo, no hay niños de preescolar que alcancen estos niveles y, de hecho, son pocos los de 6 a 9 años que lo logran, pues la mayoría se encuentra en el nivel 2 y principalmente en los subniveles 2B y 2C.

102

De manera complementaria Ravanis (1999) encuentra que niños de 5 años, aunque establecen una relación entre la luz y las fuentes que la originan, no han construido la noción de luz como una entidad independiente que viaja por el espacio, lo que les causa problemas para describir la propagación de la luz en todas direcciones y también en su comprensión sobre la formación de sombras.

El tema de la formación de sombras y la trayectoria de la luz ha sido también analizado en estudiantes de otros niveles educativos, desde la primaria hasta el bachillerato (DeVries, 1986; Guesne, 1985; Galili y Hazan, 2000; Feher y Rice, 1988; Hierrezuelo y Montero, 1989; Selly, 1996), y en muchos casos se encuentran semejanzas (6 a 12 años) con algunos resultados como los descritos para niños más pequeños (DeVries, 1986).

A manera de síntesis diremos que entre las primeras dificultades conceptuales que los niños pequeños presentan para construir una representación de la formación de las sombras están: a) el reconocimien-

to de que la luz juega un papel activo en la formación, y b) dejar de atribuir la sombra a una propiedad de los objetos o a relaciones entre el objeto y la pantalla o la superficie donde se forma.

Las investigaciones que se han descrito, a pesar de que dan cuenta de los aspectos centrales de esas representaciones, no proporcionan información sobre su construcción ni, desde luego, sus posibles procesos de transformación, además de ser, como se ha dicho, muy escasas; y no solo para el tema de la formación de sombras, sino, en general para muchos otros procesos físicos. Lo anterior, y para enmarcar las construcciones de los niños dentro del contexto educativo, lleva a preguntarnos: ¿cómo se puede apoyar el desarrollo conceptual con un proceso educativo que parta de esos problemas y lleve a los preescolares a un nivel de establecimiento de relaciones y explicaciones de fenómenos físicos más claro y preciso?

5. LA PROPUESTA EDUCIENPRE

Educación en Ciencias en Preescolar consiste en una propuesta educativa que hemos diseñado con la finalidad de desarrollar procesos de construcción de explicaciones y representaciones en los alumnos pequeños en las siguientes temáticas: colores, luz y sombras, imágenes, sonido, movimiento y fuerzas. El enfoque de la propuesta parte de considerar que los niños pequeños tienen un papel fundamental en la construcción de su conocimiento y que esta no se logra únicamente mediante su participación en actividades lúdicas, sino que debe propiciarse la estructuración de elementos conceptuales que lleven al establecimiento de relaciones causales o relacionales por medio de la explicitación de las representaciones de los niños. Este desarrollo se logra en una situación que favorezca una rica interrelación con el maestro, así como con sus pares.

EDUCIENPRE se organiza en torno a tres elementos centrales: a) favorecer el desarrollo de «mecanismos explicatorios» usados por los niños en el desarrollo de sus representaciones internas y externas alrededor de los conceptos científicos (como pueden ser la luz y las sombras); b) favorecer el desarrollo de habilidades experimentales de niños y docentes dentro de un entorno conceptual que favorezca la descripción y el establecimiento de relaciones causales, y c) apoyar el enfoque y objetivos curriculares propuestos en el PEP. Estos tres elemen-

tos se combinan en secuencias de enseñanza que organizan el desarrollo de los conceptos y procesos, así como actividades con material didáctico diseñado ex profeso. Una descripción detallada de esta propuesta didáctica se encuentra en Gallegos y otros (2008).

6. EL PROCESO DE INTERVENCIÓN EN AULA: LA FORMACIÓN DE LAS SOMBRAS

El proceso de intervención se llevó a cabo en la escuela anexa a la Escuela Normal para Maestras de Jardín de Niños (SEP) en la ciudad de México, y se realizó con todos los niños del centro preescolar (de primero a tercer año con un total de 254 alumnos). El período de duración fue de seis meses, durante los que aplicaron y trabajaron todos los temas (colores, luz y sombras e imágenes) en cada ciclo escolar. Para el tema de las sombras se utilizaron seis semanas en cada grado y para concretar el estudio se entrevistaron 29 niños (15 mujeres y 14 varones) y sus maestras (3).

TABLA 1
Distribución de niños entrevistados

	Primer grado 3-4 años		Segundo grado 4-5 años		Tercer grado 5-6 años		Total
	Pretest	Postest	Pretest	Postest	Pretest	Postest	
	5	4	7	4	5	4	29
Total	9		11		9		29

En todos los casos las actividades fueron dirigidas por la docente de cada grupo y la totalidad fue videograbada y observada por el equipo de investigación. Previo a la realización del trabajo en el aula todas las profesoras asistieron a un curso para conocer la secuencia de actividades (estructura, materiales, índole, etc.) y revisar todos los conceptos físicos relacionados con las mismas (fuentes y propagación de la luz, cómo se forma una sombra y sus características).

