

Concepciones del día y la noche. Un estudio transcultural

María Teresa Fernández
Universidad de Barcelona
Instituto Tecnológico de Sonora, México

Se estudia el desarrollo del conocimiento del día y la noche en niños de Barcelona e indígenas karajás (Brasil) de diferentes edades, se identifican las distintas concepciones sobre este conocimiento en ambos grupos de participantes y se comparan entre sí. El instrumento utilizado es una entrevista semiestructurada de aplicación individual. Un análisis cualitativo de las respuestas a esta entrevista permite identificar cinco concepciones en los niños de Barcelona y cinco en los participantes karajás, que se clasifican en cuatro categorías: (a) concepciones basadas en la percepción aparente; (b) concepciones que articulan datos de la percepción aparente con conocimientos culturales; (c) concepciones que son interpretaciones erróneas de los conocimientos culturales y (d) concepción científica. La distribución de frecuencias de ambos grupos de participantes en las distintas concepciones indica que existe un desarrollo de este conocimiento relacionado con la edad. Los resultados de la comparación transcultural revelan bastante homogeneidad en las concepciones que se explica por un proceso de construcción común y por el acceso de ambos grupos de participantes a la explicación científica. Las diferencias afirman la determinación de la percepción aparente en la construcción inicial de este conocimiento.

Palabras clave: construcción del conocimiento, concepciones del día y la noche, diferencias transculturales.

The development of the understanding of the concept of day and night is studied in children from Barcelona and from the Karaja tribe in Brazil, of several ages. Different conceptions of this understanding are identified in the groups and compared with each other. The instruments

used is a semi-structured interview, administered individually. A qualitative analysis of the answers to this interview identifies five conceptions in the Barcelona children and five in the Karaja children, which are classified in four categories: (a) conceptions based on apparent perceptions, (b) conceptions that articulate data on the apparent perception with cultural knowledge, (c) conceptions that are misinterpretations of cultural knowledge and (d) scientific conceptions. The distribution of the frequency of the two groups in the different conceptions indicates that a development of this knowledge exists, and is age-related. Results of the cross-cultural comparison reveal that the conceptions are fairly homogeneous, which is explained by a process of common construction and by the access of both groups to a scientific explanation. The differences draw attention to the determination of the apparent perception in the initial construction of this knowledge.

Key words: Knowledge construction, conceptions of day and night, cross-cultural differences.

La primera investigación sobre el desarrollo de las concepciones infantiles del día y la noche la realiza Piaget en el marco de sus estudios sobre el pensamiento artificialista y aparece publicada en el libro *La representación del mundo en el niño* (1926). En esta investigación, Piaget encuentra cuatro etapas de la concepción de la noche que muestran una tendencia evolutiva, que va de explicaciones esencialmente artificialistas a explicaciones cada vez más adaptadas a la realidad física.

Después del trabajo de Piaget, hay que esperar más de medio siglo para que diversos autores se interesen en el estudio de las concepciones infantiles sobre el día y la noche. Baxter (1989) y Sadler (1987) identificaron distintas concepciones sobre este tema que diferían del conocimiento escolar como: «La atmósfera tapa el sol por la noche» o «por la noche el sol se va detrás de las montañas». En la década de los noventa Vosniadou y Brewer (1994) estudian la organización del desarrollo infantil de este conocimiento y postulan una teoría de los modelos mentales que explica el proceso de cambio conceptual. Para estos autores el conocimiento infantil sobre el ciclo día y noche se organiza jerárquicamente en estructuras teóricas y modelos mentales. Distinguen dos tipos de estructuras teóricas: una teoría marco ingenua de la física y varias teorías específicas. La teoría marco consiste en presuposiciones ontológicas y epistemológicas que están presentes desde la primera infancia y determinan la manera como los niños construyen las estructuras de conocimiento, interpretan sus observaciones y la información que reciben de su cultura. Las teorías específicas están formadas por creencias que describen las características y comportamiento de los objetos físicos. Estas creencias se generan por la observación directa y/o a través de la información cultural y, a su vez, están condicionadas por las presuposiciones de la teoría marco (Vosniadou, 1994). En el último nivel de la organización jerárquica del conocimiento se sitúan los modelos mentales. Distinguen tres tipos de modelos mentales: (a) iniciales; (b) sintéticos y (c) científicos. Los modelos iniciales se basan exclusivamente en observaciones de la experiencia cotidiana. Los modelos sintéticos surgen de conciliar la información científica,

que se transmite en la escuela, con las observaciones basadas en la experiencia cotidiana. El modelo científico coincide totalmente con la versión científica.

Samarapungavan, Vosniadou y Brewer (1996) realizan una investigación transcultural sobre este tema. Estos autores estudian los modelos mentales del ciclo día y noche en niños de India y los comparan con los modelos encontrados en Vosniadou y Brewer (1994) en niños estadounidenses. Los resultados indican, en general, homogeneidad en los modelos mentales identificados en los niños hindúes y estadounidenses, salvo en la explicación: «Durante el día el sol está en el cielo y la luna está debajo, en el océano» que corresponde al modelo mental 9 identificado en los niños hindúes. La identificación de esta explicación hay que entenderla dentro de una determinada concepción de la forma del planeta tierra. Samarapungavan *et al.* (1996) estudian este tema y encuentran en estos niños diversos modelos en los que la tierra, que puede tener distintas formas (esfera, esfera hueca, rectangular), se apoya en agua, modelos que no aparecieron en los niños estadounidenses del trabajo de Vosniadou y Brewer (1994). Para estos autores, en culturas donde coexiste una cosmología tradicional con la explicación científica, los niños incorporan aspectos de la cosmología tradicional que son coherentes con las restricciones universales que influyen en la construcción de los modelos cosmológicos iniciales de los niños; así las ideas de planicie y apoyo derivan de restricciones presumiblemente universales, mientras que la idea de que debajo de la tierra hay agua es propia de la cosmología tradicional de India.

El presente trabajo pretende aportar datos sobre los aspectos culturales y universales que intervienen en la construcción del conocimiento del día y la noche. Al igual que en el estudio de Samarapungavan *et al.* (1996), se comparan las concepciones del día y la noche de dos grupos de participantes que reciben distinta información cultural sobre este conocimiento. Un grupo está formado por niños de Barcelona que reciben exclusivamente la información científica sobre el día y la noche en la escuela. El otro grupo está formado por indígenas karajás de Brasil, que reciben la explicación científica en la escuela formal brasileña y la explicación de la cosmología karajá, que se transmite oralmente de generación en generación.

Los karajás

El grupo indígena karajá pertenece al tronco lingüístico macro-jê, formado por los xambioás, los javaés y los karajás propiamente dichos. Estos últimos constituyen el subgrupo más numeroso, son cerca de 1.400 individuos distribuidos en 11 aldeas (Funai, 1990 –citado en Lima Filho, 1994–). El territorio de este grupo indígena corresponde al valle del río Araguaia, y concretamente a la isla de Bananal, en el centro-oeste de Brasil, donde se ubican la mayoría de las aldeas. La unidad fundamental de organización social es la aldea, que en origen estaba formada por grupos de cabañas separadas las unas de las otras y construidas con vegetales del entorno. En las cabañas vivían unidades familiares regidas por línea matrilineal, formadas por las hermanas,

sus maridos, los hijos y los maridos de las hijas adultas (Lipkind, 1948). En la actualidad, las aldeas están formadas por casetas de ladrillos separadas y se ha perdido la tradición matrilineal. El representante social de la aldea es el cacique. Antes este cargo de poder se heredaba por línea paterna y sus funciones eran organizar las actividades de subsistencia del grupo (selección de campos de labranza, asentamientos, distribución de bienes...). En la sociedad tradicional karajá se daban prácticas de educación claramente diferenciadas entre sexos. Los niños estaban sujetos a la influencia materna hasta la entrada en la adolescencia. En esta edad eran iniciados en los rituales de la Casa de los Hombres y aprendían las tareas propias de su género, que consistían básicamente en dirigir las actividades económicas de subsistencia y ocuparse del poder político de la aldea. Las funciones de la mujer se ceñían al ámbito doméstico. Las jóvenes aprendían de sus madres las tareas propias de su género: recolección de productos silvestres, cuidado de los hijos, preparación de alimentos y artesanía (Ehrenreich, 1891/1948). En la actualidad, los hombres karajás continúan encargándose de las actividades públicas de la aldea, ocupan cargos de poder y desempeñan oficios insertos en la economía regional. Por otro lado, la mayoría de las mujeres se dedican al trabajo doméstico. Ellas son las que cuidan a los niños, preparan la comida, lavan la ropa y las que elaboran productos de artesanía para la venta.

