

# Las ideas infantiles sobre el Sistema Solar

Elena Calderón Canales, *et al.* \*

Facultad de Psicología, UNAM  
Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo  
Tecnológico, UNAM

## Las ideas infantiles sobre el Sistema Solar.

A lo largo de las dos últimas décadas gran número de investigaciones han examinado las ideas que tienen niños y adolescentes en lo que se refiere a los fenómenos astronómicos<sup>1</sup> Las temáticas investigadas incluyen, por ejemplo, la forma de la tierra, el ciclo día/noche, las estaciones de año, las fases de la luna Sin embargo, a pesar de la variedad de temas que se abordan, no se han documentado ampliamente las relativas al Sistema Solar. Es por ello que en este artículo investigamos las ideas que los niños mexicanos, de primero a sexto año, construyen sobre el Sistema Solar, haciendo un análisis de sus respuestas. En primer lugar, presentamos una breve revisión de la literatura que nos muestra los trabajos más relevantes en el campo, partiendo desde las ideas de la Tierra, el Sol, la Luna, el Sistema Solar, y algunas propuestas educativas para la enseñanza de la astronomía. Posteriormente presentamos el estudio realizado y los resultados obtenidos.

### Ideas infantiles sobre la forma de la Tierra

De acuerdo con la evidencia obtenida,<sup>2</sup> el conocimiento que tienen los niños sobre la forma de la Tierra se organiza, a lo largo del desarrollo, con base en tres ideas elementales o preconcepciones: 1. la Tierra es plana y se extiende infinitamente hacia los extremos, 2. el cielo (y el espacio) es igualmente plano y se sitúa paralelamente a

\* Germán Palafox Palafox, Facultad de Psicología, UNAM. Fernando Flores Camacho, Leticia Gallegos Cázares, Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, UNAM.

<sup>1</sup> MALI Y HOWE, 1979; NUSSBAUM, 1979; KLEIN, 1982; VOSNIADOU Y BREWER, 1992; VOSNIADOU, 1994A; 1994B; VOSNIADOU Y BREWER, 1994; BAXTER, 1995; DE MANUEL, 1995; SAMARAPUNGAVAN, VOSNIADOU Y BREWER, 1996; SHARP, 1996; KIKAS, 1998; VALANIDES, GRITSI, KAMPESA Y RAVANIS, 2000.

<sup>2</sup> MALI Y HOWE, 1979; NUSSBAUM, 1979; VOSNIADOU Y BREWER, 1992.

la Tierra y, 3. la dirección de caída de los objetos sigue trayectos hacia el centro de la Tierra. Dichas ideas, por otra parte, parece que son compartidas tanto por niños de la cultura occidental como no-occidentales.<sup>3</sup>

Para Mali y Howe,<sup>4</sup> era importante indagar si las nociones de los sujetos estudiados por Nussbaum<sup>5</sup> sobre la forma de la tierra, eran o no similares entre los niños de Nepal; dado que en la visión tradicional de los habitantes de ese país, la Tierra es una masa larga y plana que es sostenida por los cuernos de un gran elefante. Aunque en general los datos obtenidos por ellos muestran semejanzas entre las ideas de los niños nepaleses con las identificadas por Nussbaum,<sup>6</sup> también se encuentran algunas nociones, específicamente sobre la forma de la Tierra, que podrían ser típicas de estos niños; por ejemplo: *a.* algunos de ellos nunca habían escuchado el término *planeta Tierra*; *b*) los niños familiarizados con el término, no obstante, le adjudican el significado de disco largo que contiene todo lo que se puede ver en la superficie; *c.* el planeta Tierra es concebido como una esfera que tiene un domo de cristal tanto en la parte superior como en la inferior de la esfera; *d.* son poco capaces de proyectar la dirección de caída de los objetos y, *e.* creen que un poder superior mantiene el Sol, la Luna y las estrellas en su lugar. A pesar de estas diferencias, son más las semejanzas entre las ideas de los niños nepaleses y los de otras partes del mundo. La diferencia más importante radica en que los niños de Nepal sostienen la noción *la Tierra es plana*, durante más tiempo, pero que va cambiando y haciéndose más sofisticada a medida que avanza la edad.<sup>7</sup>

Vosniadou y Brewer<sup>8</sup> por su parte, investigaron las noción es que sostienen niños de primaria sobre la forma de la Tierra, así como sus ideas acerca de cuáles son los sitios sobre la superficie terrestre que habitan los seres humanos. Los resultados de este estudio indican que la mayoría de los niños investigados *usan*, consistentemente, pocos *modelos mentales* de la Tierra. Por ejemplo, los niños más pequeños utilizan modelos donde el planeta Tierra es representado como *tierra plana*, mientras que los niños más grandes tienden a usar modelos científicamente aceptados, es decir, la Tierra en forma de esfera, rodeada por el espacio y con la gente viviendo a lo largo de toda la superficie. Asimismo, Vosniadou y Brewer,<sup>9</sup> identificaron otros tres mo-

<sup>3</sup> MALI Y HOWE, 1979.

