

BUSCANDO LA LUNA EN LA ESCUELA

Ana Vega Navarro
Universidad de La Laguna

RESUMEN

En este estudio se informa de la investigación, planificada y realizada por una maestra de escuela en el contexto de su práctica diaria, con la que se intentaba conocer y mejorar las ideas del alumnado de una clase de educación infantil en relación con el ciclo día-noche. Con tal motivo se estudiaron las ideas que mantenían los niños y las niñas de la clase, para después planificar una intervención educativa con el objeto de mejorar la comprensión de ese fenómeno, contando con la ayuda de los familiares.

PALABRAS CLAVE: educación infantil, conceptos científicos, análisis de textos, ciencias de la Tierra, formación de conceptos.

ABSTRACT

In this paper we inform about the research planned and carried out by a teacher in an Infant school in her daily practice. The aims of this research were to know and improve the ideas of the initial training students of an Infant Education classroom in relation with the day and night cycle. With this work, we tried to study the ideas which the boys and girls had in the classroom in order to plan a performance with the aim of improving the understanding of this phenomenon with the family's help.

KEY WORDS: infant education, scientific concepts, text analysis, environment sciences.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo retoma el informe de investigación que originó la tesis doctoral defendida por la autora en la Facultad de Educación de la Universidad de La Laguna bajo la dirección del doctor Javier Marrero (Vega, 2002). La investigación está centrada en el estudio del día y la noche en la Educación Infantil. Estudiar lo que se piensa y lo que se dice: lo que dicen y callan los libros; lo que dicen y piensan los niños y las niñas, los familiares y el profesorado; y lo que piensa, o cree pensar, la maestra investigadora. Y también lo que se hace, lo que se puede y se debe hacer en esa etapa educativa tan decisiva.

El estudio tiene tres partes diferenciadas, que en su día denominamos *Lecturas*, *Imágenes*, *Conversaciones* y *Vivencias*. La primera conforma el marco teórico



general. Hacemos aquí una sintética revisión de las diferentes corrientes y orientaciones constructivistas desde el llamado *paradigma de las ideas alternativas*; aportamos una exhaustiva relación de las principales investigaciones referidas a las relaciones Tierra-Sol-Luna en el ámbito escolar; y por último, hacemos explícitos los referentes metodológicos, definiendo el objeto de estudio y justificando el enfoque de una investigación-acción emprendida, *en y desde* la práctica, por una maestra de Educación Infantil que en el contexto de su aula intentaba investigar bajo una perspectiva constructivista.

La segunda parte del informe, que hemos llamado *Imágenes*, muy bien podía haber sido incluida en la primera, conformando una sección del marco teórico. Sin embargo, nos parece que nos hemos centrado más en las imágenes que en las palabras, de ahí la denominación y la separación. La tercera parte, que hemos llamado *Conversaciones y Vivencias*, constituye el núcleo central de la investigación. Aquí se intenta conocer las ideas del alumnado de una clase de educación infantil, de sus familiares y del profesorado del centro, en relación con el día y la noche, planificando una intervención educativa con el objeto de mejorar la comprensión de ese fenómeno.

1. CONSTRUCTIVISMO Y CONOCIMIENTO ESCOLAR

En los años en que se inició este estudio no había un consenso claro sobre el significado y el alcance de eso que llamamos constructivismo (Carretero, 1993; Matthews, 1994; Rodrigo, 1994). Las primeras discrepancias advertidas tenían lugar en el ámbito de las teorías psicológicas de referencia. Mario Carretero caracterizaba las tres principales y encontradas posiciones de aquellos años con una fórmula irónica y coloquial: *tres tipos de constructivismo y un solo dios verdadero*. El primer constructivismo sería aquel que sostiene, por derivación de las ideas de la psicología cognitiva y de los trabajos de Piaget y de Ausubel, que el aprendizaje es una actividad solitaria al margen del contexto social: *casi un vicio solitario*. La segunda vertiente, *con amigos se aprende mejor*, era la de aquellos autores que armonizaban las aportaciones de Piaget y las de Vygotski para defender que el aprendizaje individual está influido por las interacciones y los contextos sociales. Por último, estaban los que desde una posición vygotskiana radical mantenían que *sin amigos no se puede aprender*, porque el conocimiento es un producto exclusivamente social.

Pero la principal razón para esa falta de consenso hay que buscarla en la inexistencia de una teoría unificadora del aprendizaje constructivista que permitiera establecer criterios y principios generales para el diseño del currículo y de la actividad práctica en las aulas. Porque a pesar de los muchos datos obtenidos en la investigación psicológica y didáctica (Black y Lucas, 1993) todavía era de actualidad la queja de Hewson y Hewson (1992): en la mayor parte de las escuelas no se ha planificado una enseñanza de tipo constructivista y centrada en el cambio conceptual. Se han realizado, sí, numerosas investigaciones sobre lo que ocurre en las aulas



y en las escuelas, pero como acertadamente señaló Porlán (1993), investigar sobre la escuela o investigar en la escuela es más que un problema semántico.

Después de advertir que los postulados básicos del *paradigma constructivista pedagógico* pueden quedar enunciados de acuerdo con las directrices marcadas por la didáctica de las ciencias (Driver, 1981, 1989; Driver y Oldham, 1986; Osborne y Witrock, 1983; Pope y Gilbert, 1988; Osborne y Freyberg, 1991), intentamos caracterizar eso que el alumnado *ya sabe* y que se había venido a denominar ideas previas, ideas alternativas, etc., señalando cómo pueden llegar a descubrirse y cómo están organizadas en la mente.

Asumimos, en ese sentido, la posibilidad de compatibilizar las propuestas acerca de las teorías implícitas (Rodrigo, Rodríguez y Marrero, 1993) y de los modelos mentales, abordando la representación del conocimiento en los términos señalados por Vosniadou y Brewer (1992, 1994), que nosotros hemos tomado como referente por cuanto estos autores lo han aplicado para dar cuenta de las representaciones mentales infantiles acerca de concepto de Tierra y del ciclo día-noche.

De acuerdo con este planteamiento, existirían desde la más tierna infancia estructuras teóricas con las que los niños pueden interrelacionarse con los objetos y el mundo físico. Estas teorías-marco o teorías implícitas estarían orientadas y condicionadas por determinadas presuposiciones epistemológicas (entre otras, la necesidad de explicar los fenómenos y el movimiento en términos de causalidad y con la intervención de algún agente) y ontológicas, derivadas de las propiedades y características atribuidas a los objetos (continuidad, solidez, ausencia de gravedad, de inercia o de influencia a distancia). Existirían, además, las teorías específicas o de dominio, orientadas por las teorías-marco, que estarían más relacionadas con la experiencia, describiendo propiedades y comportamientos de los objetos físicos en situaciones particulares (Pozo y Gómez, 1998).

Los modelos mentales serían representaciones dinámicas y generativas manipulables mentalmente para explicar y predecir los fenómenos físicos de acuerdo con las estructuras y teorías de dominio. Las ideas alternativas, de acuerdo con Vosniadou y Brewer, aparecerían cuando los niños intentan reconciliar sus creencias y presuposiciones con las nuevas informaciones recibidas. Es decir, son elementos necesarios del progreso conceptual, progreso que supone un enriquecimiento de esquemas iniciales mediante el cual las presuposiciones, las creencias y los modelos mentales previos son enriquecidos, eliminados o revisados durante los procesos de adquisición del conocimiento.

2. RELACIONES SOL-TIERRA-LUNA

Cuando comenzamos el trabajo no había ninguna recopilación en castellano —y eran escasas y limitadas en otros idiomas— que diera cuenta de las investigaciones realizadas en torno a las ideas y teorías que mantienen los niños, los adultos y los profesores en relación con los conceptos referidos a la Tierra, al ciclo día-noche y a la causa de las estaciones. Esa parte todavía sigue siendo de gran

utilidad para la orientación bibliográfica de investigaciones futuras así como para la formación e información del profesorado.

Asimilar, comprender e interiorizar el concepto de la Tierra esférica y en movimiento no resulta tan sencillo como pudiera parecer a simple vista. Y no sólo porque choca con nuestra experiencia cotidiana sino también porque hay que estar en condiciones de entender por qué las cosas, los animales, las aguas o las personas no se caen de esa *pelota* espacial y gigante. Mientras tanto, sólo tendremos aproximaciones, que frecuentemente se interfieren y se mezclan con otros conceptos, dando lugar a una gran variedad de ideas alternativas, como muestran los diferentes estudios (Nussbaum y Novack, 1976; Mali y Howe, 1979; Nussbaum, 1979; Sneider y Pulos, 1983; Baxter, 1989; Vosniadou y Brewer, 1992; Afonso *et al.*, 1995; Sharp, 1996; Samarapungavan *et al.*, 1996).