Cosmología karajá

Según los mitos y leyendas karajás, el mundo está dividido en tres niveles: (a) el nivel celeste; (b) el nivel de la superficie y (c) el nivel subterráneo. En el nivel celeste está el *byu-e-téke* que significa tienda de la lluvia (Palha, 1942) y es donde están las nubes, la lluvia, los truenos, los relámpagos, las estrellas, la luna y el sol. Justo debajo del cielo se sitúa el nivel terrestre, que se considera un espacio abierto formado por inmensas playas arenosas. Es en este nivel donde viven los karajás. Debajo del mundo terrestre, se sitúa el nivel subterráneo, que es tanto el lugar del origen de los karajás como el lugar de la muerte. Se han registrado diversas versiones sobre la naturaleza de este mundo. Según las narraciones recogidas por Ehrenreich (1891/1948) y Lipkind (1940) es un mundo de tierra, según las narraciones de Krause (1909/1941-43) y Peret (1979) es un mundo de agua: En el idioma karajá se distingue entre «sol», «sol naciente» y «sol del medio día». Para designar el día, dicen «un sol» y para designar la tarde, «murió el sol» (Palha, 1942). En 1887-88, Ehrenreich recoge la siguiente explicación del día y la noche: «Kaboi, el antepasado de los karajás, vivía con su pueblo en la región subterránea. Allí brillaba el sol cuando era de noche en la tierra, y viceversa» (1891/1948, p. 79). Cincuenta años después, Lipkind encuentra una explicación semejante: «Hacia el oeste de la gran meseta Chavante, se encuentra el enorme río en el que el sol se pone. Por la noche el sol se mueve a través del subsuelo y por la mañana sale por el otro río que se sitúa en el límite este del mundo» (1940, p. 248). De acuerdo con estas explicaciones, el sol describe un círculo que rodea el mundo terrestre, cuando en este mundo es de noche, el sol ilumina el mundo subterráneo donde es de día, y al revés.

Objetivos

Los objetivos de esta investigación son estudiar las concepciones sobre el día y la noche en niños de Barcelona e indígenas karajás de distintas edades, y realizar una comparación de las concepciones identificadas en ambos grupos de participantes.

Los resultados de una investigación anterior sobre las concepciones infantiles de la forma del planeta tierra (Fernández, 2004), mostraron un proceso de construcción de este conocimiento que tiene su inicio en concepciones basadas en la percepción aparente (por ejemplo: «La forma del planeta tierra es plana e indefinida»), pasa por concepciones que articulan datos de la percepción aparente con conocimientos escolares (por ejemplo: «El planeta tierra es una esfera dividida en dos hemisferios. En la superficie plana del hemisferio inferior viven las personas, en el hemisferio superior está el cielo, el sol y la luna») y acaba en la concepción científica enseñada en la escuela. Teniendo en cuenta que el día y la noche es también un fenómeno del mundo natural cuya observación inmediata ofrece información que no coincide con la explicación científica, esperamos encontrar un proceso de construcción del día y la noche semejante tanto en los niños de Barcelona como en los indígenas karajás. Los participantes de menos edad van a elaborar concepciones sobre el día y la noche basadas en datos de la percepción aparente o en una articulación entre estos datos y los conocimientos culturales, mientras que los participantes de más edad elaborarán la concepción científica en la que los datos aparentes sobre el día y la noche no se consideran. Sin embargo, esperamos encontrar una mayor frecuencia en karajás que en participantes de Barcelona con concepciones basadas en la percepción aparente, debido a las diferencias socioculturales entre ambos grupos de participantes, especialmente la menor normalización de la educación formal en el grupo indígena karajá y la influencia de su cosmología tradicional, basada en algunos aspectos en la percepción aparente («el sol describe un círculo que rodea el mundo terrestre»).

Método

Participantes

La muestra de participantes de Barcelona está formada por 80 niños de 7 a 13 años que cursan 2º, 4º y 6º de Primaria y 2º de Secundaria (20 participantes por cada nivel escolar, 10 niños y 10 niñas) de un centro escolar situado en la población de L'Hospitalet de Llobregat. Este centro dispone de dos grupos paralelos por nivel, es concertado y de orientación católica. La media de edad de los alumnos de 2º de Primaria es de 6;9, en 4º de Primaria la media es 8;9, en 6º de Primaria 11 y en 2º de Secundaria de 12;9 años. El nivel socioeconómico corresponde a medio-bajo. Las profesiones más frecuentes ejercidas por los padres son: obrero industrial (24%), técnicos de grado medio (23%), personal del co-

mercio (13%), administrativos (7,5%), taxistas (6%), transportistas (5%), maestros y profesores (5%) y pequeños empresarios (2,5%). Las profesiones más frecuentes ejercidas por las madres son personal del comercio (14%), administrativas (12,5%) y amas de casa (33%).

Los participantes de Brasil son 30 indígenas karajás de 7 a 26 años (15 mujeres y 15 hombres) que viven en la aldea de Aruanã (estado de Goiás). Tres de estos participantes tienen entre 7 y 8 años de edad, siete tienen de 9 a 10 años, seis tienen de 11 a 12 años, dos tienen de 13 a 14 años, cinco tienen de 16 a 17 años, tres tienen de 18 a 19 años y cuatro de 20 a 26 años. La aldea de Aruanã se encuentra al sur de la isla de Bananal, en la desembocadura del río Vermelho en el Araguaia. En 1999 viven 72 personas en esta aldea, de las que aproximadamente el 35% son indígenas puros del subgrupo karajá, el resto son cónyuges no indígenas y mestizos descendientes de uniones de indígenas karajás con brasileños no indígenas. Los niños acuden por la mañana a la escuela pública brasileña, que está fuera de la aldea, en la ciudad también llamada Aruanã, y por la tarde a la escuela karajá, situada en una caseta de la aldea, donde estudian el idioma karajá. La enseñanza obligatoria de Brasil (primer grado) está formada por 8 cursos, divididos en 4 ciclos, y va de los 7 a los 14 años. El segundo grado tiene 3 cursos. La mayoría de los participantes de la muestra no cursan el nivel escolar que les corresponde por edad (el 63%). Entre los jóvenes de 17 a 26 años, 7 habían abandonado los estudios sin finalizar la enseñanza obligatoria. Sólo 4 niños cursan el nivel escolar que les corresponde por edad; estos niños están iniciado la escolaridad y tienen entre 7 a 9 años. La distribución de los participantes por el nivel de escolaridad que cursan o han alcanzado es la siguiente: (a) primer ciclo de enseñanza obligatoria, 10 participantes (4 mujeres y 6 hombres); (b) segundo ciclo de enseñanza obligatoria, 8 participantes (2 mujeres y 6 hombres); (c) tercer ciclo de enseñanza obligatoria, 8 participantes (6 mujeres y 2 hombres) y (d) cuarto ciclo de enseñanza obligatoria y segundo grado, 4 participantes (3 mujeres y 1 hombre). Las profesiones ejercidas por los padres de los participantes son: peones de la construcción (23%), barqueros (13%), funcionarios de la Fundación Nacional del Indio (Funai) (13%), agricultores (7%) y electricistas (7%). El 10% de los padres estaba en paro, el 10% jubilado y el 3% había fallecido. Cuatro participantes no sabían en qué trabajaban sus padres porque habían perdido el contacto con ellos. Las profesiones ejercidas por las madres son: amas de casa (57%), empleadas domésticas (13%) y profesoras de la escuela karajá (10%). El 20% de las madres había fallecido.