<sup>4</sup> *Idem.*

<sup>5</sup> NUSSBAUM, 1979.

<sup>6</sup> *Idem.*

<sup>7</sup> *Idem.*

<sup>8</sup> VOSNIADOU Y BREWER, 1992.

<sup>9</sup> *Idem.*

delos de la forma de la Tierra, a los cuales denominaron modelos sintéticos: 1. Tierra dual; 2. esfera hueca y, 3. esfera aplanada.

### Ideas infantiles sobre el ciclo día/noche, las estaciones y el Sistema Solar

Algunas investigaciones han indagado el tipo de explicaciones que los niños dan a fenómenos como el ciclo día/noche o las estaciones del año. En este caso, se ha encontrado que tanto los niños como las niñas carecen del conocimiento, por ejemplo, acerca de la rotación de la Tierra y, por tanto, no es considerada como causa de la noche y el día.<sup>10</sup> Una posible explicación de estos resultados, de acuerdo con Baxter,<sup>11</sup> es que muchas de las nociones que sostienen los niños pequeños acerca de las entidades y fenómenos astronómicos, parecen estar alimentadas exclusivamente por las observaciones que les son asequibles; de hecho, niños más grandes continúan utilizándolas, aunque con una menor frecuencia. Sin embargo, si bien los niños mayores son capaces de llegar a utilizar nociones más apegadas a la visión científicamente aceptada, dicho cambio no siempre ocurre. Es decir, si bien la educación formal provee la información necesaria sobre las entidades que conforman el Sistema Solar y su dinámica, muchas de las ideas previas que los niños manifiestan acerca de los fenómenos astronómicos, casi no sufren cambios a lo largo del desarrollo.

Otros trabajos muestran que los niños de 10-11 años de edad,<sup>12</sup> son capaces de informar sobre algunos elementos que componen el sistema solar: planetas (con mayor frecuencia Marte, Saturno y Júpiter), meteoros, cometas, hoyos negros o galaxias, sin embargo, no pueden explicar con claridad ni el movimiento de los astros ni la causa de tal movimiento. La mayoría de los niños no sólo sabe que la Tierra, el Sol y la Luna son cuerpos esféricos, sino que el 62% es capaz de ubicarlos en el orden y tamaño correctos, aunque sus ideas sobre las estrellas son menos claras.<sup>13</sup> También se ha encontrado, que sólo el 19% da explicaciones *científicas*, para el ciclo día noche y para las estaciones del año. También se aprecia que el 40% puede explicar correctamente las fases de la Luna. En general, estos datos indican que más del 50% mantiene *modelos científicos*, los niños restantes sostienen una serie de modelos alternativos o sintéticos.<sup>14</sup> El efecto del conocimiento cotidiano sobre las nociones de los niños acerca del ciclo día/noche, ha sido estudiado por Vosniadou y Brewer.<sup>15</sup>

<sup>10</sup> KLEIN, 1982.

<sup>11</sup> BAXTER, 1995.

<sup>12</sup> SHARP, 1996.

<sup>13</sup> *Idem*.

<sup>14</sup> Cf. VOSNIADOU, 1994a y 1994b.

<sup>15</sup> VOSNIADOU Y BREWER, 1994.

Estos autores encontraron que mientras los niños más pequeños construyen modelos para explicar dicho ciclo con base en su experiencia diaria, los más grandes forman modelos sintéticos; esto es, la información proveniente de su experiencia diaria es sintetizada con la información culturalmente aceptada, hasta que, finalmente, conforman un modelo similar al científico. Dicha secuencia ha sido también encontrada en niños hindúes entre 5 y 8 años;<sup>16</sup> por ejemplo, las explicaciones acerca del ciclo día/noche abarcan cinco tipos diferentes, desde invocar como causa la oclusión del Sol y la Luna, hasta implicar la rotación del eje de la Tierra. Este conjunto de datos permite decir que no sólo las ideas de los niños se hacen cada vez más sofisticadas sino que también, poco a poco, sus concepciones se van alejando de los datos ofrecidos por la experiencia inmediata.

### El cambio conceptual en el conocimiento astrofísico

Kinas,<sup>17</sup> en Estonia, evaluó el impacto de la educación, en la habilidad de niños de primaria (10-11 años), en la forma de definir y explicar algunos conceptos como órbita, ecuador, ciclo día/noche y cambio de estaciones, tanto en el inmediato como en el largo plazo. Los resultados de esta investigación muestran que, dos meses después de la instrucción, los estudiantes son capaces de recordar perfectamente las explicaciones científicas que les fueron enseñadas mientras que, por el contrario, pasados cuatro años habían olvidado casi por completo las definiciones científicas, las explicaciones y los hechos. Asimismo, pudo comprobarse que los niños tendieron a basar sus respuestas en la experiencia diaria, de manera similar a como lo hacen los niños de menor edad.<sup>18</sup>

De mano de las investigaciones que han examinado las ideas de los niños sobre la forma de la Tierra, el ciclo día/ noche, etc., también se han desarrollado propuestas específicas para mejorar la enseñanza de la astronomía, así como trabajos cuyos objetivos han sido comparar la efectividad de distintas aproximaciones educativas para facilitar el cambio conceptual y el aprendizaje de algunos conceptos básicos de la astronomía.<sup>19</sup> Particularmente, Valanides y sus colaboradores,<sup>20</sup> investigaron si la intervención educativa mejora las ideas iniciales que sostienen los niños preescolares sobre la forma de la Tierra, el Sol y el ciclo día/noche. Los resultados de este trabajo

<sup>16</sup> SAMARAPUNGAVAN, *et al.*, 1996.