Las actividades que se llevaron a cabo se elaboraron tomando en cuenta tres aspectos principales relacionados con las dificultades de los preescolares respecto de la luz:

- Reconocerla como el elemento necesario para la formación de sombras.
- Reconocer su trayectoria (DeVries, 1986; Ravanis, 1999).
- Estructurar la relación luz-objeto-sombra (DeVries, 1986).

6.1 SECUENCIAS Y MATERIAL DIDÁCTICO

Hemos centrado nuestra atención en que, involucrados en actividades sencillas, los niños identifiquen los procesos a partir del manejo de diversos materiales y situaciones experimentales, al menos con dos materiales y situaciones distintas sobre un mismo proceso físico, para apoyar un proceso de interacción y reflexión por parte del niño en contextos diferentes.

Los materiales constituyen un punto importante en el desarrollo de la secuencia ya que, sobre todo en los más pequeños, estos representan los objetos de conocimiento. En estas edades los niños no pueden realizar fácilmente inferencias y generalizaciones, por lo que la precisión de los procesos que se llevan a cabo con los materiales que se utilizan puede llevar al éxito o fracaso de la estrategia. Por otro lado, se encuentra documentado en la literatura que las construcciones conceptuales de los niños están ancladas en los materiales concretos con los que interactúan (Krnel, Watson y Glazar, 1998) por lo que consideramos la variación de materiales para la observación de un mismo proceso. Los materiales se muestran en la figura 1 y son:

105

- Visor de transición oscuridad-luz con figura al fondo (mariposa).
- Conjunto de laminados plásticos con figuras opacas (hipopótamo y niña); figuras con zonas transparentes y opacas (niña) y figuras con zonas transparentes (silueta transparente de hipopótamo), y laminados plásticos (transparente, translúcido, opaco y espejo) para formar las sombras.
- Lámpara sorda (de baterías).
- Cuadernos de registro con figuras.

FIGURA 1
Materiales para las actividades con luz y sombras



En el desarrollo de la secuencia resulta importante el registro de las observaciones que tienen los niños, puesto que se constituye en un recurso cognitivo significativo para ellos dado que les permite volver a representar sus ideas, con lo que se logra una representación más estable. Para ello utilizamos las hojas de registro de los cuadernos en las que los niños indican sus observaciones (ver figura 2). Estas hojas se encuentran siempre a su alcance y tienen los elementos para que ellos seleccionen o dibujen.

106

FIGURA 2
Hoja de registro de formación de sombras



TABLA 2
Secuencia de actividades de luz y sombras

Secuencia de actividades	Conceptos básicos en construcción	Aspectos a desarrollar con las actividades	Elemento de organización
Sesión 1: Identificación de fuentes de luz	Reflejo de la luz para ver en los objetos	Observación de objetos con y sin luz	Registro de actividades
Sesión 2: Observación de diferentes superficies	Formación de una sombra como obstáculo para el paso de la luz	Las sombras: un obstáculo en el camino de la luz, formas diversas y características de los materiales	Reconocimiento de diversas formas con las sombras
Sesión 3: Observación de las sombras con materiales opacos y transparentes	Propagación de la luz con una trayectoria	Construcción de diversas formas de interferir en el camino de la luz	
Sesión 4: Exploración de sombras con diferentes fuentes de luz			
Sesión 5: Juegos con las sombras			

7. DESARROLLO DE REPRESENTACIONES Y EXPLICACIONES SOBRE LA FORMACIÓN DE LAS SOMBRAS PARA LOS NIÑOS DE PREESCOLAR. RESULTADOS DE LA INTERVENCIÓN

107

Para conocer la construcción de sus representaciones y explicaciones sobre la formación de las sombras y el papel de la luz en ella, se llevó a cabo lo siguiente:

7.1 DISEÑO

El estudio comprendió tres fases: pretest, intervención pedagógica y postest. Tanto el pretest como el postest se llevaron a cabo mediante entrevistas individuales a los niños. Las entrevistas del postest se realizaron seis meses después de la intervención. Algunos datos se completaron a partir de la observación en aula.

7.2 PROCEDIMIENTO

Tanto para el pretest como para el postest se aplicó una entrevista semiestructurada durante la cual se realizaban las siguientes tareas:

- Observación con el visor luz-oscuridad.
- Observación de formación de sombras.

A cada uno de los participantes se le entrevistó de manera individual durante un promedio de treinta minutos y todas las entrevistas fueron videograbadas para su posterior transcripción. La entrevista utilizada en el posttest siguió los mismos objetivos de la entrevista inicial. Las categorizaciones de los resultados de la entrevista en lo que denominamos *explicaciones* fueron validadas por tres investigadores.

Tarea A. Identificación de la luz como un elemento necesario para ver los objetos

La entrevista se inicia con una pregunta cotidiana: qué pasaría si se tapara los ojos. Una vez que el niño responde, se utiliza el visor luz-oscuridad, el cual se encuentra inicialmente cerrado por lo que no observará la figura (una mariposa) en su interior. Ante la pregunta de si ve algo en el fondo el niño responderá, tras lo cual se lo interroga acerca de lo que podemos hacer para poder ver dentro del visor. Después de que contesta se le permite abrir la puerta del dispositivo para que entre luz y se le invita a que observe nuevamente. Se le pide que explique lo que ve y que piense por qué ahora sucede esto. Para finalizar, se le solicita que marque en la hoja de registro la opción que corresponde a lo que observó dentro del visor.