El procedimiento para seleccionar los niños de Barcelona consistió en pedir a los dos tutores de cada nivel escolar que eligieran 10 alumnos por clase que cumplieran con los siguientes criterios: (a) que estuvieran cursando el nivel escolar correspondiente a su edad; (b) que presentaran un rendimiento académico medio-alto y (c) que no estuvieran en tratamiento psicológico ni psiquiátrico.

Dado el número de integrantes de la aldea de Aruanã, formada sólo por 72 personas, no hubo criterio de selección de los participantes karajás. Éstos son casi toda la población de esta aldea que se sitúa entre 7 y 26 años.

Instrumento

El instrumento utilizado para evaluar las concepciones del día y la noche es una entrevista semiestructurada de administración individual que plantea las siguientes cuestiones:

Pregunta 1. ¿Qué pasa por la noche?

Pregunta 2. ¿Qué pasa por el día?

Pregunta 3. ¿Cuándo en Barcelona (Aruaná, en la entrevista administrada a los participantes karajás) es de noche, es de noche en toda la tierra o sólo en algunos sitios? ¿En qué sitios?

Pregunta 4. ¿Por qué desaparece el sol por la noche? ¿Qué impide que no dé el sol por la noche?

Pregunta 5. Explica cómo se hace de día y de noche. ¿Cómo vamos pasando del día a la noche?

Pregunta 6. Dibuja cómo se hace de noche y cómo se hace de día. Explica el dibujo.

El procedimiento mediante el que se desarrolló la entrevista fue el interrogatorio clínico piagetiano. A partir de las respuestas de los participantes a cada una de las preguntas de la entrevista se realizaba un interrogatorio clínico libre, adaptado a cada participante, con el objetivo de comprender su concepción sobre este tema. Esta entrevista se elaboró a partir de una revisión de las entrevistas utilizadas en los trabajos anteriores (Baxter, 1989; Piaget, 1926; Sadler, 1987; Samarapungavan *et al.*, 1996 y Vosniadou y Brewer, 1994) y de los resultados de un estudio piloto, cuya muestra estaba formada por 16 niños de 8 a 14 años de Barcelona. Se realizaron tres versiones de esta entrevista, en castellano, en catalán y en portugués, siendo esta última la que se administró a los participantes karajás.

Procedimiento

El procedimiento seguido en la muestra de participantes de Barcelona consistió en contactar con el equipo directivo del centro escolar para pedir su colaboración en este estudio, una vez conseguida se dieron indicaciones a los tutores responsables de cada uno de los niveles escolares para que seleccionaran el alumnado de acuerdo a los criterios que figuran en el apartado «participantes». Las entrevistas se administraron individualmente en una sala de reuniones, dentro del horario escolar y durante el primer trimestre del curso escolar 1997-98. La duración de cada entrevista fue de aproximadamente 20 minutos. Contando con la conformidad de todos los niños, las respuestas verbales se grabaron en casete. Todas las entrevistas fueron administradas por la misma persona, la autora de este trabajo. El idioma fue el catalán o castellano, según el deseo de los niños, 54 eligieron el idioma castellano y 26 el catalán. Posteriormente se realizaron transcripciones literales de las respuestas de los alumnos a la entrevista.

El procedimiento seguido en la muestra de participantes karajás consistió en solicitar a la Universidad Católica de Goiás su colaboración para la realización de esta investigación. Una vez conseguida, en julio de 1999 la autora viaja junto con un profesor de esta Universidad a la aldea karajá de Aruaná. Este profesor realiza los trámites necesarios con el cacique de la aldea para que apruebe

la recogida de datos de esta investigación. Dos maestros karajás fueron entrenados para ayudar en la administración de las entrevistas. En este entrenamiento se les explica el objeto de este estudio y el contenido y método de la entrevista. Las entrevistas se administraron individualmente y en portugués por la autora con el apoyo de uno de los maestros. Sólo tres entrevistas fueron en idioma karajá porque el participante mostró dificultades para expresarse en portugués. En estos casos el maestro karajá hizo de intérprete. Las sesiones tuvieron una duración aproximada de 20 minutos y se realizaron en la caseta de la escuela karajá. Todas las entrevistas se grabaron en casete, posteriormente se transcribieron literalmente al portugués por estudiantes de la Universidad Católica de Goiás. Estos estudiantes y los maestros karajás fueron retribuidos económicamente por su trabajo.

Resultados

Para identificar las concepciones del día y la noche de los participantes de Barcelona y los karajás se realizó un análisis cualitativo de las respuestas obtenidas en las cuestiones de las entrevistas. Este análisis reveló distintos prototipos de respuesta, cuya integración permitió identificar cinco concepciones del día y la noche en los participantes de Barcelona y cinco en los participantes karajás. El proceso de obtención de las distintas categorías y la clasificación de los participantes se realizó por consenso entre dos personas, la autora de este estudio y un licenciado en psicología.

Concepciones del día y la noche en los participantes de Barcelona

Concepción 1. El día ocurre porque aparece el sol en el cielo y la noche por la ocultación del sol a causa de las nubes o cielo oscuro. De la misma manera que el sol es el elemento fundamental que explica el día, las nubes o cielo oscuro se consideran indispensables para explicar la noche. Se distinguen dos subcategorías, la 1.1 y la 1.2. En la 1.1 las nubes o cielo oscuro son los únicos elementos que se mencionan para explicar la noche. Un niño de 7;6 años contesta lo siguiente cuando le pedimos que nos explique cómo se hace de noche (véase Figura 1 –subcategoría 1.1–):

N: El sol entonces se va y se va metiendo, metiendo, metiendo hasta que se mete dentro y entonces es cuando sale la noche.

E: Se mete dentro, ¿dónde?

N: Pues a dormir, dentro de las nubes, hace así y entonces es cuando sale (la noche).

E: Porque las nubes, ¿dónde están?

N: Aquí, esto (señala su dibujo)... Entonces este es el sol y esta es la nube, ¿no? entonces el sol y la nube se va metiendo y entonces es cuando salen las nubes de color negro que es cuando es la noche.

En la subcategoría 1.2, además de las nubes y cielo oscuro, los niños men-

cionan la luna que también constituye un elemento fundamental en la noche, tal como lo explica y dibuja una niña de 7;7 años (véase Figura 1 –subcategoría 1.2–): «Porque cuando ya el sol ya se, ya ha pasado su hora de estar, pues se va bajando a poquito a poquito en las nubes, hace así, así, se juntan y cuando ya está a punto de quitarse se pone naranja, naranja y amarillo... y sale la luna, que cada vez hace más negro».

Los niños clasificados en esta concepción explican la alternancia del día y la noche a partir del movimiento aparente de estos elementos («el sol se esconde detrás de las nubes», «el cielo oscuro desaparece del cielo»).