<sup>17</sup> KIKAS, 1998.

<sup>18</sup> BAXTER, 1995.

<sup>19</sup> DIAKIDOY y KENDEOU, 2001.

<sup>20</sup> VALANIDES *et al.*, 2000.

indican que antes de la intervención, los niños tendían a elegir ciertas formas como cuadrados o triángulos como representaciones del sol y la tierra, mientras que después de la intervención, la mayoría de los niños eligieron la forma esférica. También se observó que antes de la intervención, las explicaciones de los niños para el ciclo día/noche eran, en su mayoría, de naturaleza mitológica. Sin embargo, posterior a la intervención, sólo seis niños siguieron dando respuestas de este tipo.

Por su parte, Sneider y Ohadi,<sup>21</sup> probaron la efectividad de una estrategia de enseñanza de corte histórico-constructivista, en niños de cuarto a octavo grado, con el fin de cambiar las ideas erróneas (*misconceptions*) sobre la forma de la Tierra y la gravedad. Los resultados que obtuvieron muestran que cuando los sujetos son sometidos a la estrategia, el número de ideas erróneas que sostienen disminuye. En contraste, los grupos no expuestos al tratamiento no muestran ningún cambio en el tipo de nociones utilizadas. Aun y cuando es necesaria una mayor investigación en este campo, estos resultados permiten suponer que, mediante el uso de estrategias de este tipo, es posible modificar las ideas de los alumnos.

Quizás una de las dificultades que los niños enfrentan para concebir el planeta Tierra como un cuerpo cósmico en el espacio, radica en que a dicha entidad le son aplicables los mismos principios que a los objetos físicos presentes en su entorno cotidiano: continuidad, solidez, contacto, gravedad e inercia.<sup>22</sup> Dichos principios, presentes desde la infancia, no sólo tendrían la función de apoyar y guiar la forma en que los individuos interpretan la información que reciben, sino que su existencia explicaría, a su vez, por qué los niños son capaces de realizar inducciones y constreñir sus experiencias sólo a entidades y fenómenos específicos del dominio físico.<sup>23</sup> Adicionalmente, con el fin de dar una explicación más completa del proceso de adquisición del conocimiento, Vosniadou<sup>24</sup> propone la existencia de una serie de restricciones de segundo orden, como las creencias o modelos mentales, los cuales emergirían de una estructura previamente adquirida y ejercerían una poderosa influencia sobre el nuevo conocimiento. Siguiendo estos planteamientos, dos de las concepciones que sostienen los niños acerca del planeta Tierra: 1. la Tierra es plana y 2. todos los objetos necesitan un soporte para no caer, son particularmente importantes de analizar. La primera de ellas parece derivarse de la experiencia cotidiana, del conjunto de observaciones asequibles a los niños y, por tanto, conformar un componente importante de las representaciones o modelos con los cuales interpretan, no sólo las preguntas que se

<sup>21</sup> SNEIDER y OHADI, 1998.

<sup>22</sup> SPELKE, 1991.

<sup>23</sup> HIRSCHFELD y GELMAN, 1994; CAREY y SPELKE, 1994.

<sup>24</sup> VOSNIADOU, 1994a.

les plantean, sino también el modelo científico (representación esférica del planeta Tierra) que la escuela les presenta. Del mismo modo, es contrario a la intuición aceptar el hecho de que el planeta Tierra *esté suspendida en el espacio*. Es contrario porque viola una idea básica: todos los objetos requieren un soporte para no caer y, cuando caen, siguen trayectorias arriba-abajo. Donde, asimismo, el arriba y el abajo son puntos en el espacio absolutos y no relativos. En resumen, para Vosniadou<sup>25</sup> el concepto *planeta Tierra* emerge dentro una teoría ingenua de la física y está restringido por los mismos tipos de presuposiciones que restringen los objetos físicos en general. Diferente de muchos otros conceptos que permanecen incrustados en el mismo dominio conceptual de la astronomía, el concepto *planeta Tierra* experimenta una mayor reorganización. Esta reorganización, creemos, incluye una reconceptualización de la entidad *Tierra* como cuerpo astronómico o cósmico, y avanza a través de la eliminación y revisión de algunas presuposiciones que pertenecen a una teoría ingenua de la física.