108

Tarea B. La construcción de una sombra

En esta sección el entrevistador pregunta al niño sobre las sombras y cómo se forman. Se le muestra un laminado con una figura opaca y se le pregunta si con eso se podría formar una sombra y qué tendríamos que hacer para lograrla. Posteriormente se le pregunta cómo cree que se vería esa sombra y se le dan tres opciones a elegir en una hoja de respuestas. Una vez hecha la predicción se forma la sombra en la pared y se le pide al niño que la observe y señale. También se le pide que elija en la hoja de registro la opción que es igual a la sombra observada en la pared y se le solicita que explique su elección.

7.3 LA CONSTRUCCIÓN DE EXPLICACIONES Y REPRESENTACIONES. MARCO DE ANÁLISIS

¿Pueden los niños de preescolar elaborar explicaciones causales? Desde los estudios de Piaget (1960) se ha mostrado que los niños entre los 3 y 6 años logran llevar a cabo inferencias y elaborar relaciones

entre eventos que llevan a pensar en la construcción de explicaciones causales, si bien con limitaciones en cuanto a transferencia de sus elaboraciones en temáticas distintas. Más recientemente Hickling y Wellman (2001) han mostrado y clasificado las posibilidades que tienen los niños desde los 3 años para elaborar explicaciones causales, y aunque reconocen que el lenguaje utilizado por ellos no necesariamente refleja sus concepciones, establecen que «las expresiones verbales, cuando son analizadas adecuadamente, son reveladoras de (su) comprensión» (Hickling y Wellman, 2001; p. 668). También que, como refieren Bloom y Capatides (1987), los niños pueden establecer relaciones causales entre objetos, aunque no logran expresar relaciones físicas entre esos objetos. En este estudio consideramos, sin embargo, que tales relaciones físicas pueden establecerse en la medida que se logre la construcción de representaciones que han pasado por un proceso de explicitación, y contar con representaciones externas por los niños preescolares.

Lo anterior tiene justificación en que las representaciones externas cumplen con dos funciones básicas: a) una comunicativa, que permite clarificar el significado de las representaciones internas y que hace posible la toma de conciencia, y b) una de objetivación, lo que permite hacer explícitos los significados para una reorganización de los mismos dando forma a una comprensión causal o explicativa.

7.4 LAS EXPLICACIONES DE LOS PREESCOLARES

A continuación se presentan los tipos de explicaciones que dan los niños, tanto en el pretest como en el posttest, en forma comparativa. Por *explicaciones* se entienden «las expresiones verbales y acciones que los niños establecen y que en conjunto constituyen un enunciado que da cuenta de manera completa de una idea que permite inferir la existencia, o no, de una relación entre factores o de una relación causal». Si bien, esto implica hacer algunas inferencias, estas son justificadas en función de otras acciones y respuestas que dan los niños. Los resultados se presentan primero con una breve descripción de las características de las explicaciones apoyadas con breves secciones de entrevista. Posteriormente se muestran tablas y gráficas del tipo de explicación identificada para cada una de las distintas tareas.

7.4.1 Explicaciones en torno a la tarea A. Identificación de fuentes de luz

En este caso los objetivos de esta experiencia fueron identificar si los niños reconocen la necesidad de que haya luz para ver los objetos y distinguir diferentes fuentes luminosas que existen a su alrededor (actividad 1).

Explicación n.º 1. La luz no es considerada necesaria para ver.

Eduardo (3 años)

—¿Por qué puedes ver? (El visor permanece cerrado).

(Dice cosas no relacionadas).

—No [puedo ver nada].

(Se abre el visor).

—Una mariposa.

—¿Por qué la puedes ver?

—No sé. [Está allí].

Pretest. Estudiante de primer grado

Explicación n.º 2. Los objetos pueden verse si se abre la ventana del visor (explicación sobre el proceso mecánico que se realiza, pero no relaciona que la luz es el factor necesario para ver el objeto).

Leonardo (4 años)

—¿Por qué puedes ver ahora la mariposa? (La entrevistadora permite que el niño abra la puerta del visor.)

—Porque lo subimos (la puerta del visor).

—¿Se requiere algo más para que se pueda ver?

—No.

Pretest. Estudiante de segundo grado

Explicación n.º 3. Los objetos pueden verse si hay luz. Puede identificar una única fuente de luz.

Emilio (4 años)

—¿Qué tendría que hacer para ver?

—Prender la luz o si hay un huequito ponerle aquí.

—¿Y dónde está la luz?

—Aquí.

(El niño señala el foco de la lámpara, la toma y la prende para mostrarle la luz al entrevistador, y a la pregunta sobre otras fuentes de luz, no hay respuesta.)