Tampoco resulta sencillo asimilar las fases lunares y el ciclo día-noche. De ahí que las investigaciones hayan puesto de manifiesto las numerosas alternativas que los niños y las niñas tienen para explicar esos conceptos (Klein, 1982; Jones, Lynch y Reesinck, 1987; Schoon, 1992; Vosniadou y Brewer, 1994; Diakidoy, Vosniadou y Hawks, 1997; Valanides *et al.*, 2000; Roald y Mikalsen, 2001). Unas veces el Sol desaparece cuando llegan para taparlo las nubes, la noche o la Luna; otras es el Sol el que se desplaza para situarse detrás de las nubes y de la Luna, o para esconderse en un lugar indeterminado del cielo, detrás de las montañas o en el mar. No es raro que el alumnado conozca la existencia de un movimiento de rotación terrestre, pero tampoco lo es que entienda que la Luna y el Sol se encuentran estáticos en posiciones diametralmente opuestas, para explicar que si el día es producto de la presencia del Sol, la noche lo es de la presencia de la Luna.

Los estudios ponen de manifiesto la pobreza de los conocimientos en relación con las fases lunares del alumnado de todos los niveles, confirmando que las explicaciones mayoritarias están estrechamente conectadas con la idea de que la Tierra proyecta de continuo su sombra sobre la Luna, eclipsándola parcialmente (Stahly, Krockover y Shepardson, 1999; Dunlop, 2000; Trumper, 2001; Barnett y Morran, 2002). Y también son variopintas y confusas las ideas sobre las estaciones, siendo mayoritaria la opinión de que inviernos y veranos se explican por la lejanía/cercanía del Sol a la Tierra (Jones, Lynch y Reesinck, 1987; Baxter, 1989; Schoon, 1992; De Manuel, 1995; Sharp, 1996; Navarrete, 1998, 2003; Dunlop, 2000; Roald y Mikalsen, 2001; Trumper 2001).

Las ideas alternativas en relación con esos fenómenos no son patrimonio exclusivo de los niños y de las niñas: también están presentes en las mentes de las personas adultas, incluyendo a los estudiantes de magisterio y al profesorado (Jones, 1988; Camino, 1995; Ojala, 1992; Mant y Summers, 1993; Atwood y Atwood, 1995; 1996; Schoon, 1995; Navarrete, 1998, 2003; Parker y Heywood, 1998; Schoon y Boone, 1998; Vega, 2001, 2002; Trundle *et al.* 2002; Ashcraft y Courson, 2003).

Los estudios muestran que sólo una pequeña parte de los estudiantes de magisterio y profesores es capaz de dar una explicación satisfactoria de las fases lunares y que las principales ideas alternativas son semejantes a las mantenidas por los niños, es decir, que algo se interpone con la Luna, obscureciéndola parcialmen-



te. Los profesores piensan que la órbita terrestre en torno al Sol es una elipse de gran excentricidad, con el Sol situado en un foco sensiblemente alejado del centro, y que de ahí se deriva la diferencia estacional explicando que las estaciones se originan por la mayor o menor distancia de la Tierra y el Sol.

En la investigación de Nussbaum ya se apuntaba que los conceptos científicos en relación con la Tierra no son asimilados como sería deseable mediante estrategias de enseñanza tradicional, lo que había llevado al autor a planificar lecciones de enseñanza personalizada. Los resultados parecen indicar que un tratamiento didáctico, explícito y directo, de los conceptos clave relacionados con la Tierra puede ser efectivo para el cambio conceptual, incluso con niños pequeños.

Esa esperanzada propuesta de Nussbaum era en buena medida compartida por Sneider y Pulos (1983). Y otros autores han insistido posteriormente en diferentes estrategias. Algunos señalaron la importancia de las visitas y actividades realizadas en planetarios (Frazee, 1984; Dunlop, 2000). Se han propuesto actividades de observación directa, solicitando la participación familiar (Foster, 1996; Brandou, 1997; Rillero, Gonzalez y Moy, 2000; Vega, 2002). Y en algunos casos se ha intentado mostrar que los cambios conceptuales pueden tener lugar mediante distintas propuestas y estrategias de tipo constructivista realizadas en las aulas (García, Mondelo y Martínez, 1995; Stahly, Krockover y Shepardson, 1999; Barnett y Morran, 2002; Vega, 2002).

Los resultados son alentadores en cuanto a las posibilidades de una intervención educativa eficaz. Pero la cuestión de aprehender el concepto y las relaciones implicadas no es tan sencilla como aparenta, ya que los nuevos conocimientos pueden ser difíciles de aceptar por parte del alumnado, como no lo era por aquellos a quienes se dice que Galileo declaraba *eppur si muove*. En ese sentido, debe tenerse en cuenta que Kikas (1998) obtuvo buenos resultados, que se mantenían dos meses después de las actividades y las explicaciones, y sin embargo, al cabo de cuatro años, mantenían de nuevo ideas y explicaciones inadecuadas, como si nunca hubieran entendido y asimilado lo que se les había enseñado.

En ese sentido acaso es hora y conveniente que las investigaciones se centren también en la formación científica y didáctica del profesorado con el fin de mejorar la comprensión de los maestros. La tarea parece asequible a corto plazo, si hemos de hacer caso de algunas propuestas (Callison y Wright, 1993; Camino, 1995; Atwood y Atwood, 1996, 1997; Parker y Heywood, 1998; Navarrete, 1998, 2003; Trundle, Atwood y Christopher, 2002, 2003; Ashcraft y Courson, 2003).

Algunos autores han observado que ciertos errores pueden derivar de engañosas representaciones mentales causadas por las ilustraciones de los libros, pero existen pocos estudios dedicados a analizar tales errores y las implicaciones que se derivan para la enseñanza. Porque en los libros y textos escolares existen grandes lagunas, errores e incoherencias (Vega, 1996, 2003; Lukas y Cohen, 1999; Martínez-Peña y Gil-Quílez, 2001; Vega y Marrero, 2002). Una revisión de los contenidos de los libros de texto es, sin duda, urgente.



3. ENSEÑAR E INVESTIGAR DESDE LA INVESTIGACIÓN-ACCIÓN

En nuestro estudio partimos del supuesto de que el aprendizaje y la adquisición del conocimiento son actividades sociales; que las ideas alternativas existen en las mentes infantiles, pero también en las de los adultos, conformando un conjunto de conocimientos contruidos de forma personal en contextos sociales y culturales, en donde deben ser valorados (Claxton, 1991; Solomon, 1993). Esta organización del conocimiento puede estar estructurada en los términos señalados por Vosniadou y Brewer (1992, 1994), en forma de modelos mentales que son susceptibles de evolución y transformación cuando se mejora la comprensión y se hacen explícitas las contradicciones de las creencias y presupuestos epistemológicos y ontológicos que los sustentan, condicionan y restringen.

Para intentar comprender cómo se estructura y organiza el conocimiento, contruido de forma personal en contextos sociales y culturales, y en qué medida puede evolucionar, consideramos que es del todo insuficiente el estudio de unos pocos sucesos aislados del contexto educativo, obtenidos y analizados desde una perspectiva ajena al aula, entre otras razones porque la autora de la investigación era (lo sigue siendo aunque ahora esté en otro lugar) profesora de Educación Infantil, y como tal había de ejercer su trabajo, a la vez que realizaba la investigación. Parecía, por tanto, necesario que la investigación quedase enmarcada en el contexto social y cultural del alumnado y del centro con un enfoque interpretativo y cualitativo, pues no tanto se trataba de encontrar y descubrir grandes verdades y teorías como de comprender y mejorar las propias prácticas.

Partimos también del supuesto de que en la construcción social del conocimiento y en la forma de organizarse en nuestras mentes juegan un papel importante las imágenes que se nos suministran a través de diferentes conductos, entre otros los libros de texto y los cuentos, imágenes que en buena medida siguen contaminadas por las ideas sustentadas por los seres humanos a lo largo de la historia. Por eso un primer objetivo de la investigación se centra en el análisis de los conceptos relacionados con el día y la noche que se presentan en los cuentos y en los libros de texto de educación infantil y primaria.