### Propósito de la investigación

El estudio de las ideas de los niños sobre los fenómenos astronómicos es importante por dos razones. Primero, porque aunque dichos fenómenos parecen estar bastante alejados de sus experiencias inmediatas, existen algunos aspectos, por ejemplo, el ciclo día/noche o las estaciones del año, a partir de los cuales podrían estudiarse sus ideas sobre la mecánica celeste y, con ello, lo que *causa* tales fenómenos. Segundo, si bien parece que las ideas iniciales de los niños son proyecciones de lo que ellos conocen de los objetos físicos *terrestres* a los *objetos cósmicos*, es importante analizar los cambios de esas ideas a lo largo del desarrollo.

Algunas de las cuestiones que cabría analizar, en primer lugar, son aquellas que ya se han estudiado, es decir, las ideas de los niños sobre: *a.* la forma de la Tierra, *b.* el ciclo día/noche y, *c.* las estaciones del año y, en segundo lugar, examinar su conocimiento sobre el Sistema Solar (temática no investigada con anterioridad), más específicamente indagar sus ideas sobre los elementos que lo componen (Sol, Tierra, Luna, estrellas y planetas) así como sus movimientos (aspecto que no ha sido investigado y que, por sí mismo, justifica nuestro estudio). Por tanto, el propósito principal de la presente investigación es examinar el conocimiento que poseen niños y niñas de primero a sexto grado de primaria sobre el sistema solar, así como analizar los cambios de dicho conocimiento a lo largo de la edad.

---

<sup>25</sup> *Idem.*

---

## Método

*Participantes.* En el estudio participaron 26 niños y niñas (10 niñas y 16 niños), con un rango de edad comprendido entre los 6 y los 12 años de edad, que cursaban del primero al sexto grados de educación primaria. Todos los sujetos provenían de una escuela pública (SEP) ubicada en la zona norte del Distrito Federal.

*Instrumentos.* Se aplicó una entrevista semiestructurada de corte piagetiano, compuesta por 38 preguntas organizadas en 5 temáticas: forma y dinámica del Sistema Solar; forma de la Tierra; ciclo día/noche; conocimiento general del Sistema Solar y estaciones del año (véase un ejemplo de la secuencia de preguntas en el Apéndice).

Las preguntas correspondían a cuatro niveles de complejidad:

*Conocimiento básico.* Las preguntas de este nivel implican la identificación y nominación de los elementos constitutivos del Sistema Solar. (Por ejemplo, se le muestran 3 dibujos que representan diferentes ubicaciones del Sol: heliocéntrica, geocéntrica y acéntrica, y se le dice: *¿De los dibujos que tengo aquí cuál crees que (es/o) representa el Sistema Solar?*).

*Conocimiento de las propiedades de los objetos.* Se refiere a las características que se le otorgan a cada uno de los elementos del sistema solar. Ejemplo: se le muestra al niño un diagrama del Sistema Solar y se le pide que lo observe. Después se le pide que señale todos aquellos planetas que cree que se mueven. Si la respuesta es afirmativa se le dice: *si los planetas se mueven, ¿por qué no chocan entre ellos?*

*Conocimiento de los procesos.* Movimientos, propiedades y dinámica propia del sistema solar. Ejemplo: se toman tres esferas de poliestireno del mismo tamaño que representan el Sol (esfera 1), la Tierra (esfera 2) y la Luna (esfera 3). Sobre la mesa se coloca la esfera 2, en el centro y las esferas 1 y 3, se colocan a cada uno de los lados. La esfera 2, por tanto, tiene un lado que da hacia el Sol y el otro hacia la Luna y en cada uno de estos se coloca a un niño y se le dice: Para este niño es de día (señalando la cara que da hacia la esfera 1), *¿qué tendría que pasar para que se haga de noche?* Después se le dice: para este niño es de noche (señalando la cara que da hacia la esfera 3), *¿qué tendría que pasar para que se haga de día?*

*Problemas hipotéticos.* Conocimiento de los tres niveles anteriores aplicados a la resolución de un problema. Ejemplo: *si caminaras durante muchos días en línea recta, ¿a dónde crees que llegarías?*

Como parte de la entrevista, se utilizaron esferas de unicel de diferentes tamaños así como un globo terráqueo, dibujos y fotografías con el objetivo de explicitar las respuestas de los sujetos respecto del movimiento y ubicación de los astros.

*Procedimiento.* Acudimos a cada salón de clases y pedimos al profesor que eligiera a uno de sus alumnos. Seleccionado el niño o la niña del grupo respectivo, se le conducía a un salón facilitado por la dirección del plantel. Antes de empezar la entrevista, a cada niño se le pedía su nombre y edad (datos que fueron corroborados posteriormente con su maestra), acto seguido se comenzaba a platicar con el niño a fin de distender la situación.

Los niños fueron entrevistados de manera individual durante aproximadamente 45 minutos. La entrevista siguió la secuencia de temáticas descritas anteriormente. Con cada una de las preguntas se incitaba al niño, pero sin presionarlo, a que clarificara y/o ampliara sus respuestas. En este caso, la investigadora le decía: *podrías decirme algo más al respecto*, o se le pedía que repitiera la última parte de sus respuestas. Todo esto se hizo con el fin de que el niño proporcionara más información. Todas las entrevistas fueron audio-grabadas para su posterior transcripción. Asimismo, se tomaron notas de cada una de las respuestas de los niños.