Postest. Estudiante de segundo grado

Explicación n.º 4. Los objetos pueden verse si hay luz. Identifica distintas fuentes de luz (sol, foco).*Yoali (4 años)**—Y si yo quiero ver lo que hay dentro, ¿qué tengo que hacer, qué necesito?**—Usar luz.**—¿Y de dónde saco luz?**—Puede ser del sol —señala las lámparas del techo—, con una lámpara.****Postest. Estudiante de segundo grado***

Tres tipos distintos de respuesta se observan en esta tarea. La primera corresponde a la observación de un fenómeno que no requiere de una explicación mayor, lo que la caracterizaría dentro de las etapas primeras donde no reconoce ningún factor más que el objeto que observan. Las explicaciones 2, 3 y 4 muestran la necesidad de los niños por encontrar una respuesta para el fenómeno, y dos son los aspectos que resaltan: por un lado el objeto mismo como fuente de explicación solo por la acción de sujeto (explicación n.º 2), y además de la acción, el reconocimiento de la presencia de fuentes de luz (explicaciones n.º 3 y n.º 4). En la tabla 3 y en la gráfica se presenta una comparación entre las respuestas de los niños sobre las fuentes de luz antes y después del proceso de intervención por grado y tipo de explicación encontrada.

La explicación n.º 1, en la que la luz no es considerada necesaria para ver, se encuentra principalmente en los dos primeros grados, manteniéndose aún en segundo grado en el postest.

La explicación n.º 2, en la que se identifica la posibilidad de observar el fenómeno a través de la acción directa sobre el objeto, aparece principalmente en el pretest en todos los grados escolares y se mantiene después de la intervención solo en el primer grado.

La explicación n.º 3, que establece la identificación de la luz como un elemento necesario para ver los objetos, aparece en todos los grados excepto en el primero (pretest) y aumenta después de la intervención. La identificación de diversas fuentes de luz se muestra en segundo grado en el pretest y postest y en tercer grado en el postest, lo que indica que la generalización se encuentra en proceso de construcción.

La explicación n.º 4, que es la más completa ya que en ella se reconocen diversas fuentes de luz, aparece en el pretest en segundo y

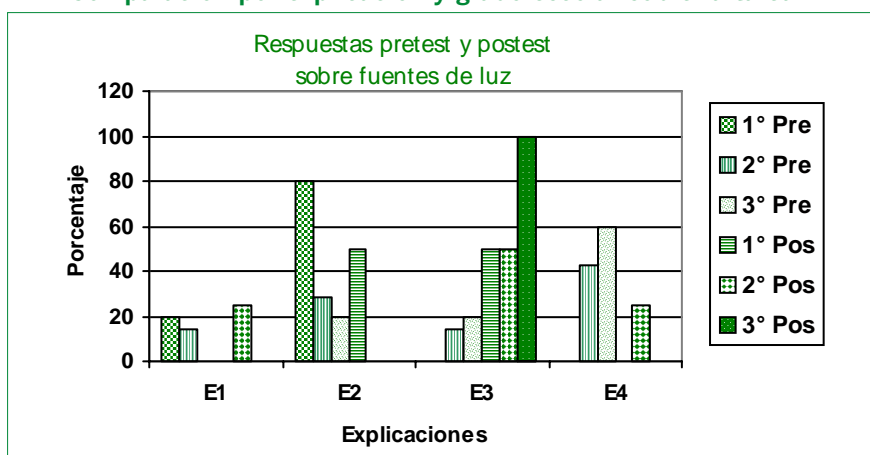
tercer grados y únicamente en el segundo grado en el postest. Al parecer la mayoría de los niños con la intervención y en función de las actividades experimentales se centran en la presencia de la luz y dejan de lado la variedad de distintas fuentes de luz.

TABLA 3
Comparación entre las respuestas del pretest y postest
sobre la tarea A.

(En el postest hubo menos niños del estudio debido a que se cambiaron de escuela, por lo que se presentan los porcentajes relativos a cada muestra de manera que pueden ser comparados)

PRETEST	Explicación n.º 1	Explicación n.º 2	Explicación n.º 3	Explicación n.º 4	Total
Primero	1 (20%)	4 (80%)	0 (0%)	0 (0%)	5
Segundo	1 (14,2%)	2 (28,5%)	1 (14,2%)	3 (42,8%)	7
Tercero	0 (0%)	1 (20%)	1 (20%)	3 (60%)	5
Total	2 (11,7%)	7 (41,1%)	2 (11,7%)	6 (35,2%)	17
POSTEST	Explicación n.º 1	Explicación n.º 2	Explicación n.º 3	Explicación n.º 4	Total
Primero	0 (0%)	2 (50%)	2 (50%)	0 (0%)	4
Segundo	1 (25%)	0 (0%)	2 (50%)	1 (25%)	4
Tercero	0 (0%)	0 (0%)	4 (100%)	0 (0%)	4
Total	1 (8,3%)	2 (16,6%)	8 (66,6%)	1 (8,3%)	12

GRÁFICA 1
Comparación por explicación y grado escolar sobre la tarea A



En las explicaciones descritas se puede notar la influencia de las actividades de la propuesta de intervención en aula, que se ven reflejadas en las explicaciones del postest, como es la construcción de las nociones en los niños en torno a la determinación de la luz como elemento necesario para ver los objetos.