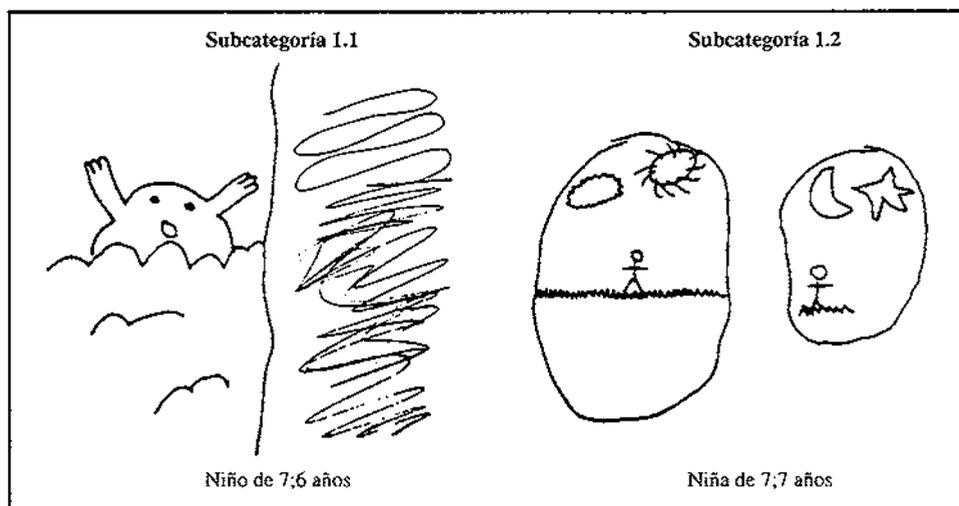


Figura 1. Dibujos del día y la noche en la concepción 1.

Concepción 2. Por el día aparece el sol en el cielo y por la noche la luna. Los movimientos aparentes del sol y la luna provocan la alternancia del día y la noche. Los niños clasificados en esta concepción describen estos movimientos con estas palabras: «el sol se va a dormir», «el sol va bajando», «va saliendo la luna». Una niña de 7;2 años explica lo siguiente cuando le preguntamos cómo vamos pasando del día a la noche (véase Figura 2):

N: Se van cambiando el sol y la luna, a veces el sol echa a la luna y a veces la luna echa al sol.

E: A ver, ¿cómo lo hacen?

N: La luna, por ejemplo, ahora el sol cuando esto, bueno la luna echa al sol, pero luego, al día siguiente el sol echa a la luna.

E: Y, ¿cómo le echa?

N: Va por el cielo y le echa, le manda para otro sitio.

Los niños clasificados en esta concepción saben que cuando en Barcelona es de noche, en otros lugares de la tierra es de día, cuando les preguntamos en

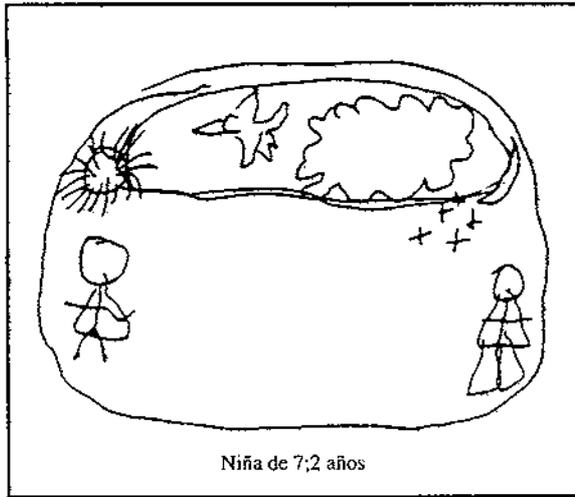


Figura 2. Dibujo del día y la noche en la concepción 2.

qué lugares, la mayoría contesta lugares concretos, como China, otros dividen la tierra en dos partes y explican que cuando en una mitad es de día, en la otra mitad es de noche.

Concepción 3. El día ocurre porque aparece el sol en el cielo y la noche porque aparece la luna. Determinados movimientos de la tierra, el sol y la luna, como «dar vueltas sobre sí mismo» y el movimiento de «un astro alrededor de otro», explican la alternancia del día y la noche, pero estos movimientos no corresponden a la explicación científica. Se han identificado cuatro explicaciones:

1. El sol y la luna dan vueltas alrededor de la tierra. Un niño de 9;3 años ofrece esta explicación y dibuja lo siguiente (véase Figura 3 –explicación 1–): «Será de noche porque el sol va dando vueltas sobre la tierra ... Porque la luna se habrá cambiado y se habrá puesto aquí y el sol se habrá puesto aquí y habrá cambiado y aquí será de noche y aquí será de día».

2. La tierra da vueltas sobre sí misma, el sol y la luna están en posiciones opuestas inmóviles. Una niña de 7;2 años lo explica y dibuja así (véase Figura 3 –explicación 2–): «La tierra se va moviendo así, poquito a poquito, va girando y la luna no se mueve ni el sol. La luna está aquí y el sol también, entonces si la tierra, está al medio la tierra, va moviéndose a poco, a poco, a poco hasta que llega un momento que estás al sol y te despiertas».

3. La tierra da vueltas sobre sí misma, la luna da vueltas alrededor de la tierra y el sol no se mueve. Una niña de 9;9 lo explica y dibuja de la siguiente manera (véase Figura 3 –explicación 3–):

N: Pues aquí está el sol y aquí la luna y aquí es como medio sitio, media parte. Entonces por aquí da el sol y como la tierra va girando, pues en Barcelona, pues como va girando se va haciendo de noche y en el sitio que es de noche, pues como va girando va haciendo de día.

E: Y, ¿cómo gira la tierra?

N: Va girando así, como una peonza ... Y la luna tarda 28 días en dar la vuelta.

E: ¿Por dónde da la vuelta?

N: Sobre la tierra, entonces la luna gira sobre la tierra y es de noche en esta parte.

4. La tierra da vueltas sobre sí misma y la luna se mueve alrededor de la tierra ocultando el sol por la noche. Un niño de 9;5 años explica y dibuja el día y la noche así (véase Figura 3 –explicación 4–):

N: El día es cuando da el sol y la noche cuando el sol le da a la luna y la luna nos da a nosotros... La tierra va girando «asín». Esto sería de noche y esto de día porque esto estaría aquí y esto estaría aquí.

E: Has dicho que la noche es cuando el sol le da a la luna, explícame esto.

N: Que el sol, aquí está la luna, está tapado el sol por la luna y hace los rayos aquí y traspasa los rayos, pero no tan fuertes, directos del sol... Ahora sería esto de noche porque esto le da aquí y la luna nos ilumina, pero muy poco.

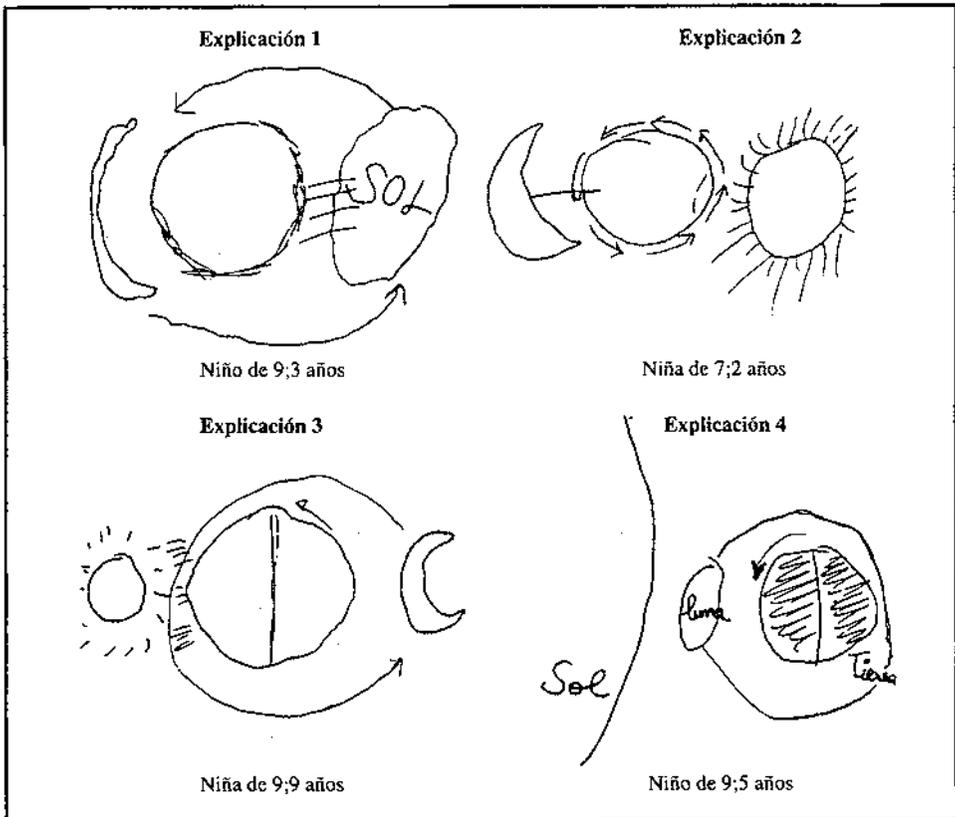


Figura 3. Dibujos del día y la noche en la concepción 3.