*Resultados.* En esta sección presentamos las respuestas de los niños obtenidas en la entrevistas. El Grupo 1, corresponde a los participantes de primero y segundo año; el Grupo 2, a los grados tercero y cuarto y el Grupo 3 a quinto y sexto. Decidimos agrupar a los sujetos de esta forma, por la similitud en las respuestas que se obtuvieron en los diferentes grados. Asimismo, los resultados se presentan con base en las cinco temáticas exploradas: 1. Forma de la Tierra; 2. Conocimiento general del Sistema Solar; 3. Forma y dinámica del Sistema Solar; 4. Ciclo día/noche y, 5. Estaciones del año.

---

### 1. Forma de la Tierra

Las cuatro primeras preguntas se realizaron para conocer la idea que los niños tienen sobre la forma de la Tierra. Se empezó por la pregunta *¿Qué forma tiene la Tierra?* y, a la vez, se les pidió que hicieran un dibujo de la misma. En ambos casos, el 100% de los participantes mencionó y dibujó el planeta Tierra de forma redonda.

Ante la pregunta 12: *Si caminaras durante muchos días en línea recta ¿a dónde crees que llegarías?*, un 92.30% de los participantes señala que si lo hicieran llegarían a otro lugar. Algunos dicen que a Oaxaca, a otro continente, a Estados Unidos o al mar, o bien, algunos de los más pequeños dicen que a la colonia más cercana, por ejemplo, a Lindavista. Es decir, si bien la superficie terrestre puede ser considerada con una mayor o menor extensión, las respuestas no indican si los participantes asumen una forma *plana* o *esférica* del planeta Tierra. Por tanto, la pregunta 13, intentó indagar los lugares, a lo largo y ancho de la superficie terrestre, en donde ellos creen se sitúan los habitantes del planeta Tierra. En este caso, el 42.30% de los participantes indica la parte superior del planeta (polo norte), mientras que el 57.69% los ubica alrededor de todo el planeta. Con la finalidad de profundizar en una posible explicación de tal hecho, se les mostró un globo terráqueo, colocando el polo norte hacia arriba y el polo sur hacia abajo y se les dijo –señalando Australia– *En este país vive gente, ¿Por qué crees que la gente que vive aquí (en Australia) no se cae?*. Ante la pregunta 14, el 34.61% mencionó no saber; el 7.69% que es porque la gente vive dentro de la esfera terrestre; el 3.84% porque la tierra es plana y, sorprendentemente, más de la mitad de la muestra (53.84%), respondió que era por la acción de la gravedad que, si bien no fue definida con precisión, la suponen una *fuerza* que empuja hacia abajo o que jala desde abajo a lo habitantes e impide que caigan.

---

## 2. Forma y dinámica del Sistema Solar

Ante la pregunta 1: *¿Sabes qué es el Sistema Solar?*, éste es definido con base en sus componentes, de esta manera, la gran mayoría de los participantes (65.38%) mencionan, entre otros, al Sol, algunos planetas, así como galaxias, asteroides, constelaciones, etc. Es importante mencionar que dentro de ese porcentaje se encuentra el 44.44% de los niños del primer y segundo grados; el 77.77% de los del tercer y cuarto grados y un 75% de los de quinto y sexto grados. Mientras que son pocos los participantes que no mencionan ninguno de los componentes (15.38%).

Algunos ejemplos de las respuestas que dan los niños a esta pregunta son:

Segundo grado, 8.01 años: *Es la formación de todos los planetas.*

Quinto grado, 9.01 años: *El sol viene siendo una estrella, los planetas giran alrededor del Sol.*

Sexto grado, 12.02 años: *Es aquel que conjunta a todo lo que son los planetas las estrellas y constelaciones que hay en el espacio.*

Respecto de la configuración del Sistema Solar, la Tabla 1 muestra los datos obtenidos en la pregunta 3: *¿De los dibujos que tengo aquí (3 dibujos con diferentes ubicaciones del sol: heliocéntrica, geocéntrica y acéntrica), podrías decirme cuál de ellos crees que (es/o) representa el Sistema Solar?* Así, puede verse que la mayoría de los participantes (69.23%) tiende a elegir el modelo heliocéntrico, mientras que sólo el 15.38% elige como representación el modelo geocéntrico. Con el fin de corroborar si los participantes diferencian correctamente entre cada uno de los elementos y sus respectivas posiciones y, por tanto, determinar la posición del Sol respecto de la Luna y la Tierra, la pregunta 4: *¿Podrías señalarme en este dibujo cuál es la Tierra, la Luna y el Sol?*, encontramos que todos los participantes de los tres grupos eligen correctamente la Tierra y el Sol. Mientras que sólo cinco de ellos (dos del Grupo 1, dos del Grupo 2 y uno del Grupo 3), confunden la Luna con Saturno, o bien con Venus. De manera similar, en la pregunta 9: *¿Cuál de estas esferas crees que podría ser (representar) el Sol, la Tierra y la Luna?*, se encontró el mismo tipo de respuestas en los tres grupos estudiados: la esfera más grande representa al Sol, la mediana a la Tierra y la más pequeña a la Luna.