Teniendo en cuenta esos supuestos, el objeto principal de la investigación se centra en conocer la organización mental, y los posibles orígenes, de las ideas sustentadas por el alumnado de Educación Infantil en relación con el día y la noche, con el fin de planificar una intervención educativa orientada a mejorar la comprensión del fenómeno y enfocada al enriqueciendo de las ideas de los niños y niñas con la ayuda de los familiares, promoviendo para ello el interés por la observación del cielo.

La investigación se inició tomando los referentes de la investigación-acción tal y como fue planteada en su día por Stenhouse (1987) y por Elliot (1990), aunque centrada también en la investigación-acción crítica tal y como era defendida y definida por Kemmis y McTaggart (1988; Carr y Kemmis 1988). Puede decirse, en resumen, que en la investigación aparecen tres planos en buena medida diferenciados, aunque interrelacionados: en primer lugar, una parte fundamentalmente des-



criptiva, dedicada al análisis de las imágenes de libros de texto y cuentos. Un segundo plano, dedicado a la reflexión desde y acerca de la práctica de la investigadora-maestra y a la intervención educativa, fundamentalmente cualitativa, interpretativa y etnográfica, en la que los roles de la investigadora y de la maestra participante vienen con frecuencia a coincidir y confundirse. Y un tercer plano, en el que la investigadora asume un papel más distanciado y menos subjetivo, de observadora participante, para analizar y estudiar la organización mental de las ideas.

La segunda perspectiva de investigación, en la que una maestra se convierte en investigadora de su propia práctica asumiendo a la vez los roles de investigadora, informante y sujeto de la investigación, no es frecuente en la literatura científica y conlleva serios compromisos en relación con la validez y la fiabilidad. Por eso hemos intentado definir con bastante precisión nuestras motivaciones e intereses, los referentes metodológicos, el acceso al campo, el contexto general de la investigación y los procesos de recogida de la información y análisis de los datos. Y ésa es también la razón de que utilizemos de manera extensiva y reiterada los extractos de entrevistas y las anotaciones de nuestro diario de clase.

4. DUALIDADES. CIELO Y TIERRA, SOL Y LUNA

Pretendemos aquí examinar las diferentes ideas, creencias y teorías mantenidas por las distintas culturas y por los hombres de ciencia a lo largo de la historia en relación con el movimiento de la Tierra, el Sol y la Luna, pero este epígrafe debe ser considerado como un ejercicio de ilustración personal con el que intentamos clarificar nuestros escasos conocimientos, lagunas y carencias en relación con la historia de la filosofía y de la ciencia.

En su intento de explicar el mundo, las sociedades primitivas recurrieron primero a la mitología y a lo sobrenatural, haciendo aparecer fuerzas extrañas que movieran los hilos del cosmos. El temor, la dependencia y el desamparo ante los elementos de la naturaleza y los misteriosos astros que invariablemente escoltaban a los seres humanos, rigiendo sus vidas, debieron ser las razones que les impulsaron a dotar a estos fenómenos y astros con los mismos fantasmas y espectros que poblaban sus mentes. Por eso los dioses y las diosas aparecen a imagen y semejanza de los hombres y de las mujeres, emparejados, con sentimientos y pasiones, con poder y fuerza, débiles y miserables. Fue así cómo las parejas Cielo-Tierra y Sol-Luna se convirtieron en los principales dioses que gobernaban los destinos de los seres humanos.

Con el tiempo, los hijos del cielo y de la Tierra, Sol y Luna, cobraron más fuerza y tuvieron especial influencia a lo largo de la evolución mental de los hombres y de las mujeres. No sólo en la medida en que fue con esa pareja como comenzaron a aprehender las primeras nociones de causalidad, derivadas de las regularidades espacio-temporales, sino porque también fue la existencia del Sol y de la Luna lo que impulsó el pensamiento en busca de las leyes que regían sus movimientos, en ese proceso que se ha denominado paso del mito al logos, o progreso desde la concepción mitológica del mundo hacia la comprensión de un universo geométrico y razonado.



Los griegos idearon ingeniosos modelos conceptuales, fundamentados en la simetría del círculo y de la esfera, para explicar los movimientos del Sol y de la Luna, así como el difícil caminar de los otros planetas, astros errantes. Primero las esferas encajadas de Eudoxo, ampliadas por Aristóteles; más tarde el sistema de epiciclos y deferentes con el que Hiparco intentará explicar la lejanía-cercanía de los planetas a la Tierra en el momento de la regresión, sistema que siglos después retomará Ptolomeo, introduciendo el concepto de ecuante para regular los cambios de velocidad angular.

Ese modelo perdurará hasta bien entrada la Edad Moderna, pues ni siquiera Copérnico abandonó la idea griega de la perfectibilidad de la esfera y del círculo; al contrario, al señalar al Sol como centro en torno al cual giraban la Tierra y los demás planetas, planteó como axioma básico de la astronomía el movimiento circular y uniforme y entendió que las órbitas planetarias eran circulares y con velocidad constante. Es por eso que para acomodar su modelo a las observaciones continuó explicando el movimiento de los astros mediante deferentes, epiciclos y ecuanes.

Fue Kepler, al intentar resolver la órbita de Marte, quien primero entendió que sus antecesores habían estado errados durante más de dos mil años suponiendo que las órbitas planetarias eran circulares. Después de varios años de lucha contra el Dios de la Guerra, Kepler estuvo en disposición de mostrar que la curva que describía Marte era una elipse, rompiendo, como dijo Koyré (1973), el hechizo de la circularidad de nuestros antepasados. Porque mostrar que la variación de la velocidad de traslación de los planetas se relaciona con sus distancias con respecto al Sol y que son innecesarios los epiciclos para explicar las trayectorias era dar un vuelco total al pensamiento astronómico. Para llegar a esa solución había que hacer una suposición extraordinariamente audaz e imaginativa. Para construir geoméricamente una elipse se necesitan dos focos. Uno era el Sol. Pero ¿y el otro? El otro no existía. Por eso, como dijo Hanson (1985), ni siquiera los dramáticos y espectaculares vuelcos conceptuales de nuestro siglo XX exigieron una mayor ruptura con el pasado.

Podemos afirmar, por tanto, que cuando Copérnico tomó al Sol como centro, relegando a la Tierra al número de los astros con órbitas excéntricas, se sentaron las primeras bases para desmembrar la dualidad Cielo-Tierra, de la que hablábamos antes, bases que fueron remozadas por Kepler, Galileo y Newton. A la disociación científica entre Cielo y Tierra le siguió la desmembración cultural; a partir de Newton tan sólo conservará este carácter dual como metáfora religiosa.

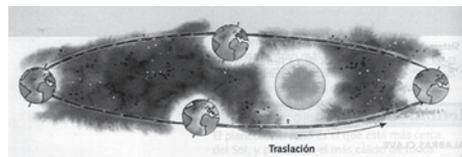
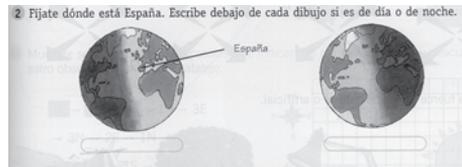
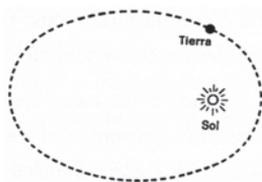
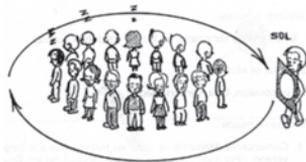
El Sol y Luna también adquirieron una carácter individualizado desde el punto de vista científico, dejando de tener movimientos opuestos y complementarios: mientras que la Luna debe contentarse con ser un mero satélite de la Tierra, sin luz propia, el Sol se convierte en el centro de nuestro sistema planetario. Sin embargo, esta individualización no ha tenido el mismo efecto desde el punto de vista cultural; ése es, precisamente, el principal argumento de nuestra investigación en el siguiente capítulo, en el que intentaremos mostrar cómo todavía hoy la dualidad Sol-Luna se sigue presentando en los mismos términos de oposición noche-día, luz-tinieblas, que tenían con anterioridad a la revolución de Copérnico, Kepler y Newton. Quizás debido a la tendencia que tenemos las personas en creer en verdades eternas, tanto como al consuelo que nos proporciona la creencia de que, aunque podamos envejecer y morir, el universo permanece eterno e inmóvil.