Concepción 4. El día se asocia con la aparición del sol en el cielo y la noche con su desaparición. A diferencia de las concepciones anteriores, la luna no se considera necesaria para que sea de noche. Determinados movimientos de la tierra provocan la alternancia del día y la noche. Se han distinguido dos subcategorías, la 4.1 y la 4.2. En la subcategoría 4.1 se incluyen los niños que consideran que es el movimiento de la tierra alrededor del sol lo que provoca la alternancia del día y la noche. Un niño de 9;8 años de edad lo explica y dibuja de esta manera (véase Figura 4 –subcategoría 4.1–):

N: Que la tierra se mueve y aquí es de noche y aquí es de día.

E: ¿Cómo se mueve?

N: Aquí está el sol y se mueve «pa» aquí y aquí está la noche, que estaba aquí antes la noche y aquí el día.

La subcategoría 4.2 incluye los niños que consideran que la alternancia del día y la noche ocurre por el movimiento de rotación de la tierra sobre sí misma, pero que no son capaces de argumentar la causa físico-espacial que provoca la oscuridad de la noche, es decir, la sombra que crea la forma esférica de la tierra. Una niña de 9;8 años de edad explica así el día y la noche (véase Figura 4 –subcategoría 4.2–):

N: Aquí estaría el sol, aquí la tierra, en esta parte sería de día, en esta de noche y cuando la tierra gire al otro lado, o sea, la tierra va haciendo así, va dando vueltas sobre ella misma, y cuando dé la otra vuelta pues aquí sería de noche y aquí de día.

E: Y, ¿aquí por qué es de noche, en esta parte?

N: Porque llega un momento que los rayos del sol ya no llegan y entonces la otra parte sería de noche.

E: Y, ¿por qué no llegan aquí los rayos del sol?

N: No lo sé, porque han de ir muy lejos, yo creo, y además la capa de ozono hace que no vayan con tanta fuerza... Porque los rayos de sol, en la parte de la tierra que está más cerca de él pues es más de día y en la parte que no está tan cerca pues es un poco más de noche.

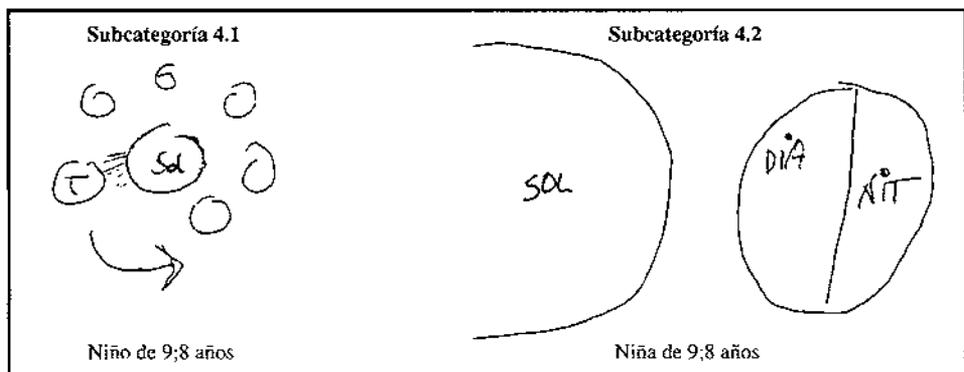


Figura 4. Dibujos del día y la noche en la concepción 4.

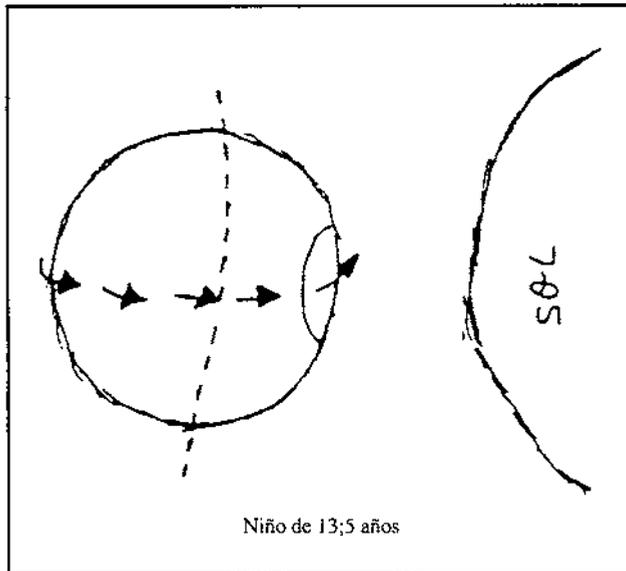


Figura 5. Dibujo del día y la noche en la concepción 5.

Concepción 5. Corresponde a la explicación científica del día y la noche. Los niños clasificados en esta concepción explican este fenómeno a partir de la conjunción del movimiento de rotación de la tierra sobre sí misma y la forma del planeta tierra, que actúa como una pantalla ocultando el sol en la cara de la tierra que es de noche. Un niño de 13,5 años (véase Figura 5) contesta lo siguiente:

N: El sol como que la luz se refleja recta, en línea recta y en todas las direcciones, aquí estaría de día en este lugar.

E: A ver, en esta parte me has dicho que sería de día, ¿por qué es de día?

N: Porque los rayos de sol le tocan y le hacen luz.

E: Y, en esta parte, ¿por qué es de noche?

N: Porque los rayos de sol no dan la vuelta a la tierra, nada más dan a una parte... Porque como la tierra es un cuerpo opaco le darían por aquí y por esta parte no porque estos rayos se pararían y no llegarían a la otra parte.

En la Tabla 1 se presentan las frecuencias de participantes obtenidas en las distintas concepciones según el nivel escolar. Un análisis de varianza no paramétrico (Kruskal-Wallis) muestra diferencias significativas en la distribución de participantes en las distintas concepciones según los niveles escolares, $H(3, N = 80) = 50,946, p < ,001$. No se han encontrado diferencias significativas debidas al sexo, $\chi^2(3, N = 80) = 3,152, p > ,05$ (para cumplir la condición de aplicación de la prueba Chi-cuadrado de que las frecuencias esperadas sean mayor o igual a 5, hemos agrupado en una misma categoría las concepciones 1 y 2).

TABLA 1. FRECUENCIA EN LAS CONCEPCIONES DEL DÍA Y LA NOCHE DE LOS PARTICIPANTES DE BARCELONA, SEGÚN EL NIVEL ESCOLAR

Concepciones del día y la noche	Nivel escolar				Total <i>n</i>
	2 ^o Primaria ^a	4 ^o Primaria ^b	6 ^o Primaria ^c	2 ^o Secundaria ^d	
Subcategoría 1.1	2 (10%)				2
<i>Concepción 1</i>					
Subcategoría 1.2	3 (15%)				3
<i>Concepción 2</i>	8 (40%)				8
<i>Concepción 3</i>	7 (35%)	6 (30%)	2 (10%)	1	16
Subcategoría 4.1		4 (20%)	4 (20%)	1 (5%)	9
<i>Concepción 4</i>					
Subcategoría 4.2		6 (30%)	3 (15%)	1 (5%)	10
<i>Concepción 5</i>		4 (20%)	11 (55%)	17 (85%)	32
<i>Total n</i>	20	20	20	20	<i>N</i> =80

Nota. En primer lugar aparece el número de sujetos y en segundo lugar, entre paréntesis, el porcentaje.