7.4.2 Explicaciones en torno a la tarea B. Formación de sombras

A continuación se presentan las explicaciones que dan los niños sobre la formación de las sombras y un ejemplo de cada una de ellas. Cabe hacer notar que las explicaciones 6 y 7 aparecen solamente en el pretest.

Explicación n.º 5. Las sombras son identificadas como objetos.

Andrea (5 años)

—Andrea, ¿tú sabes qué es una sombra?

—Es un niño o un animal o un perro o un «tigre» o un gato.

—¿Qué es una sombra?

—Las personas.

—¿Las personas son sombras?

—Porque cuando caminan, caminan y su sombra está ahí.

—¿Cómo podría hacer una sombra?

—Caminando.

Postest. Estudiante de tercer grado.

Explicación n.º 6. Las sombras son reflejos, se forman por la luz que se refleja.

Axel (4 años)

—¿Cómo podríamos hacer la sombra de este hipopótamo?

—Así acostado.

(El niño vuelve a colocar el laminado sobre la mesa. De hecho, el entrevistador lo separa pero el niño dice que debe estar como él le enseñó).

—¿Y dónde está la sombra?

(El niño señala la luz de la lámpara que se ve reflejada sobre el laminado, e incluso mueve la lámpara para que la luz se vea más).

—¿Si yo apago la luz se seguirá viendo la sombra?

- No.
—Si no tuvieras la lámpara, ¿con qué otra cosa podrías hacer una sombra?
—Con nada.

Pretest. Estudiante de tercer grado.

Explicación n.º 7. Las sombras siempre son negras.

Eduardo (3 años)

- ¿Las sombras siempre son negras?
—Sí.

La sombra va a ser negra como la del otro hipopótamo y en todos los casos que se muestran el niño siempre indica la figura negra en el cuaderno de registro.

Pretest. Estudiante de primer grado.

Explicación n.º 8. Las sombras adquieren el color del objeto.

Yoali (4 años)

- ¿Y con este hipopótamo puedo hacer una sombra?
—Sí.
—¿Y de qué color crees que va a ser la de este?
—Azul.
—¿Por qué azul?
—Porque [el hipopótamo] tiene el color azul.

Postest. Estudiante de segundo grado.

Explicación n.º 9. Una sombra se forma cuando un objeto no deja pasar la luz.

Karen (5 años)

- ¿Sabes qué es una sombra?
—Una figura que le pones así luz... y la tienes que agarrar. (La niña toma los materiales y hace correctamente la sombra.)
—¿Crees que se pueda ver aquí? (La entrevistadora señala la mesa.)
—Sí. (La niña proyecta la sombra de la araña sobre la mesa.)
—¿Dónde está la sombra?
—Aquí.
—Señálame dónde está la sombra.
—Aquí—dice señalando correctamente la sombra—.

Postest. Estudiante de tercer grado.

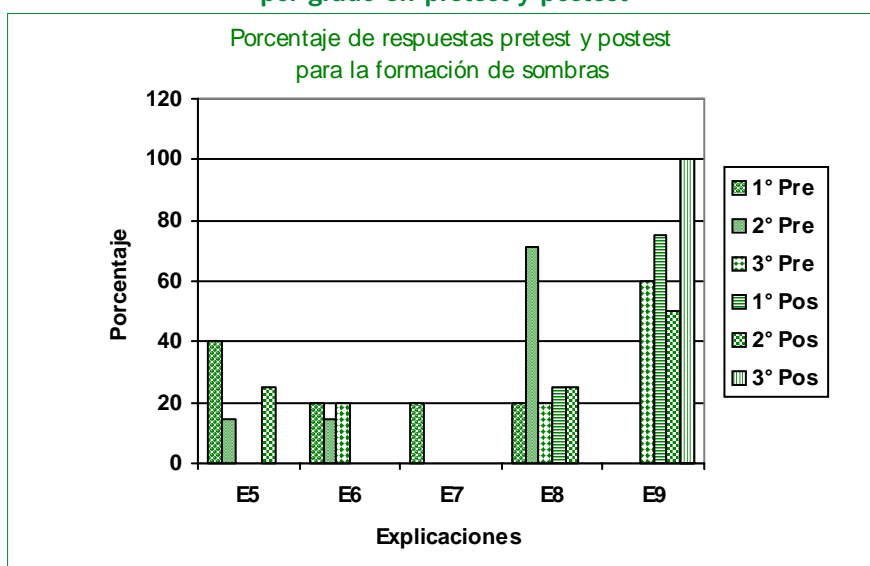
TABLA 4
Porcentaje de respuestas del pretest y postest
sobre la formación de sombras.