Tabla 1. Identificación de la configuración del Sistema Solar. Porcentajes por grupo.

Grupo	Ninguno	Geocéntrico	Acéntrico	Heliocéntrico	Total
G1	4 (44.44%)	0	0	5 (55.55%)	9
G2	0	2 (22.22%)	0	7 (77.77%)	9
G3	0	2 (25.00%)	0	6 (75.00%)	8
Total	4 (15.38%)	4 (15.38%)	0	18 (69.23%)	26 (100%)

En cuanto a la descripción verbal que hicieron los niños sobre el movimiento de los astros, en la Tabla 2, podemos observar que el 50% de los participantes le otorga movimientos a la Tierra que siguen la dirección arriba-abajo o izquierda-derecha. Ambos movimientos se observan casi en la misma proporción en los tres grupos estudiados. De manera significativa, el 57.69% de los participantes no otorga ningún tipo de movimiento al Sol, mientras el 30.76% le confiere movimientos izquierda-derecha. Finalmente, el 46.15% le da a la Luna los mismos tipos de movimiento que a la Tierra, es decir, arriba-abajo/izquierda-derecha. Esto quizás tiene que ver con un dato recogido de las entrevistas, a saber, la mayoría de los niños piensan que la Luna sigue a la Tierra en todos los movimientos que realiza.

Tabla 2. Porcentajes por grupo en el reporte de algún tipo de movimiento llevado a cabo por el Sol, la Tierra o la Luna (descripción verbal)

Grupo	No-movimiento	Rotación	Traslación	Ambos: Traslación y rotación	Arriba-abajo Izq.-der.	Total
<b>Tierra</b>						
G1	1 (11.11%)	3 (33.33%)	1 (11.11%)	0	4 (44.44%)	9
G2	1 (11.11%)	2 (22.22%)	1 (11.11%)	0	5 (55.55%)	9
G3	2 (25.00%)	0	1 (12.50%)	1 (12.50%)	4 (50.00%)	8
Total	4 (15.38%)	5 (19.23%)	3 (11.53%)	1 (3.84%)	13 (50.00%)	26 (100%)
<b>Sol</b>						
G1	3 (33.33%)	2 (22.22%)	0	0	4 (44.44%)	9
G2	6 (66.66%)	1 (11.11%)	0	0	2 (22.22%)	9
G3	6 (75.00%)	0	0	0	2 (25.00%)	8
Total	15 (57.69%)	3 (11.53%)	0	0	8 (30.76%)	26 (100%)
<b>Luna</b>						
G1	2 (22.22%)	2 (22.22%)	1 (11.11%)	0	4 (44.44%)	9
G2	3 (33.33%)	1 (11.11%)	1 (11.11%)	0	4 (44.44%)	9
G3	4 (50.00%)	0	0	0	4 (50.00%)	8
Total	9 (34.61%)	3 (11.53%)	2 (7.69%)	0	12 (46.15%)	26 (100%)

Estos datos, asimismo, pueden ser contrastados con los obtenidos en la pregunta 6: *¿Cómo sabes que se mueven?:*

Primer, 6.0 años: *Porque la maestra me (lo) dice.*

Tercero, 9.11 años: *Porque lo veo en mis libros.*

Siendo hasta el quinto y sexto año en donde aparecen otro tipo de respuestas:

Quinto, 11.01 años: *Por el día y la noche.*

Sexto, 12.02 años: *Para que haya diferentes estaciones del año y tenga un calor diferente cada tiempo y así podemos tener el día y la noche.*

Por su parte, en la pregunta 10, se pidió a los niños que mostraran, con ayuda de las esferas de unicel (esferas que ellos ya habían utilizado en la pregunta 9), el tipo de movimientos que realizan el Sol, la Tierra y la Luna. Dicha pregunta tenía el objetivo de comparar estas respuestas con sus descripciones verbales sobre el movimiento de estos astros (Tabla 2). De esta manera, en la Tabla 3 podemos observar que, comparado con los porcentajes mostrados en la Tabla 2, el porcentaje otorgado a la Tierra en la categoría arriba-abajo/izquierda-derecha (50%), cambia. Ahora, este

tipo de movimiento se ve muy reducido (3.84%) mientras que se incrementa el porcentaje en el nivel de respuesta ambos (38.46%), es decir, los participantes consideran que la Tierra tiene movimientos tanto de rotación como de traslación. En este caso, también puede observarse que existe un aumento en el porcentaje de sujetos que consideran este tipo de movimientos (rotación y traslación): 11.11%, 44.44% y 62.50% (G1, G2 y G3 respectivamente). Dicho aumento, quizás indica que ambos tipos de movimientos son mejor conocido por los sujetos de mayor edad. El Sol, por su parte, sigue siendo considerado, por el 65.38% de los sujetos, un elemento carente de movimiento. Asimismo, mientras que antes la Luna (Tabla 2) era considerada un astro que se mueve arriba-abajo o izquierda-derecha, ahora (Tabla 3), la mayoría de los participantes no le otorgaron ningún tipo de movimiento (38.46%) o únicamente le dieron el de traslación (34.61%).