^a El rango de edad es de 6;10 años a 7;9 años.

^b El rango de edad es de 8;10 años a 9;8 años.

^c El rango de edad es de 10;11 años a 11;10 años.

^d El rango de edad es de 12;11 años a 13;9 años.

Concepciones del día y la noche en los participantes karajás

Concepción 1. El día se asocia con el sol y la noche con la oscuridad, la luna y las estrellas. Los participantes clasificados en esta concepción son incapaces de ofrecer alguna explicación sobre la alternancia del día y la noche, ni sobre la causa que provoca la desaparición del sol por la noche. Un ejemplo de esta concepción es el dibujo de una niña karajá de 9 años (véase Figura 6) que cree que la noche es «estrellas, luna, oscuro» y que el día es «sol». Como se puede observar en su dibujo, los elementos que se asocian con el día y la noche se representan de manera independiente. El sol está fuera del cielo (representado en el rectángulo que está al lado y que colorea de azul) y la luna y la estrella fuera de otro cielo (representado en el rectángulo que está al lado y que colorea de negro). Esta niña todavía no es capaz de organizar estos elementos en una unidad.

Concepción 2. Por el día aparece el sol en el cielo y por la noche la oscuridad, la luna y las estrellas. Los movimientos aparentes del sol, la luna y las estrellas explican la alternancia del día y la noche («vienen las estrellas», «el sol se va fuera», «la luna, cuando viene el sol, se comienza a esconder, ella se va», «el

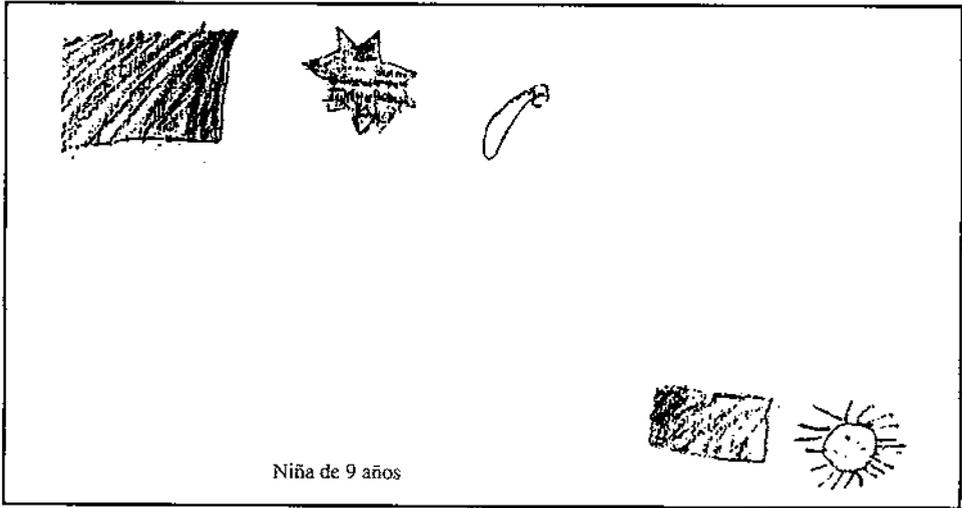


Figura 6. Dibujo del día y la noche en la concepción 1.

sol nació»). Los participantes clasificados en esta concepción saben que cuando en la aldea es de noche, en otro lugar de la tierra es de día, este lugar corresponde a Japón. El siguiente dibujo (véase Figura 7) de un niño karajá de 11 años de edad es un ejemplo de esta concepción.

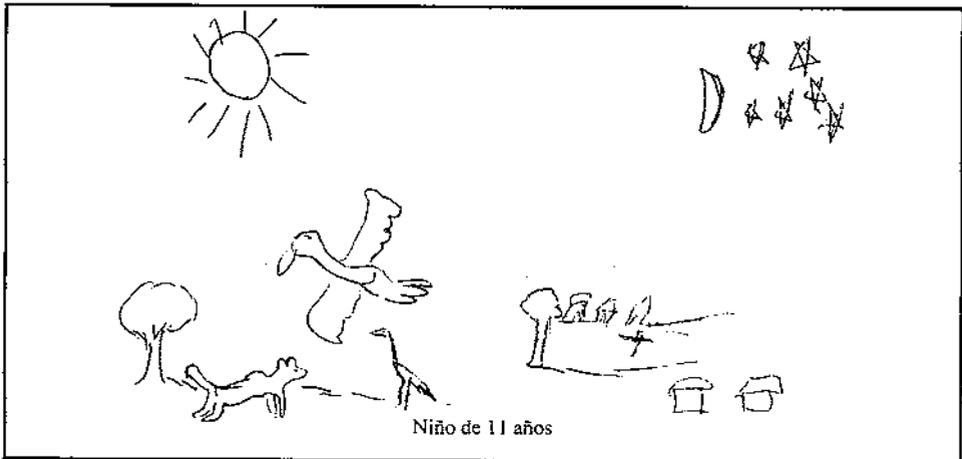


Figura 7. Dibujo del día y la noche en la concepción 2.

Concepción 3. El día ocurre porque aparece el sol en el cielo y la noche porque aparece la luna. Determinados movimientos del sol, la luna y la tierra, como «dar vueltas sobre sí mismo» y el movimiento de «un astro alrededor de otro» explican la alternancia del día y la noche, pero estos movimientos no corresponden a la explicación científica. Se han identificado dos explicaciones que presentan las mismas características que las explicaciones 1 y 2 de la concepción 3 identificada en los participantes de Barcelona.

Concepción 4. El día se asocia con la aparición del sol en el cielo y la noche con su desaparición, la luna no se considera necesaria para que sea de noche. Determinados movimientos de la tierra provocan la alternancia del día y la noche. Se han distinguido dos subcategorías, la 4.1 y la 4.2. En la subcategoría 4.1, el movimiento de la tierra que provoca la alternancia del día y la noche no corresponde a la explicación correcta, se han identificado dos explicaciones en esta subcategoría:

1. La tierra da vueltas alrededor del sol. Esta explicación del día y la noche es similar a la subcategoría 4.1 identificada en los participantes de Barcelona.

2. La tierra describe círculos, al lado está el sol (véase Figura 8).

La subcategoría 4.2 presenta las mismas características que la subcategoría 4.2 identificada en la muestra de niños de Barcelona.

Concepción 5. Esta concepción corresponde a la concepción científica del día y la noche y presenta las mismas características que la concepción 5 identificada en la muestra de niños de Barcelona.

En la Tabla 2 se presentan las frecuencias de participantes karajás obtenidas en las distintas concepciones del día y la noche según la edad. Las pro-

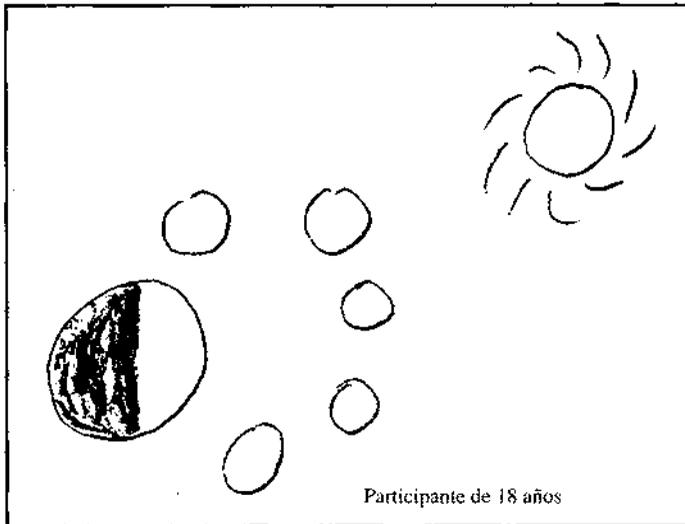


Figura 8. Dibujo del día y la noche en la concepción 4.