(En el postest hubo menos niños del estudio debido a que se cambiaron de escuela, por lo que se presentan los porcentajes relativos a cada muestra de manera que pueden ser comparados)

PRETEST	Explicación n.º 5	Explicación n.º 6	Explicación n.º 7	Explicación n.º 8	Explicación n.º 9	Total
Primero	2 (40%)	1 (20%)	1 (20%)	1 (20%)	0 (0%)	5
Segundo	1 (14,2%)	1 (14,2%)	0 (0%)	5 (71,4%)	0 (0%)	7
Tercero	0 (0%)	1 (20%)	0 (0%)	1 (20%)	3 (60%)	5
Total	3 (17,6%)	3 (17,6%)	1 (5,8%)	7 (41,1%)	3 (17,6%)	17
POSTEST	Explicación n.º 5	Explicación n.º 6	Explicación n.º 7	Explicación n.º 8	Explicación n.º 9	Total
Primero	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (25%)	3 (75%)	4
Segundo	1 (25%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (25%)	2 (50%)	4
Tercero	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	4 (100%)	4
Total	1 (8,3%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (41,1%)	9 (75%)	12

115

GRÁFICA 2
Explicaciones sobre formación de sombras
por grado en pretest y postest



Buena parte de las explicaciones de los niños están centradas en los objetos que producen las sombras a partir de alguna de sus características (58,8%), siendo este el elemento más importante en la explicación funcional de una sombra. La apreciación de la necesidad de la luz, que aparece en la explicación n.º 6 (17,64%) no está vinculada con el objeto y muestra, nuevamente, que los niños ponen atención exclusivamente en un elemento. Recién en el tercer grado aparece la explicación n.º 9 (17,64%) que establece una relación clara entre el objeto y la presencia de la luz para la formación de las sombras. En la tabla 4 y gráfica 2 se muestra una comparación de las respuestas antes y después del proceso de intervención por explicación y grado escolar.

Las explicaciones n.º 6 y n.º 7 aparecen únicamente en el pretest y están relacionadas con la identificación de las sombras y los objetos que las producen, así como con la identificación de la luz que viene de la lámpara (identificación de un objeto). La explicación n.º 8, que se refiere al color de las sombras como el color de los objetos (una característica de la explicación n.º 5) aparece tanto en el pretest como en el postest, en todos los grados menos en tercero, lo que nos indica que los niños consideran el color del objeto como un aspecto relevante en el proceso la formación de las sombras. La explicación n.º 9, que corresponde a la identificación de que la sombra se forma por un obstáculo al paso de la luz, aparece en el pretest solamente en los niños de tercer grado, y después del proceso de intervención en todos los grados escolares, lo que indica que los niños han identificado de manera implícita y en correspondencia con la intervención pedagógica la función de la luz como fuente de iluminación, que al incidir sobre los objetos permite observarlos y cuando estos se interponen en su trayectoria se forma la sombra del objeto interpuesto.

116

7.5 CONCEPCIONES PRESENTES EN LAS REPRESENTACIONES DE LOS NIÑOS Y APROXIMACIÓN A LA FORMACIÓN DE LAS SOMBRAS

Las explicaciones descritas son entidades conceptuales que permiten de manera genérica establecer las características principales de las representaciones que sobre un cierto campo fenomenológico construyen los sujetos posibilitando a los niños interpretar los fenómenos.

A partir del análisis del conjunto de explicaciones elaboradas por los niños es posible inferir las concepciones que subyacen a sus explicaciones y acciones y que, como ha sido descrito por Flores y Valdez

(2007), son construidas para dar cuenta de una estructura subyacente en las representaciones implícitas de los sujetos de manera correspondiente con los procesos observados. Estas concepciones van más allá de la explicación específica, representan un cierto grado de generalización y son las siguientes:

- I. La presencia de luz permite ver los objetos.
- II. Las sombras son entidades que tienen características comunes o compartidas con los objetos.
- III. Las sombras son regiones no iluminadas debido a que un objeto se interpone a la trayectoria de la luz.

I. La primera representación establece la necesidad de iluminación de los objetos para poder ser vistos, una concepción que, al parecer, está asociada al propio desarrollo de los niños y a la que parece contribuir la posible influencia de las actividades de EDUCIENPRE. En ella se establece el reconocimiento de la luz como factor actuante pero sin una relación específica. Es una construcción que llamaremos de *transición*, ya que dejará paso a procesos funcionales más complejos.

II. La segunda representación está asociada con los niños pequeños y se modifica tanto por la intervención como por la madurez, y claramente tiene un componente causal (las características de los objetos determinan las sombras). Es la justificación de la existencia de la sombra como un objeto real que muestra la necesidad de asignar corporeidad a las imágenes como un elemento indispensable en la construcción de su representación, aspecto descrito previamente por Piaget (1960) y DeVries (1986).

III. La tercera y más completa representación que establece con claridad la relación luz-objeto-sombra es alcanzada en el estudio de DeVries (1986) por niños de mayor edad que los del presente estudio. Se reconoce implícitamente la presencia de una trayectoria de la luz, por lo que la fuente de luz se identifica como relevante, y su obstaculización es lo que contribuye a la formación de las sombras. En este caso puede observarse la integración de la tarea A de este apartado como parte sustancial de las explicaciones de los niños, ya que se reconoce la presencia de la luz como uno de los factores centrales en la formación de la sombra, pero se asigna, además, una forma de propagación. Cabe resaltar que si bien el reconocimiento de una propagación rectilínea de la luz no puede deducirse de las ideas expresadas por los niños, sí es

posible establecer una relación causal entre ausencia de luz por interrupción de la trayectoria y la forma de la sombra correspondiente a la forma del objeto interpuesto.