5. SISTEMA SOL-TIERRA-LUNA EN LOS LIBROS DE TEXTO

En los últimos años el análisis de los libros de texto ha puesto al descubierto las distorsiones informativas que propician (Torres, 1994) así como parte del currículum oculto que orienta la acción educativa. Sin embargo, son todavía escasos los trabajos que analizan o cuestionan los contenidos científicos (Meyer *et al.*, 1988; Jiménez, Hoces y Perales, 1997). El análisis de algunos textos, fundamentalmente de sus imágenes, evidencia que los libros son fuente de errores conceptuales en el ámbito de las ciencias de la Tierra. Algunos autores ya observaron que los errores conceptuales podían derivar de engañosas representaciones mentales causadas por las ilustraciones de los libros (Vosniadou, 1991; Ojala, 1992), y otros investigadores han retomado después esa cuestión (Vega, 1996; Lukas y Cohen, 1999; Martínez-Peña y Gil-Quilez, 2001; Vega y Marrero, 2002).

Nuestro análisis pone de manifiesto que en los libros escolares existen grandes lagunas, errores e incoherencias a la hora de desarrollar conceptos tan cotidianos como el día, la noche, la rotación y la traslación terrestres. Algunas imágenes nos muestran al Sol girando alrededor de la Tierra. Ya sea de forma explícita, como en el juego para Educación Infantil propuesto en el texto de Brown representado en la imagen primera, o como consecuencia del descuido de algunos dibujantes, que mantienen a la Tierra estática mientras hacen girar la iluminación solar. Otras imágenes, frecuentes y reiteradas, presentan a la Tierra trasladándose alrededor del Sol con una trayectoria elíptica de marcada excentricidad, falsa e irreal, derivada de una errónea asociación de las leyes de Kepler con la traslación terrestre. Eso es lo que hemos



Imágenes erróneas e incoherentes en los libros de texto



llamado *el hechizo de la elipse* (Vega y Marrero, 2002). Un hechizo que trasciende el marco conceptual de la forma en que la Tierra se traslada alrededor del Sol y se convierte en un serio obstáculo para comprender la sucesión de las estaciones. Basta con dejar constancia de las imágenes que aparecían en libros de texto de la autora y de sus hijos para comprender el generalizado error conceptual que se transmite en ellos.

Son esas imágenes, insistentemente reproducidas en los libros de todas las editoriales, las que quizás no permiten entender la causa real de las estaciones. Porque si las imágenes se correspondiesen con la realidad, habría que deducir de ellas una gran variación de temperaturas en función de la cercanía-lejanía de la Tierra y el Sol. Y eso es lo que piensan quienes las han tenido tantas veces delante de sus ojos, sin advertir que realmente la excentricidad de la órbita terrestre (que *sólo* es de 0.017) apenas puede advertirse en cualquier dibujo a escala (la excentricidad de las figuras anteriores no se corresponde con la de la Tierra ni con la de ningún planeta del sistema solar, y solamente tienen cierto parecido con las de asteroides del tipo Apolo e Ícaro, cuyas excentricidades varían entre 0.6 y 0.8).

Estuvo acertado Koyré cuando dijo que gracias a Kepler se rompió el *hechizo de la circularidad* que encorsetaba a la astronomía desde la época griega. Pero después de él un nuevo corsé se ha adueñado de nuestras mentes: el *hechizo de la elipse*, es decir, el uso y abuso de imágenes falsas y traidoras, que mienten y engañan al alumnado y burlan al profesorado, provocando tantas ideas erróneas como las que aparecen en los estudios que citamos al principio.

No parecen necesarios muchos más argumentos para entender la necesidad de modificar esas imágenes que nos muestran una órbita elíptica errónea con el Sol en un foco alejado del centro, sobre todo cuando se utilizan para dar cuenta de la sucesión de las estaciones. Y como decíamos en otra ocasión (Vega, 1996), los enseñantes tenemos que exigir que desaparezcan de los libros de texto que utilizamos en nuestras aulas.

Existe, por otra parte, un error conceptual, transmitido a los niños y niñas de corta edad a través del lenguaje oral, escrito e icónico de nuestros cuentos y libros de texto, que, aunque aparentemente intrascendente, resultará decisivo para afianzar posteriormente ideas erróneas. Nos referimos a la asociación de la noche con la Luna, asociación habitual en el ámbito de la Educación Infantil porque es en esa etapa educativa cuando se comienzan a presentar los conceptos de día y noche, cuestión sobre la que ya hemos tratado en un trabajo publicado por esta misma revista (Vega, 2003).

6. APRENDER Y ENSEÑAR EN LA EDUCACIÓN INFANTIL

En esta parte se exponen los principios fundamentales en que se basa y se inspira nuestra metodología de trabajo en el aula de Educación Infantil. Aparecen aquí las ideas y reflexiones de la investigadora en relación con la educación, además de las muchas dudas, ilusiones, alegrías y frustraciones que conforman el trabajo de una maestra de Educación Infantil que investiga su propia práctica.

En la Educación Infantil *el problema del inicio*, o lo que se ha venido a llamar período de adaptación, es un problema complejo porque trata del primer contacto que la mayoría de los niños y niñas tienen con la escuela y en alguna medida será determinante para su futuro escolar. También es compleja la adaptación del profesorado. En ese sentido, el análisis de las reflexiones plasmadas en nuestro diario de clase nos han permitido advertir lo que quizás sea una novedad en la literatura pedagógica de esa etapa: al igual que los niños y sus familiares, los profesores pasamos por un problemático período de adaptación, un proceso de construcción de lazos afectivos y emocionales que se ve perturbado por lo que hemos llamado el sentimiento de pérdida del alumnado de los años anteriores. El final de período de adaptación del profesorado de educación infantil implica la incorporación afectiva, la aceptación, la *ganancia*, de los nuevos. Cuando se advierte que son ya *nuestros niños y niñas*. En ese proceso es muy importante la participación de los familiares.

Afirmamos algo que no es nuevo ni original: la escuela debe estar abierta a la participación y al compromiso de las familias. Pero eso supone que ha de resolverse un problema organizativo que puede dificultar la participación: si los padres y madres han de participar y colaborar, es necesario ofertar espacios, tiempos, lugares y ocasiones para ello. No sólo a nivel de centro, sino, fundamentalmente, a nivel de aula. En ese sentido, la preparación de salidas y la organización de fiestas son espacios de encuentro, participación y compromiso.

Estamos convencidos, no obstante, de que no puede existir una verdadera participación y colaboración de los padres y de las madres si no la hay entre los



niños y las niñas. Así de sencillo y así de complejo. Por eso el aula debe estar estructurada para fomentar la comunicación y el intercambio, fundamentos en los que se sustentan la participación y la colaboración. Por esa razón dedicamos abundante espacio a dar cuenta de la importancia de la asamblea y a la metodología de rincones, haciendo especial hincapié en aquellos que nos permiten trabajar los aspectos relacionados con la coeducación: la casita y la peluquería, las construcciones, la ventita... También se dedica bastante espacio para explicar la investigación del medio y la metodología de globalización a través de la Psicomotricidad, cuestión sobre la que habíamos reflexionado en otras ocasiones (Llorca y Vega, 1998).

7. IDEAS SOBRE EL DÍA Y LA NOCHE EN LA ESCUELA

Es desde esos supuestos metodológicos y en ese marco de participación y colaboración de la familia como debe entenderse el estudio que realizamos para conocer las ideas de los niños y de los familiares en relación con el concepto de día y noche, así como la posterior planificación de la intervención educativa.

En un principio habíamos previsto estudiar solamente las ideas del alumnado y de los familiares, pero posteriormente decidimos ampliar el estudio al profesorado del centro, aunque sólo fuera para abarcar todo el contexto de la investigación. Debemos advertir que esas investigaciones realmente cobran sentido en el contexto del aula. Si aparecen desgajadas es sólo por una cuestión de claridad y economía expositiva.