TABLA 2. FRECUENCIA EN LAS CONCEPCIONES DEL DÍA Y LA NOCHE EN LOS PARTICIPANTES KARAJÁS, SEGÚN EDAD

Concepciones del día y la noche	Grupos de edad			Total <i>n</i>
	7-10 años	11-16 años	17-26 años	
Concepción 1	2 (20%)			2
Concepción 2	7 (70%)	3 (33.33%)	2 (18.18%)	12
Concepción 3	1 (10%)	6 (66.66%)	5 (45.45%)	12
Subcategoría 4.1			2 (18.18%)	2
Concepción 4				
Subcategoría 4.2			1 (9.09%)	1
Concepción 5			1 (9.09%)	1
Total <i>n</i>	10	9	11	N=30

Nota. En primer lugar aparece el número de sujetos y en segundo lugar, entre paréntesis, el porcentaje.

porciones de participantes de distintos grupos de edad asignados a las concepciones 1 y 2, y al grupo de concepciones 3, 4 y 5 difieren significativamente, $\chi^2(2, N=30) = 8,672, p < ,05$. No se han encontrado diferencias significativas debidas al sexo, $\chi^2(1, N=30) = ,535, p > ,05$ (para cumplir la condición de aplicación de la prueba Chi-cuadrado de que las frecuencias esperadas sean mayor o igual a 5, hemos agrupado los participantes en tres grupos de edad, de 7 a 10 años, de 11 a 16 años y de 17 a 26 años; las concepciones se han agrupado en dos categorías, una incluye las concepciones 1 y 2 y la otra categoría las concepciones 3, 4 y 5).

Discusión

Comparación transcultural de las concepciones del día y la noche

La comparación de las concepciones del día y la noche identificadas en los participantes karajás y en los niños de Barcelona indica que a excepción de algunas diferencias en las concepciones 1 y 2, el resto son semejantes. Esta homogeneidad se explica por un proceso de construcción de este conocimiento común y por el acceso a la explicación científica en ambos grupos de participantes. El proceso de construcción de este conocimiento se caracteriza por la distinta consideración e interpretación que los niños hacen de determinados datos de la percepción aparente y de la información cultural que reciben. Tomando esto como base, las distintas concepciones se clasifican en cuatro categorías: (a) concep-

ciones basadas en datos de la percepción aparente; (b) concepciones que articulan datos de la percepción aparente con conocimientos culturales; (c) concepciones que son interpretaciones erróneas de los conocimientos culturales y (d) concepción científica.

Las concepciones basadas en datos de la percepción aparente corresponden a las concepciones 1 y 2 identificadas en los participantes de Barcelona y en los karajás. Los participantes clasificados en estas concepciones reproducen lo que ven a simple vista introduciendo pocos conocimientos culturales. Los niños de Barcelona clasificados en la concepción 1 creen que la noche ocurre porque las nubes o cielo oscuro tapan el sol. La concepción 1 identificada en los karajás se sitúa a un nivel meramente descriptivo, existe una selección de los elementos que se asocian con el día (sol) y la noche (oscuridad, luna y estrellas), pero no se ofrece explicación sobre la alternancia del día a la noche. Para los niños de Barcelona y los participantes karajás clasificados en la concepción 2 son los movimientos aparentes del sol, la luna y las estrellas lo que provoca la alternancia del día y la noche, como por ejemplo: «El sol va bajando», «va saliendo la luna», «el sol se va fuera».

La concepción que articula datos de la percepción aparente con conocimientos culturales corresponde a la concepción 3 identificada en los niños de Barcelona y los karajás. En estas concepciones se introducen conocimientos culturales para explicar la alternancia del día y la noche, como son los movimientos de rotación y traslación de los astros, sin embargo este conocimiento se articula con datos de la percepción aparente, como en la explicación 1 de esta concepción en la que es el movimiento aparente del sol alrededor de la tierra lo que provoca la alternancia del día y la noche, y se considera la luna (elemento aparente en la noche) tan indispensable para que sea de noche, como el sol para que sea de día.

La concepción que está formada por interpretaciones erróneas de los conocimientos escolares corresponde a la 4 tanto de los karajás como de los participantes de Barcelona. En estas concepciones no se consideran los datos de la percepción aparente, pero hay una interpretación errónea de los conocimientos escolares, por ejemplo, algunos participantes explican el día y la noche por el movimiento de traslación de la tierra alrededor del sol, y todos consideran que es el cambio de posición de la tierra con respecto al sol lo que provoca el día y la noche; de esta manera es de día en la cara de la tierra que está frente al sol porque está más cerca y de noche en la otra cara porque está más lejos del sol.

La concepción científica es la 5 y corresponde a la explicación que se enseña en la escuela sobre la alternancia del día y la noche.

Este proceso de construcción del día y la noche es semejante al identificado en el de la forma del planeta tierra (Fernández, 2004). Ambos son fenómenos del mundo natural cuya observación inmediata ofrece información que no coincide con la explicación científica y que los niños consideran para interpretar estos fenómenos. La enseñanza escolar sobre estos conocimientos no conduce a una comprensión científica inmediata en los alumnos, sino que da lugar a explicaciones que articulan los conocimientos escolares con la información de la percepción aparente.

Las diferencias entre las concepciones del día y la noche identificadas en los participantes karajás y los niños de Barcelona se sitúan en las dos primeras concepciones, basadas en datos de la percepción aparente. Estas diferencias son:

1. No se ha identificado en los participantes karajás la concepción 1 de los niños de Barcelona, en la que la noche ocurre porque las nubes actúan como pantallas ocultando el sol.

2. No se ha identificado en los participantes de Barcelona la concepción 2 de los karajás, en la que las estrellas son tan necesarias como la luna para que sea de noche.

3. En los participantes karajás se ha identificado una concepción más primitiva (concepción 1) en la que no se ofrece ninguna explicación de la alternancia del día y la noche.

La consideración de las nubes como pantallas para explicar la noche aparece en la mayoría de los trabajos que se han realizado sobre este tema. Piaget (1926) establece dos etapas en las que las nubes provocan la noche, ocultando el sol. Trabajos posteriores al de Piaget, con muestras de niños de Estados Unidos e Inglaterra, también han encontrado esta concepción de la noche (Baxter, 1989; Sadler, 1987; Vosniadou y Bewer, 1994). Un trabajo que obtiene resultados diferentes a los anteriores es el de Samarapungavan *et al.* (1996), que encuentran, en una muestra de niños de India, una explicación en la que las nubes se seleccionan tanto para explicar la noche como el día. El hecho de no haber encontrado ningún participante karajá que diga que las nubes actúan como pantallas provocando la noche puede obedecer al clima tropical de esta zona de Brasil, en el que la presencia de nubes en el cielo está estrechamente asociada a la estación de lluvias. En la estación de sequía las precipitaciones son muy escasas, el cielo está casi siempre despejado y de color azul intenso. En Barcelona, por el contrario, las nubes no están relacionadas tan específicamente con una estación del año. Esta diferencia climática, y consecuentemente del aspecto del cielo, entre ambas zonas geográficas posiblemente influya en las relaciones que los niños establecen entre las nubes y la noche. A pesar de que los resultados del trabajo de Samarapungavan *et al.* (1996), realizado también en un país tropical, parecen contradecir esta explicación, hay que señalar que los niños de su estudio otorgan una significación a las nubes distinta de la de trabajos anteriores. De todas maneras, pensamos que son necesarias más investigaciones sobre este tema y con muestras de participantes de países tropicales, que aporten más datos al respecto.