8. CONCLUSIONES

8.1 LAS REPRESENTACIONES FÍSICAS DE LOS NIÑOS EN LA FORMACIÓN DE LAS SOMBRAS

En las acciones que los niños llevan a cabo en el salón de clases y en las entrevistas cuando trabajan las nociones de luz y sombras descritas previamente, se puede observar cómo los alumnos del preescolar, más allá del gran interés y entusiasmo y de la coordinación entre ellos para llevar a cabo las actividades (aspecto que no es frecuente), elaboran una gran diversidad de representaciones sobre su acción. Estas representaciones pueden caracterizarse como elementos iniciales de un pensamiento físico. Desde luego que se presentan diversidad y niveles de representaciones, niveles que están determinados por las explicaciones encontradas. Si bien la relación que se establece es directa, y en ningún momento puede pensarse que se tienen redes causales que conformen representaciones claras y coherentes, sí proporcionan una base para analizar el inicio de la construcción de relaciones más complejas y, desde luego, de nociones como las de luz, sombra y trayectoria de la luz.

118

Por otro lado, las representaciones descritas dan indicios de las representaciones implícitas (Pozo, 2001) que tienen los niños y que recuperan y sintetizan toda su experiencia fenomenológica previa. Por último, cabe apuntar que estos elementos conceptuales no son mutuamente excluyentes y que son los niños de mayor edad que habían llevado a cabo las actividades propuestas en EDUCIENPRE, quienes cuentan con las representaciones I y III, lo que les posibilita la determinación de relaciones funcionales y, por tanto, mejores descripciones de los procesos físicos que resultan similares a los reportados por DeVries (1986) en las actividades con sombras.

8.2 EFECTOS DE LA INTERVENCIÓN PEDAGÓGICA

La estrategia didáctica de EDUCIENPRE, como se ha descrito, está basada en una secuencia posible –semiabierta– de construcción de conocimiento, donde se encuentran situaciones fenomenológicas equiva-

lentes pero contextualmente distintas (en este caso la formación de sombras se realizó con materiales diversos, laminados con zonas opacas, transparentes, transparentes con color, etc.), que permiten que los niños tengan experiencias que les ayuden a interpretar un mismo fenómeno físico en situaciones diversas. También cuenta con sistemas de registro que sirven de memoria externa que ayuda a las reinterpretaciones que los alumnos irán haciendo en las actividades a lo largo del ciclo escolar.

Los resultados muestran que la estrategia ha jugado un papel importante en la conformación de las explicaciones, como se deduce del incremento porcentual que obtienen los niños después de las actividades (explicaciones 3, 4 y 9). Es posible afirmar, entonces, que después de la intervención en aula las explicaciones de los niños sobre los elementos que intervienen en los fenómenos se han hecho más extensas y explícitas. Los resultados muestran avances importantes en las nociones y formas de expresión al referirse a los fenómenos de la óptica incluso varios meses después de haberse aplicado la estrategia y que son similares a las descritas por DeVries (1986) en niños de mayor edad (6 a 9 años).

8.3 LA INVESTIGACIÓN DE LAS REPRESENTACIONES FÍSICAS EN NIÑOS DE PREESCOLAR

119

Como ya se ha mencionado, EDUCIENPRE se encuentra en una etapa inicial, sobre todo considerando la importancia que se debe dar, entre otros aspectos, a las concepciones de los niños alrededor del conocimiento científico; el uso de materiales adecuados e integrados; la integración con los programas curriculares, y la estructura que deben guardar las diversas estrategias didácticas que parten de la consideración de los esquemas cognitivos y procesos de construcción conceptual del niño y el proceso de su incorporación en el ámbito escolar.

Esta propuesta de investigación-intervención en aula ha resultado ser una aproximación exitosa para la enseñanza de la ciencia en preescolar y a partir de ella se abren múltiples interrogantes que habrá que responder con base en resultados de futuras investigaciones.

En especial requiere mayor atención el caso de las representaciones físicas. En el nivel preescolar son pocas las estrategias de enseñanza de la ciencia que incorporan conceptos y procesos físicos, y cuando lo hacen, es de manera poco sistemática.

Pero tanto o más importante que la incorporación de estrategias de enseñanza se considera el ampliar la escasa investigación que hay sobre la construcción de las nociones y/o representaciones físicas de los niños. Consideramos que este es un campo que debe investigarse con mayor profundidad, como ocurre en otros niveles educativos en los que las investigaciones sobre las representaciones físicas han abierto nuevos caminos de interpretación sobre la construcción de las nociones científicas. El caso del preescolar no debe ser la excepción, ya que el análisis de las acciones de los niños en diversas situaciones físicas brindará elementos de mayor profundidad, de grano fino, para analizar la construcción de representaciones y nociones científicas que pudieran reflejarse en una enseñanza de las ciencias más adecuada para los niños pequeños.