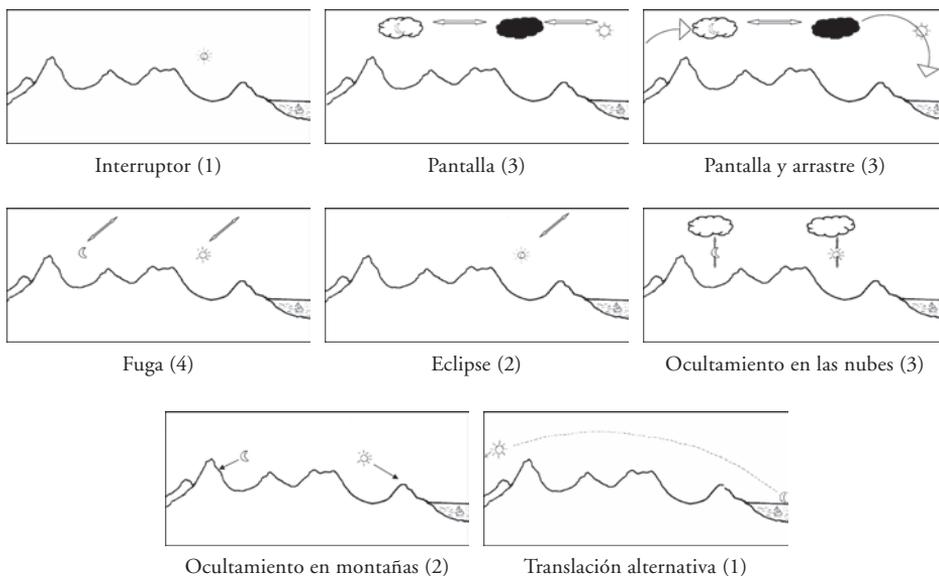
Cuando se planificó la investigación eran prácticamente inexistentes los estudios sobre este particular realizados con alumnado de Educación Infantil. A esa dificultad relacionada con la edad venía a sumársele otra, no menos importante, como era la escasez de referentes metodológicos para llevar a cabo la investigación, pues la mayoría de los trabajos consultados hasta 1993 no exponían con detalle la metodología utilizada. Entendimos, por tanto, que necesitábamos contar con un cuestionario, previamente experimentado y con una práctica previa en el *arte de hacer preguntas y entrevistas*.

Por eso consideramos que una de nuestras primeras actividades debería consistir en la realización de un estudio piloto, con el que poner en práctica el instrumento de recogida de información, familiarizarnos con la metodología, sortear las inconveniencias que nos presentarían las respuestas inesperadas y servir de pauta para posibles dificultades de una investigación posterior más sistemática. Ese estudio piloto, así como el método, instrumentos y resultados detallados pueden consultarse en el informe de investigación (Vega, 2002).

De acuerdo con el concepto que el alumnado tiene de la Tierra, de cuál es la explicación que da para justificar la presencia-ausencia de la Luna y del Sol por el día y por la noche, del lugar en que cree que se encuentran los astros durante ese tiempo y de cómo hacen para aparecer o desaparecer, creemos haber identificado ocho modelos mentales en el alumnado de Educación Infantil de nuestra muestra (ver figuras en página siguiente).

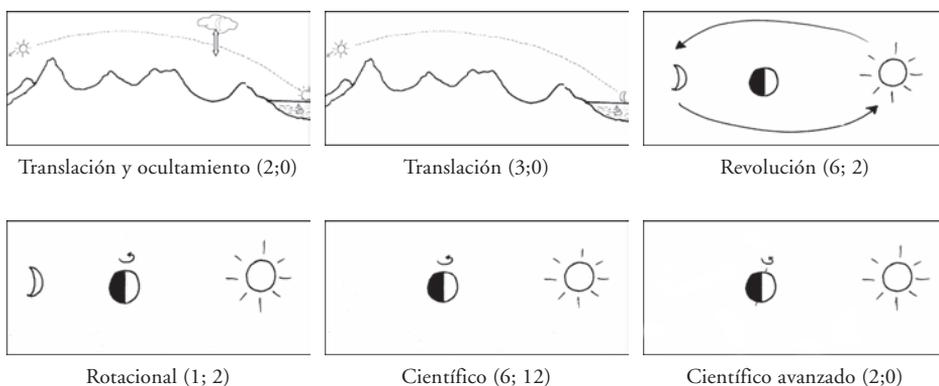
El concepto de modelo mental, tal y como nosotros lo tomamos de Vosniadou y Brewer, es una estructura cognitiva dinámica y evolutiva que cambia a medi-





Modelos mentales sustentados por el alumnado de Educación Infantil a los 5 años

da que se aceptan e incorporan nuevas informaciones que se confrontan con las creencias previas. A diferencia de la denominación utilizada para con los niños y las niñas, hemos llamado representaciones y no modelos mentales al conjunto de ideas de los adultos porque creemos que no son construcciones dinámicas ni evolutivas: cuando son incoherentes provienen de un bloqueo conceptual que los adultos arrastran desde su época infantil. Entre los adultos creemos haber identificado las siguientes representaciones.



Representaciones mentales sustentados por los adultos (familiares; profesorado)

Como vemos, existe un alto porcentaje (30%) de familiares que mantiene representaciones iniciales de translación. De acuerdo con Vosniadou y Brewer estas representaciones desaparecerían al iniciarse con la escolarización y a medida que se reciben informaciones de la esfericidad de la Tierra. No está claro, por tanto, a qué podemos atribuir la persistencia de esas representaciones, ya que prácticamente todos los familiares realizaron al menos estudios de EGB. Las representaciones de revolución y rotacional, que de acuerdo con nuestros datos mantienen más de la tercera parte de los familiares y casi la cuarta parte del profesorado, están condicionadas por representaciones sintéticas de la Tierra y por la creencia errónea de que la Luna está implicada causalmente con el ciclo día-noche, creencia que posiblemente permanezca en las mentes de esos familiares y profesores desde edades tempranas y que no ha sido resuelta satisfactoriamente durante la escolaridad obligatoria (y en el caso de los profesores a pesar de los estudios de bachillerato y magisterio).

Puede decirse, por tanto, que esas representaciones persistentes son los restos de un naufragio didáctico. Pero en el caso de los profesores constituye también una tragedia didáctica y educativa, en la medida que tenderán a reproducir esas ideas entre el alumnado. Naturalmente no estamos haciendo una crítica al profesorado, ni cuestionando su aptitud pedagógica, porque tenemos sobradas razones para afirmar que los que participaron en el estudio son excelentes, competentes y cualificados profesionales, además de preocupados por el aprendizaje del alumnado y comprometidos con la renovación pedagógica y la mejora de la escuela. Lo que queremos significar es la necesidad de abordar una inaplazable, necesaria y urgente formación del profesorado en las cuestiones aquí reseñadas.

8. UNIDAD DIDÁCTICA. EL DÍA Y LA NOCHE

Una vez descritas y analizadas las ideas del alumnado y de sus familiares, pasamos a planificar una intervención educativa con el objeto de mejorar la comprensión de esos fenómenos. En esta parte se intenta intervenir en las teorías de dominio que sustentan los modelos mentales acerca del día y la noche del alumnado, mediante el enriqueciendo de la observación con la ayuda de los familiares. La intervención educativa se planifica y programa para dos semanas, pero su desarrollo y la participación de los familiares sólo pueden entenderse en el contexto de una organización y una planificación mucho más amplia, que dura los dos años que la autora vivió, casi siempre disfrutando, con el alumnado y sus familiares. Por eso aparecen aquí las ideas y reflexiones de la investigadora en relación con la educación, además de las muchas dudas, vivencias, ilusiones, alegrías y frustraciones que conforman el trabajo de una maestra de Educación Infantil que investiga en y desde su propia práctica para reconstruir el cuerpo teórico que la orienta.

Esta parte de la investigación está centrada en la transcripción literal del diario de clase para dar cuenta de las actividades, las experiencias y los procesos de observación y asimilación realizados por el alumnado. Se incorporan también diferentes registros, dibujos y fotografías de las observaciones, los juegos y las actividades.






 NOMBRE: *Angela*
 FICHA DE OBSERVACIÓN

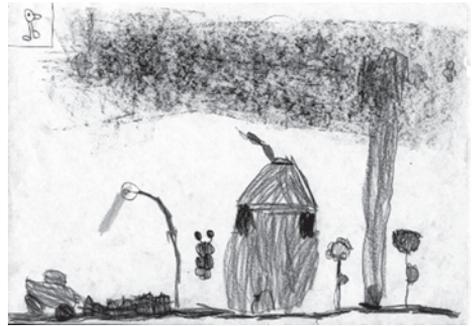
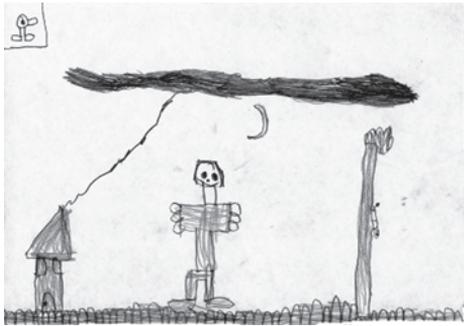
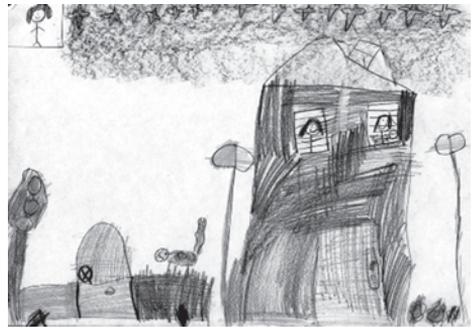
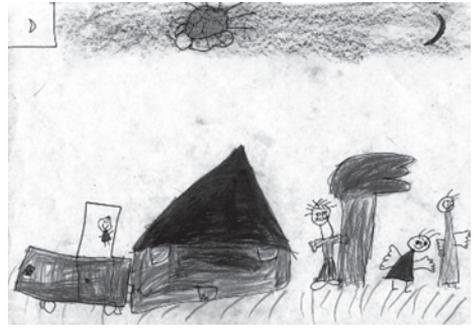
DEA	HORA	FORMA DE LA LUNA	OTRAS COSAS DE INTERÉS
Lunes 8	8:55		
Martes 9			
Miércoles 10	8:55		
Jueves 11	8:55		
Viernes 12	8:55		