Los participantes karajás hacen más referencia a las estrellas que los participantes de Barcelona, el 57% del total de los participantes karajás las mencionan, frente a sólo un 6% del total de niños de Barcelona. En la concepción 2 de los participantes karajás, las estrellas se consideran tan necesarias para que sea de noche como la luna, mientras que para los niños de Barcelona clasificados en la concepción 2 es únicamente la luna. Este aspecto diferencial puede obedecer también a peculiaridades del aspecto del cielo entre ambas zonas geográficas. El cielo nocturno de esta zona de Brasil está muy estrellado, a diferencia del de Barcelona, que contaminado por las luces de la ciudad, deja ver pocas estrellas.

La identificación en los participantes karajás de la concepción 1, en la que no se ofrece explicación de la alternancia del día y la noche, puede argu-

mentarse como una concepción previa a las identificadas en los niños de Barcelona. Los participantes de esta concepción todavía no entienden la alternancia del día y la noche como un fenómeno dinámico en el que pueden estar implicados los movimientos de determinados astros, probablemente si ampliamos la muestra de participantes de Barcelona con niños de menos edad, encontraríamos esta concepción.

No hemos encontrado ningún participante karajá que ofrezca literalmente la explicación de la cosmología tradicional karajá sobre el día y la noche. Según esta cosmología el sol describe un círculo que rodea el mundo terrestre, cuando en este mundo es de noche el sol ilumina el mundo subterráneo donde es de día. Como se puede observar, en esta explicación cosmológica existen aspectos que están basados en la percepción aparente («el sol describe un círculo que rodea el mundo terrestre»), como las concepciones iniciales de los niños sobre este conocimiento. Sin embargo, ningún participante karajá dice que cuando en la aldea es de noche, el sol ilumina el mundo subterráneo. Este resultado coincide con Aytai (1986) que en la década de los 80 encuentra que los jóvenes de la aldea de Aruaná no creen el mito karajá que explica el día y la noche.

El desarrollo del conocimiento del día y la noche

La distribución de los participantes de ambos grupos en las distintas concepciones del día y la noche indica que a medida que aumenta la edad menos participantes presentan concepciones basadas en datos de la percepción aparente. En la muestra de participantes de Barcelona todos los alumnos de 2^o de Primaria se sitúan en las concepciones 1, 2 y 3, y la mayoría de los alumnos de niveles escolares superiores se sitúan en las concepciones 4 y 5. El 85% de los niños de 13 años (2^o de Secundaria) presentan la concepción científica del día y la noche, a los 11 años (6^o de Primaria) más de la mitad de los niños (55%) presentan esta concepción y a los 9 años (4^o de Primaria) el 20%. Ningún niño de 7 años (2^o de Primaria) elabora la concepción científica. Por lo que respecta a la muestra de participantes karajás, la mayoría de los niños de 7 a 10 años (el 90%) presenta concepciones basadas en datos de la percepción aparente, y la mayoría de los karajás de más edad elabora concepciones que articulan estos datos con conocimientos culturales (el 67% de los participantes de 11 a 16 años y el 45.5% de los participantes de 17 a 26 años). Sólo un joven karajá de 20 años de edad con un nivel de escolaridad de 6^o de primaria presenta la explicación científica del día y la noche.

La frecuencia de karajás asignados a concepciones basadas en datos de la percepción aparente es muy superior a la de participantes de Barcelona, y el número de participantes que alcanzan la concepción científica está muy por debajo del porcentaje obtenido en la muestra de niños de Barcelona. Esta diferencia se explica por el menor acceso que tienen los participantes karajás a la explicación científica del día y la noche que se transmite en la escuela. En el grupo indígena karajá, la educación formal no constituye parte de su cultura tradicional, esto hace que la mayoría de los niños y jóvenes karajás no asistan con regularidad a la escuela y acaben por abandonar prematuramente los estudios básicos. Otra ex-

plicación a esta diferencia podría ser la influencia de los aspectos de la percepción aparente de la cosmología karajá. Sin embargo, el hecho de que ningún participante karajá mencione «el mundo subterráneo» hace difícil determinar hasta qué punto influye esta explicación cosmológica en la construcción del conocimiento del día y la noche en estos participantes.

Conclusiones

Los resultados de este estudio indican que la adquisición del conocimiento escolar sobre el día y la noche es un proceso gradual que se inicia en concepciones basadas en datos de la percepción aparente. La enseñanza escolar que reciben los niños sobre este conocimiento de ciencias no lleva a una comprensión científica inmediata, sino que origina concepciones que articulan los conocimientos escolares con datos de la percepción aparente y concepciones que son interpretaciones erróneas de los conocimientos escolares. En este estudio, la frecuencia de niños que alcanza la concepción científica aumenta con la edad. Las diferencias en la calidad y regularidad de la escolarización de ambos grupos de participantes se reflejan en la baja frecuencia de participantes karajás que presentan la concepción científica del día y la noche.

La comparación transcultural de las concepciones identificadas en ambos grupos de participantes indica semejanzas que se explican por un proceso de construcción común del día y la noche, caracterizado por la distinta consideración e interpretación que los niños hacen de los datos de la percepción aparente y de los conocimientos escolares. Las diferencias identificadas en las concepciones de ambos grupos afirman la determinación de la percepción aparente en la construcción inicial de este conocimiento. La consideración de las estrellas en los participantes karajás y de las nubes en los participantes de Barcelona, para explicar la noche, obedece a peculiaridades en los aspectos del cielo de las zonas geográficas donde viven estos dos grupos de participantes.

REFERENCIAS

- Aytai, D. (1977). Um mito karajá: A origem da chuva. *Publicações do Museu Municipal de Paulínia*, 1, 2-5.
- Baxter, J. (1989). Children's understanding of familiar astronomical events. *International Journal of Science Education*, 11, 502-513.
- Ehrenreich, P. (1948). As tribus karajá do rio Araguaia -Goiaz-. *Revista do Museu Paulista*, 2, 20-136. (Original publicado en 1891.)
- Fernández, T. (2004). Concepciones del planeta Tierra. Capacidades espaciales implicadas. *Infancia y Aprendizaje*, 27 (2), 189-210.
- Krause, F. (1909). Ethnographische forschungsreise in Zentralbrasilien. *Zeitschrift für Ethnologie*, 61, 494-502. (Trad. portuguesa de E. Schaden, Nos sertões do Brasil. *Revista do Arquivo Municipal*, 77, 233-255; 79, 261-278; 81, 283-298; 88, 183-277, 1941-43.)
- Lima Filho, M. F. (1994). *Hetohoky. Um rito karajá*. Goiânia: Universidad Católica de Goiás.
- Lipkind, W. (1940). Carajá cosmography. *The Journal of American Folklore*, 53, 248-251.
- Lipkind, W. (1948). The carajá. En J. H. Steward (Ed.), *Handbook of South American Indians. Vol.3. The Tropical Forest Tribes* (pp. 179-191). Washington DC: Smithsonian Institution, Bureau of American Ethnology.

- Palha, Don L. (1942). *Índios curiosos*. Río de Janeiro: Gráfica Olímpica.
- Peret, J. A. (1979). *Mitos e lendas karajá. Inã Son Wêra*. Río de Janeiro: Gráfica Portinho.
- Piaget, J. (1926). *La représentation du monde chez l'enfant*. Paris: Alcan. (Trad. castellana de V. Valls, *La representación del mundo en el niño*. Madrid: Morata, 1973.)
- Sadler, P. M. (1987). Misconceptions in astronomy. En J. D. Novak (Ed.), *Proceedings of the second international seminar: Misconceptions and educational strategies in science and mathematics* (pp. 422-425). Ithaca, New York: Cornell Universidad.
- Samarapungavan, A., Vosniadou, S. & Brewer, W. (1996). Mental models of the earth, sun, and moon: Indian children's cosmologies. *Cognitive Development, 11*, 491-521.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction, 4*, 45-69.
- Vosniadou, S. & Brewer, W. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology, 24*, 535-585.
- Vosniadou, S. & Brewer, W. (1994). Mental models of the day/night cycle. *Cognitive Science, 18*, 123-183.