Tabla 3. Porcentajes por grupo en el reporte de algún tipo de movimiento llevado a cabo por el Sol, la Tierra o la Luna (actividad con esferas).

Grupo	No-movimiento	Rotación	Traslación	Ambos: Traslación y rotación	Arriba-abajo Izq.-der.	Total
<b>Tierra</b>						
G1	2 (22.22%)	3 (33.33%)	3 (33.33%)	1 (11.11%)	0	9
G2	1 (11.11%)	3 (33.33%)	1 (11.11%)	4 (44.44%)	0	9
G3	1 (12.50%)	1 (12.50%)	0	5 (62.50%)	1 (12.50%)	8
Total	4 (15.38%)	7 (26.92%)	4 (15.38%)	10 (38.46%)	1 (3.84%)	26 (100%)
<b>Sol</b>						
G1	5 (55.55%)	1 (11.11%)	0	0	3 (33.33%)	9
G2	6 (66.66%)	1 (11.11%)	2 (22.22%)	0	0	9
G3	6 (75.00%)	0	2 (25.00%)	0	0	8
Total	17 (65.38%)	2 (7.69%)	4 (15.38%)	0	3 (11.53%)	26 (100%)
<b>Luna</b>						
G1	4 (44.44%)	1 (11.11%)	1 (11.11%)	1 (11.11%)	2 (22.22%)	9
G2	3 (33.33%)	1 (11.11%)	4 (44.44%)	1 (11.11%)	0	9
G3	3 (37.50%)	0	4 (50.00%)	1 (12.50%)	0	8
Total	10 (38.46%)	2 (7.69%)	9 (34.61%)	3 (11.53%)	2 (7.69%)	26 (100%)

De acuerdo con este conjunto de los datos hasta este momento obtenidos, podríamos decir que el Sistema Solar parece ser representado por nuestros participantes con base en dos modelos claramente diferenciados:

*Modelos heliocéntricos.* La Tierra gira alrededor del Sol y, asimismo, éste siempre figura como el centro a partir del cual se general los demás movimientos de los astros.

*Modelos geocéntricos.* La Tierra es el elemento central a partir de la cual se desplazan y no los demás astros.

En ambos modelos, las estrellas se mantienen estáticas, es decir, no se mueven nunca, mientras que, en el caso de los planetas, la mayoría de los participantes considera que se mueven en su lugar o bien, no se mueven. Así, los datos nos indican que el G1, tiende más hacia los modelos geocéntricos (66.66%) que hacia los heliocéntricos (33.33%). Mientras que para los G2 y G3, la tendencia se invierte, es decir, tienden más hacia los heliocéntricos (88.88% y 75% respectivamente) que hacia los geocéntricos (11.11% y 25%).

### 3. Conocimiento general del Sistema Solar

En la pregunta 21, se pidió nominar aquellos elementos que pueden ser considerados parte del Sistema Solar. Marte, Venus y Saturno, resultaron ser los planetas más frecuentemente nombrados, además de mencionar meteoros, el Sol, la Luna, la Tierra o asteroides. De este conjunto de elementos, el 42.30% de los participantes mencionó entre 4 y 6 elementos, mientras que el 34.61% mencionó entre 7 y 9. De acuerdo con estos resultados, puede decirse que, en su mayoría, los participantes conocen algunos de los elementos que componen el Sistema Solar, aunque algunos de ellos todavía no estén expuestos a la información proporcionada por la escuela sobre este contenido. Por ejemplo, el 77.77% de los sujetos del Grupo 1, nomina correctamente entre 4 y 9 planetas del Sistema Solar.

En cuanto a si los participantes les otorgan movimiento a los planetas (pregunta 22), el 15.38% supone que los planetas carecen de movimiento, mientras que el 84.61% afirma que sí se mueven (aunque sin determinar el tipo de movimiento que realizan). Dado que es alto el porcentaje de sujetos que suponen que los planetas se mueven, se les cuestionó sobre la razón por la cual, a pesar de que se mueven, no chocan. Ante esta pregunta, los datos obtenidos fueron los siguientes (véase Tabla 4):

Tabla 4. ¿Por qué no chocan los planetas?