 la luna se puede ver por el día

ver 
 luna 
 día 

Algunas actividades realizadas



Dibujos antes y después de la intervención educativa

La evaluación está en buena parte sustentada en las producciones plásticas del alumnado. A la izquierda aparecen algunos dibujos representando el día y la noche realizados antes de la intervención educativa, en marzo; a la derecha dibujos del día y la noche realizados por los mismos niños o niñas en abril, después de la intervención educativa. Comparados los dibujos realizados antes y después de la intervención, podemos observar grandes diferencias, que nos hablan de la consecución de los objetivos pretendidos.

Lo que más destaca en los dibujos realizados después de la Unidad Didáctica es la incorporación, prácticamente generalizada, de la Luna de día, lo que es una consecuencia de las observaciones de la Luna realizadas en el colegio durante el día, pero también de advertir su ausencia en las primeras horas de la noche durante los días del inicio de la Unidad Didáctica. Pero en los dibujos también aparece con claridad el interés por observar el cielo y la progresión de esa observación, reflejada plásticamente.

En efecto, en casi todos los dibujos realizados antes de la Unidad Didáctica el día aparece simbolizado por el Sol, situado en un lugar indefinido e incoloro, salpicado de alguna que otra nube azul. Parece como si en esas fechas el cielo no existiera. Tres semanas después, el cielo cobra consistencia y aparece como un espacio azulado en el que se sitúan el Sol y la Luna. También podemos observar en los dibujos posteriores a la intervención la ausencia de la Luna durante la noche, lo que nos muestra el inicio de la ruptura entre la Luna y la noche que intentábamos conseguir.

También se produce un cambio significativo en la forma de simbolizar la noche: si antes de la intervención se identificaba con la Luna, después aparecen otros símbolos, como las estrellas, las farolas o las luces de las casas. El interés por observar el cielo también aparece reflejado en los dibujos de la noche. Antes de la Unidad Didáctica la noche se representa generalmente con la Luna y las estrellas separadas de una franja negra en la parte superior del dibujo. Después de la Unidad didáctica el color negro se extiende y las estrellas no aparecen separadas sino incluidas en esa negrura que representa el cielo nocturno.

9. ALGUNAS CONCLUSIONES

9.1. NECESIDAD DE REVISAR LOS CONTENIDOS E IMÁGENES DE LOS LIBROS DE TEXTO

Nuestros análisis señalan la existencia de grandes lagunas, errores e incoherencias en los libros de texto a la hora de desarrollar conceptos tan cotidianos como el día, la noche, las estaciones, la rotación y la traslación terrestres. Es cierto que los errores, los disparates visuales y los descuidos se pueden entender y disculpar. Pero cuando se generalizan y se presentan de manera reincidente y repetitiva quizás sea oportuno denunciar las inercias editoriales, escasamente preocupadas, a lo que parece, por el rigor científico de los textos que producen y por la inexistencia de revisores encargados de controlar la escasa ciencia que transmiten esos libros. De nuestra investigación se deriva que para los conceptos relacionados con el sistema Tierra-Sol-Luna esa revisión es una apremiante necesidad.

9.2. NECESIDAD DE MEJORAR LA FORMACIÓN CIENTÍFICA Y DIDÁCTICA DEL PROFESORADO

Nuestros resultados concuerdan con estudios anteriores y ponen de manifiesto que los errores y descuidos son abundantes entre el profesorado, errores que parecen derivar precisamente de las limitaciones de los libros de texto, que condicionan sus puntos de vista desde la época de estudiantes, contribuyendo a reforzar las creencias y causalidades erróneas. Eso vendría a explicar por qué las equivocaciones y omisiones de los libros de texto se reproducen y se mantienen de manera persistente, sin que el profesorado las advierta. Para exponerlo en términos metafóricos acordes con alguno de los epígrafes del informe de la investigación podría decirse que la deficiente comprensión del sistema Sol-Tierra-Luna se sustenta en una elipse viciosa y traidora, construida con dos focos: en el primero se sitúan las imágenes y los contenidos erróneos de los libros de texto; en el otro las ideas preconcebidas del alumnado, familiares y profesores.

Y de esa elipse viciosa sólo se puede intentar salir desbaratando los dos focos que la definen, lo que a nuestro entender significa centrarse en dos acciones prioritarias. La primera ya la hemos señalado anteriormente: exigir la urgente y necesaria revisión científica de los libros de texto. La segunda ha de suponer una nueva manera de entender la formación y la renovación científica y didáctica del profesorado, que ha de estar capacitado no sólo para poner en práctica estrategias de enseñanza-aprendizaje acordes con el sentido de la escuela como esfera pública y democrática (Apple, 1996; Guarro, 1999), sino también para analizar críticamente los *materiales a prueba de profesores*, como se ha dado en llamar en los últimos tiempos a los libros de texto.

Todo lo demás es, por continuar con la metáfora, colocar deferentes y epiciclos para que las piezas encajen, sabiendo que es un artificio irreal. ¿De qué habría de servir poner en práctica esta o la otra estrategia de enseñanza o de cambio conceptual si los libros y el profesorado que ha de poner en práctica los cambios sostienen las mismas ideas?

9.3. IMPORTANCIA DE LA IMPLICACIÓN Y LA PARTICIPACIÓN FAMILIAR

La necesidad de la participación de los familiares en la educación no constituye hoy ninguna novedad: se trata de una exigencia propia de las sociedades democráticas que pretendan ser tales. En muchos casos los familiares tienen gran protagonismo en las aulas también por otra razón: porque siempre son una valiosa ayuda, como se desprende de la tercera parte de nuestro trabajo. Pero se suele olvidar que los contextos familiares condicionan y definen las nociones y teorías apriorísticas del alumnado. Y que, por tanto, toda propuesta metodológica tendente a modificar sustancialmente las teorías y modelos iniciales del alumnado deberá contar, de manera prioritaria, con la intervención familiar, que es quien incorpora los contextos simbólicos y lingüísticos, y aporta los elementos constitutivos de las teorías implícitas con las que el alumnado llega a la escuela.

Naturalmente, esa participación tiene que producirse de forma gradual, porque la práctica de la participación familiar sólo tiene sentido cuando estamos convencidos de su necesidad y de su viabilidad. Y ese proceso, como proceso social e histórico, puede ser largo. Nuestra investigación aporta, en ese sentido, algunas reflexiones sobre estrategias favorecedoras de la participación.

El diario de clase nos permite dar cuenta de procesos que habitualmente pasan desapercibidos. De entre todos queremos destacar lo que hemos llamado período de adaptación de la maestra, ese proceso derivado del *sentimiento de pérdida* del alumnado al final de cada ciclo educativo que produce un bloqueo emocional que dificulta la acogida, la aceptación y la incorporación afectiva del nuevo alumnado. El proceso de reconstrucción de lazos afectivos y emocionales está ligado, naturalmente, a la propia dinámica de la clase y a las relaciones con el alumnado, pero se ve facilitado por los contactos y las relaciones con los familiares. De ahí el sinsentido de esos profesores que mantienen a los familiares a una imprudente distancia de sus aulas, olvidando que el desamparo y las soledades pueden compensarse con el apoyo de los padres y de las madres.