BIBLIOGRAFÍA

- BLOOM, L y CAPATIDES, J. (1987): «Sources of Meaning in the Acquisition of Complex Syntax: The Sample Case of Causality», en *Journal of Experimental Child Psychology*, n.º 43, pp. 112-128.
- DEVRIES, R. (1986): «Children's Conceptions of Shadow Phenomena», en *Genetic, Social and General Psychology Monographs*, vol.112, n.º 4, pp. 479-530.
- DUIT, R. (comp.) (2004): «Bibliography. Student's and Teacher's Conceptions and Science Education (STCSE)». Kiel: IPN-Leibniz Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel. Disponible en: <<http://www.ipn.unikiel.de/aktuell/stcse/stcse.html>> [consulta: mayo de 2008].
- FEHER, E. y RICE, K. (1988): «Shadows and Anti-Images: Children's Conceptions of Light and Vision. II», en *Science Education*, vol. 72, n.º 5, pp. 547- 649.
- FLORES, F. (2000): «La enseñanza de las ciencias. Su investigación y sus enfoques», en *Ethos Educativo*, n.º 24, pp. 26-35.
- (coord.) (2002): «Organización de la base de datos», en *Ideas Previas*. Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en: <<http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048/base.htm>> [consulta: mayo de 2008].
- y GALLEGOS, L. (1993): «Consideraciones sobre la estructura de las teorías científicas y la enseñanza de las ciencias», en *Perfiles Educativos*, n.º 62, pp. 24-30.
- y VALDEZ, R. (2007): «Enfoques epistemológicos y cambios representacionales y conceptuales», en J. I. POZO y F. FLORES (eds.), *Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia*. Madrid: Antonio Machado Libros, pp. 21-36.

- FRENCH, L. A. (2004): «Science as the Center of a Coherent, Integrated Early Childhood Curriculum», en *Early Childhood Research Quarterly*, vol. 19, n.º 1, pp. 138-149.
- GALILI, I. y HAZAN, A. (2000): «Learners' Knowledge in Optics: Interpretation, Structure and Analysis», en *International Journal of Science Education*, vol. 22, n.º 1, pp. 57-88.
- GALLEGOS, L. y OTROS (2008): «La enseñanza de las ciencias en el jardín de niños. Una propuesta educativa», en G. T. BERTUSSI y R. GONZÁLES (coords.), *Anuario educativo mexicano. Visión retrospectiva*, México: Universidad Pedagógica Nacional (UPN) y Miguel Ángel Porrúa, pp. 131-154.
- GELMAN, R. y BRENNEMAN, K. (2004): «Science Learning Pathways for Young Children», en *Early Childhood Research Quarterly*, vol. 19, n.º 1, pp. 150-158.
- GUESNE, E. (1985): «La luz», en R. DRIVER, E. GUESNE y A. TIBERGHEN (eds.), *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Morata, pp. 31-61.
- HADZIGEORGIOU, Y. (2002): «A Study of the Development of the Concept of Mechanical Stability in Preschool Children», en *Research in Science Education*, vol. 32, n.º 3, pp. 373-391.
- HICKLING, A. y WELLMAN H. (2001): «The Emergence of Children's Causal Explanations and Theories: Evidence from Everyday Conversation», en *Developmental Psychology*, vol. 37, n.º 5, pp. 668-683.
- HIERREZUELO, M. J. y MONTERO, M. A., (1989): *La ciencia de los alumnos*. México: Fontamara.
- KRNEL, D., WATSON, R. y GLAZAR S. A. (1998): «Survey of Research Related to the Development of the Concept of "Matter"», en *International Journal of Science Education*, vol. 20, n.º 3, pp. 257-289.
- OSBORNE, R. J. y COSGROVE, M. M. (1983): «Children's Conceptions of the Changes of State of Water», en *Journal Research in Science Teaching*, vol. 20, n.º 9, pp. 825-838.
- PIAGET, J. (1960): *La causalidad física en el niño*. Madrid: Espasa-Calpe.
- POZO, J. I. (2001): *Adquisición de conocimiento: cuando la carne se hace verbo*. Madrid: Morata.
- RAVANIS, K. (1994): «The Discovery of Elementary Magnetic Properties in Preschool Age. Qualitative and Quantitative Research within a Piagetian Framework», en *European Early Childhood Education Research Journal*, vol. 2, n.º 2, pp. 79-91.
- y BAGAKIS, K. (1998): «Science Education in Kindergarten: Sociocognitive Perspective», en *International Journal of Early Years Education*, vol. 6, n.º 3, pp. 315-327.
- (1999): «Représentations des élèves de l'école maternelle. Le Concept de lumière», en *International Journal of Early Childhood Education*, vol. 31, n.º 1, pp. 48-53.
- SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA (2004): Programa de Educación Preescolar. México: SEP.
- SOLOMONIDOU, C. y KAKANA, D. M. (2000): «Preschool Children's Conceptions about the Electric Current and the Functioning of Electric Appliances», en *European Early Childhood Education Research Journal*, vol. 8, n.º 1, pp. 95-111.