9.4. GÉNESIS Y EVOLUCIÓN DE LOS MODELOS MENTALES DEL CICLO DÍA/NOCHE

En nuestra investigación parecen confirmarse resultados de otros estudios en relación con la construcción del conocimiento infantil: desde edades tempranas los niños y las niñas son capaces de establecer relaciones causales para explicar el ciclo día-noche. Estas explicaciones están sustentadas en estructuras cognitivas bien definidas, organizadas y coherentes, originadas antes de comenzar la escolaridad. La heterogeneidad y variabilidad de esos modelos mentales iniciales en niños y niñas de la misma edad señala que pueden estar supeditados a las diferentes aptitudes y capacidades cognitivas para observar y establecer relaciones e inferencias causales, pero también parecen estar estrechamente vinculados con las distintas experiencias y mediaciones promovidas por la familia y el medio sociocultural. De ahí que los hijos de las personas que sostienen modelos científicos del ciclo día/noche sean precisamente los niños y niñas con modelos mentales iniciales más elaborados. Y al revés: los hijos de personas que tienen ideas menos elaboradas también poseen modelos mentales iniciales menos desarrollados.

9.5. CONSTRUCTIVISMO Y CAMBIO CONCEPTUAL: POSIBILIDADES Y LÍMITES

La intervención educativa se centraba en la consecución de dos objetivos: fomentar la observación del cielo y romper la asociación noche/Luna. El proceso se llevó a cabo mediante estrategias de cambio conceptual centradas en la observación de la Luna durante el día y en actividades de tipo constructivista favorecedoras de un proceso gradual de debilitamiento de la asociación noche/Luna. Nuestro estudio muestra que la asociación noche/Luna fue cambiada de forma efectiva y duradera. De ahí que pueda avalarse la potencialidad educativa de las propuestas constructivistas y de cambio conceptual.



Naturalmente, se trata de las propuestas constructivistas y de cambio conceptual que orientaron nuestra investigación y nuestra práctica educativa. Es decir, partiendo de la consideración de que tanto la enseñanza como el aprendizaje son actividades sociales, que el alumnado es protagonista fundamental de su propio aprendizaje y que sus ideas y opiniones deben estar presentes en el aula para ser debatidas y contrastadas. Y eso sólo es posible cuando el diálogo, la negociación, el compromiso y la expresión de las ideas son normas básicas del funcionamiento diario del aula.

Eso implica que, además de planificar actividades para observar, analizar, contrastar y valorar, el profesorado se preocupa por conocer y respetar las ideas del alumnado; por comprender la evolución de los conceptos de estudio; por utilizar estrategias didácticas acordes con las condiciones del alumnado y con los contenidos de la enseñanza; no olvida los aspectos motivacionales, afectivos y emocionales; analiza críticamente los materiales curriculares; y tiene en cuenta los contextos sociales en el que se desarrollan sus prácticas y está abierto a la participación y a la colaboración de las familias.

Quiere eso decir que difícilmente puede existir una investigación constructivista y de cambio conceptual desligada de los contextos del aula, planificada y llevada a cabo por investigadores que no se enmarcan en la actividad práctica. O si se prefiere, no puede haber investigación centrada en el cambio conceptual y en el constructivismo que no tenga en cuenta que desde esa orientación el profesorado y el alumnado constituyen los principales investigadores. De ahí derivan, quizás, los limitados y contradictorios resultados que se han observado en muchas investigaciones supuestamente centradas en orientaciones constructivistas, pero llevadas a cabo en contextos no constructivistas ni de cambio.



BIBLIOGRAFÍA

- AFONSO, R., BAZO, C., LÓPEZ, M., MACAU, M.D. y RODRÍGUEZ, M.L. (1995). «Una aproximación a las representaciones del alumnado sobre el universo», *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (3), 327-335.
- APPLE, M.W. (1996). *El conocimiento oficial*. Barcelona: Paidós.
- ASHCRAFT, P. y COURSON, S. (2003). «Effects of an Inquiry-Based Intervention to Modify Pre-Service Teachers' Understanding of Seasons», Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, March, Philadelphia, PA.
- ATWOOD, R.K. y ATWOOD, V.A. (1996). «Preservice elementary teacher's conceptions of the causes of seasons», *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 553-563.
- (1997). «Effects of instruction on preservice elementary teacher's conceptions of the causes of night and day and the seasons», *Journal of Science Teacher Education*, 8 (1), 1-13.
- (1995). «Preservice elementary teacher's conceptions of what causes day and night», *School Science and Mathematics*, 95, 290-294.
- BARNETT, M. y MORRAN, J. (2002). «Addressing Children's Alternative Frameworks of the Moon's Phases and Eclipses», *International Journal of Science Education*, 24(8), 859.
- BAXTER, J. (1989). «Children's understanding of familiar astronomical events», *International Journal of Science Education*, 11, 502-513.
- BLACK, P. y LUCAS, A.M. (eds.) (1993). *Children's informal ideas in science*, London: Routledge y Kegan Paul.
- BRANDOU, B. (1997). «Backyard Astronomy: Observing Moon Phases», *Science and Children*; 34 (8) 18-21.
- CALLISON, P.L. y WRIGHT, E.L. (1993). «The Effect of Teaching Strategies Using Models on Preservice Elementary Teachers' Conceptions About Earth-Sun-Moon Relationships», Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Atlanta.
- CAMINO, N. (1995). «Ideas previas y cambio conceptual en astronomía. Un estudio con maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la Luna», *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (1), 81-96.
- CARAVITA, S. y HALLDEN, O. (1994). «Re-framing the problem of conceptual change», *Learning and Instruction*, 4, 89-111.
- CARR, W. y KEMMIS, S. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza*. Barcelona: Martínez-Roca.
- CARRETERO, M. (1993). *Constructivismo y Educación*. Zaragoza: Edelvives.



- CLAXTON, G. (1991). *Educación de mentes curiosas. El reto de la ciencia*. Madrid: Visor.
- DE MANUEL, J. (1995). «¿Por qué hay veranos e inviernos? Representaciones de estudiantes y de futuros maestros sobre algunos aspectos del modelo Sol-Tierra», *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (2), 227-236.
- DIAKIDOU, I.-A., VOSNIADOU, S. y HAWKS, J.D. (1997). «Conceptual change in astronomy: models of the Earth and the day/night cycle in american-Indian children», *European Journal of Psychology of Education*, 12 (2), 159-184.
- DRIVER, R. (1981). «Pupil's alternative frameworks in science», *European Journal of Science Education*, 3, 93-101.
- (1989). «Students' conceptions and the learning of science», *International Journal of Science Education*, 11(5), 481-490.
- DRIVER, R. y OLDFHAM, V. (1986). «A Constructivist Approach to Curriculum Development in Science», *Studies in Science Education*, 13, 105-122.
- DUNLOP, J. (2000). «How Children Observe the Universe», *Publications of the Astronomical Society of Australia*, 17, 194. [http:// atnf.csiro.au/pasa/17_2/](http://atnf.csiro.au/pasa/17_2/).
- ELLIOTT, J. (1990). *La investigación-acción en educación*. Madrid: Morata.
- FOSTER, G.W. (1996). «Look to the Moon», *Science and Children*; 34 (3) 30-33.
- FRAZEE, B. (1984). «Children's understanding of night and day», *Meeting of the National Council of the social Studies*. Washintog D.C.
- GARCÍA, S., MONDELO, M. y MARTÍNEZ, C. (1995). *¿Qué vemos en el cielo? Una introducción a la enseñanza de la astronomía*. Suplemento núm. 44 de *Aula*.
- GUARRO, A. (1999). «El currículum como propuesta cultural democrática», en Juan M. Escudero (ed.), *Diseño, desarrollo e innovación del currículum*, Madrid: Síntesis.
- HANSON, N.R. (1985). *Constelaciones y conjeturas*, Madrid: Alianza.
- HEWSON, P.W. y HEWSON, M.G. (1992). «The status of student conceptions», en Duit, Golberg, Niedderer (eds.): *Research in physics learning: theoretical issues and empirical studies*. Kiel: Institute of Science Education.
- JIMÉNEZ, J., HOCES, R. y PERALES, F.J. (1997). «Análisis de los modelos y los grafismos utilizados en los libros de texto», *Alambique*, 11, 75-85.
- JONES, B. (1988). «Primary Teacher Student's explanations of the Day and Night, the Seasons and crescent Moon», *Conference of the New Zealand Association for Research in Education*. Massey University.
- JONES, B.L., LYNCH, P. y REESINK, C. (1987). «Children's conceptions of the Earth, Sun and Moon», *International Journal of Science Education*, 9 (1), 43-53.
- KEMMIS, S. y MCTAGGART, R. (1988). *Cómo planificar la I-A*. Barcelona: Laertes.
- KIKAS, E. (1998). «The impact of teaching on students' definitions and explanations of astronomical phenomena», *Learning and Instruction*, 8 (5) 439-454.
- KLEIN, C. (1982). «Children's concepts of the Earth and Sun: a cross cultural study», *Science Education*, 65, 95-107.
- KOYRÉ, A. (1973). *Du monde clos à l'univers infini*. Paris: Gallimard
- LLORCA, M. y VEGA, A. (1998). *Psicomotricidad y globalización del currículum en Educación Infantil*. Málaga: Aljibe.

- LUCAS, K.B. y COHEN, M.R. (1999). «The Changing Seasons: Teaching for Understanding», *Australian Science Teachers' Journal*, 45 (4), 9-17.
- MALI, G.B. y HOWE, A. (1979). «Development of Earth and gravity concepts among nepali children», *Science Education*, 63, pp. 685-691.
- MANT, J. y SUMMERS, M. (1993). «Some primary-school teacher's understanding of the Earth place in the Universe», *Research Papers in Education*, 8 (1), 101-129.
- MARRERO, J. (1993). «Las teorías implícitas del profesorado: vínculo entre la cultura y la práctica de la enseñanza», en Rodrigo, Rodríguez y Marrero, *Las teorías implícitas. Una aproximación al conocimiento cotidiano*. Madrid: Visor.
- MARTÍNEZ-PEÑA, B. y GIL-QUÍLEZ, M.J. (2001). «The importance of images in astronomy education», *International Journal of Science Education*, 23, 1125-1135.
- MATTHEWS, M. (1994). «Vino viejo en botellas nuevas: un problema con la epistemología constructivista», *Enseñanza de las Ciencias*, 12, 79-88.
- MEYER, L.A., CRUMMEY, L. y GEER, E. (1988). «Elementary science textbooks: their contents, text characteristics, and comprehensibility», *Journal of Research in Science Teaching*, 25, 435-463.
- NAVARRETE, A. (1998). «Una experiencia de aprendizaje sobre los movimientos del sistema Sol/Tierra/Luna», *Investigación en la Escuela*, 35, 5-20.
- (2003). *Obstáculos y dificultades en la evolución de las estructuras conceptuales y epistemológicas de los futuros maestros: un estudio de casos sobre el fenómeno de las estaciones*, Tesis doctoral, Universidad de Cádiz.
- NUSSBAUM, J. (1979). «Childrens conceptions of the Earth as a cosmic body: a cross-age study», *Science Education*, 63, 83-93.
- NUSSBAUM, J. y NOVAK, J.D. (1976). «An Assessment of Childrens concepts of the Earth utilizing structural interviews» *Science Education*, 60, 535-550.
- OJALA, J. (1992). «The third planet», *International Journal of Science Education*, 14, 191-200
- OSBORNE, J., BLACK, P.J., WADSWORTH, P. y MEADOWS, J. (1994). *Space research report: the Earth in space*. Liverpool University Press.
- OSBORNE, R.J. y FREYBERG, P. (eds.) (1991). *El aprendizaje de las ciencias: implicaciones de la ciencia de los alumnos*. Madrid: Narcea
- OSBORNE, R.J. y WITTRICK, M. (1983). «Learning science: a generative process», *Science Education*, 67 (4), 489-508.
- PARKER, J. y HEYWOOD, D. (1998). «The Earth and beyond: developing primary teachers's understanding of basis astronomical events», *International Journal of Science Education*, 20 (5), 503-520.
- PÉREZ GÓMEZ, A. (1998). *La cultura escolar en la sociedad neoliberal*. Madrid: Morata.
- PORLÁN, R. (1993). *Constructivismo y escuela. Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación*. Sevilla: Díada.
- POZO, J.I. (1996). «Las ideas del alumnado sobre la ciencia: de dónde vienen, a dónde van... y mientras tanto qué hacemos con ellas», *Alambique*, 7, 18-26.
- POZO, J.I. y GÓMEZ, M.A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.
- RILLERO, P., GONZALEZ-JENSEN, M. y MOY, T. (2000). «Moon Watch: A Parental-Involvement Home-work Activity», *Science Activities*; 36 (4) 11-15.





- ROALD, I. y MIKALSEN, O. (2000). «What are the Earth and the heavenly body like? A study of objectual conceptions among Norwegian deaf and hearing pupils», *International Journal of Science Education*, 22, 337-355.
- ROALD, I. y MIKALSEN, O. (2001). «Configuration and Dynamics of the Earth-Sun-Moon System: An Investigation into Conceptions of Deaf and Hearing Pupils», *International Journal of Science Education*, 23, 423-440.
- RODRIGO, M.J., RODRÍGUEZ, A. y MARRERO, J. (1993). *Las teorías implícitas. Una aproximación al conocimiento cotidiano*. Madrid: Visor.
- RODRIGO, M.J. y ARNAY, J. (comp.) (1997). *La construcción del conocimiento escolar*. Barcelona: Paidós.
- SAMARAPUNGVAN, A., VOSNIADOU, S. y BREWER, W.F. (1996). «Mental models of the Earth, Sun and Moon: indian children's cosmologies», *Cognitive Development*, 11, 491-521.
- SCHOON, K.J. (1992). «Students alternative conceptions of Earth and space», *Journal of Geological Education*, 40, 209-214.
- (1995). «The origin and extent of alternative conceptions in the Earth and space sciences: a survey of pre-service elementary teachers», *Journal of Elementary Sciences Education*, 7 (2), 27-46.
- SCHOON, K.J. y BOONE, W.J. (1998). «Self-Efficacy and Alternative Conceptions of Science of Preservice Elementary Teachers» *Science Education*; 82 (5) 553-568.
- SHARP, J.G. (1996). «Children's astronomical beliefs: a preliminary study of year 6 children in south-west England», *International Journal of Science Education*, 18 (6), 685-712.
- SNEIDER, C. y PULOS, S. (1983). «Children's cosmographies: understanding the Earth's shape and gravity», *Science Education*, 67, 205-221.
- SNEIDER, C.I. y OHADI, M.M. (1998). «Unraveling Student's Misconceptions about the Earth shape and gravity», *Science Education*, 82 (2), 265-284.
- SOLOMON, J. (1993). «The social construction of children's scientific knowledge», en Black y Lucas (eds.): *Childrens informal ideas in science*. Londres: Routledge.
- STAHLY, L., KROCKOVER, G. y SHEPARDSON, D. (1999). «Third grade student's ideas about the lunar phases», *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 159-177.
- STENHOUSE, L. (1987). *La investigación como base de la enseñanza* (selección de textos de Rudduck y Hopkins). Madrid: Morata.
- TRUMPER, R. (2001). «A Cross-Age study of junior high school students' conceptions of basic astronomy concepts», *International Journal of Science Education*, 23 (11), 1111-1123.
- TRUNDLE, K.C., ATWOOD, R.K. y CHRISTOPHER, J.E. (2002). «Preservice Elementary Teachers' Conceptions of Moon Phases Before and After Instruction», *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 633.
- TORRES, J. (1994). *Globalización e interdisciplinariedad: currículum integrado*. Madrid: Morata.
- VALANIDES, N., GRITSI, F., KAMPEZA, M. y RAVANIS, K. (2000). «Changing Pre-School Children's Conceptions of the Day-Night Cycle», *International Journal of Early Years Education*, vol. 8 (1), 27-39.
- VEGA, A. (1996). «Ideas Precopernicanas en nuestros libros de texto», *Revista de Educación*, 311, 339-354.
- (2001). «Tenerife tiene seguro de Sol (y de Luna): Representaciones del profesorado acerca del día y la noche», *Enseñanza de las Ciencias*, 19, 31-44.

- (2002). *Sol y Luna, una pareja precopernicana. Estudio del día y la noche en educación Infantil*. CD Rom, Tesis doctoral, Universidad de La Laguna.
- (2003). «El día y la noche en los cuentos», *Curriculum*, 16, 61-73.
- VEGA, A. y MARRERO, J. (2002), «El hechizo de la elipse», *Relación Secundaria-Universidad. Encuentros de didáctica de las ciencias*, v. 2, pp. 624-632. La Laguna, Universidad.
- VOSNIADOU, S. (1991). «Designing curricula for conceptual restructuring: lessons from the study of knowledge acquisition», *Journal of curriculum studies*, 23 (3), 219-237.
- VOSNIADOU, S. y BREWER, W.F. (1992). «Mentals models of the Earth: a study of conceptual change in childhood», *Cognitive Psychology*, 24, 535-585
- (1994). «Mentals models of the day/night cycle», *Cognitive Science*, 18, 123-283.