Grupo	No sé	Porque no tienen movimiento o giran en su mismo lugar	Por la distancia que guardan entre ellos o porque siguen una órbita específica	Total
G1	2 (22.22%)	4 (44.44%)	3 (33.33%)	9
G2	1 (11.11%)	6 (66.66%)	2 (22.22%)	9
G3	1 (12.50%)	3 (37.50%)	4 (50.00%)	8
Total	4 (15.38%)	13 (50.00%)	9 (34.61%)	26 (100%)

Como puede observarse, el 50.00% aduce que los planetas sólo se mueven en su mismo lugar, es decir, no poseen movimientos de traslación. Otra razón dada por los participantes, señala que la gran distancia existente entre un planeta y otro evita que colapsen (34.61%). Con todo, se les pidió a los niños que pensaran qué sucedería en caso de que uno de los planetas chocase con la Tierra. Ante esta cuestión, el 50.00% dice que ese planeta y la Tierra se destruirían; o bien, habría sismos y/o terremotos (15.38%) y, de toda la muestra, sólo el 15.38% piensa que no sólo se verían afectados esos dos elementos, sino que todos los demás planetas del Sistema Solar se verían igualmente afectados por el impacto.

Dos preguntas adicionales indagaron las relaciones de cercanía o lejanía de un planeta respecto del Sol y el calor o el frío en ese planeta, pregunta 26a: *¿Cuál crees* (enseñándole un dibujo) *que es el planeta más frío del sistema solar?* y pregunta 26b: *¿Cuál crees* (enseñándole un dibujo) *que es el planeta más caliente del sistema solar?* Las respuestas obtenidas indican que el 100% de los participantes, en ambos casos, señalaron o nombraron a Plutón como el planeta más frío y a Mercurio como el planeta más caliente. En cuanto a la justificación de su respuesta, en la pregunta 26a, el 15.38% de los participantes dijeron no saber o hicieron referencia a una propiedad física del planeta; por ejemplo, su color o su tamaño. Mientras que el 84.61% mencionó como causa su distancia respecto del Sol. De manera similar, en la pregunta 26b, el 11.53% dice no saber o menciona características físicas (color, tamaño) mientras que el 88.46% vuelve a mencionar la distancia como el factor que causa el calor.

#### 4. Ciclo día/noche

Las explicaciones de los niños sobre la alternación del día y la noche son presentadas en las Tablas 5, 6a y 6b. La pregunta *¿Por qué no podemos ver el Sol en la noche?*, fue elaborada para conocer las ideas de los niños acerca de la dinámica de los elementos astronómicos implicados en el ciclo día/noche. Cabe mencionar que dicha pregunta no collevaba la demostración del tipo de movimiento que referían, dado que esta explicación se pidió más adelante en la entrevista. Los resultados (véase Tabla 5) señalan que la mayoría de los niños (84.61%), explica la *desaparición* del Sol durante la noche a causa de que éste se mueve.

Tabla 5. Porcentaje de respuesta a la pregunta: ¿Por qué no podemos ver el Sol en la noche?

Grupo	No sé; otras explicaciones	Oclusión	Movimiento	Total
G1	1 (11.11%)	1 (11.11%)	7 (77.77%)	9
G2	1 (11.11%)	0	8 (88.88%)	9
G3	1 (12.50%)	0	7 (87.50%)	8
Total	3 (11.53%)	1 (3.84%)	22 (84.61%)	26 (100%)

De manera similar, para explicar la desaparición de la Luna durante el día los niños recurren al movimiento de la Luna (Tabla 6a).

Tabla 6a. Porcentaje de respuesta a la pregunta: ¿Por qué no podemos ver la Luna en el día?

Grupo	No sé; otras explicaciones	Luminosidad	Oclusión	Movimiento	Total
G1	2 (22.22%)	0	3 (33.33%)	4 (44.44%)	9
G2	2 (22.22%)	0	1 (11.11%)	6 (66.66%)	9
G3	1 (12.50%)	0	1 (12.50%)	6 (75.00%)	8
Total	5 (19.23%)	0	5 (19.23%)	16 (61.53%)	26 (100%)

Mientras que para explicar la desaparición de las estrellas durante el día los niños recurrieron, en una mayor medida (42.30%), a la propiedad *luminosidad* (véase Tabla 6b). En cierto sentido, los sujetos suponen que dado que la luz del sol es más *fuerte* (intensa) que la que emiten las estrellas, no es posible verlas durante el día. Adicionalmente, como puede observarse en estos resultados (Tabla 6b), a la Luna se le otorga en mayor medida la característica *movimiento* (61.53%) que a las estrellas (19.23%). Podría suponerse, aunque nuestros datos no lo muestran, que los sujetos consideran que las estrellas se quedan en un mismo lugar y solamente hasta que el Sol desaparece éstas pueden ser observadas.

Tabla 6b. Porcentaje de respuesta a la pregunta: ¿Por qué no podemos ver las estrellas en el día?

Grupo	No sé; otras explicaciones	Luminosidad	Oclusión	Movimiento	Total
G1	2 (22.22%)	2 (22.22%)	2 (22.22%)	3 (33.33%)	9
G2	0	7 (77.77%)	0	2 (22.22%)	9
G3	5 (62.50%)	2 (25.00%)	1 (12.50%)	0	8
Total	7 (26.92%)	11 (42.30%)	3 (11.53%)	5 (19.23%)	26 (100%)

Un análisis de las justificaciones que dan los participantes para explicar el ciclo día/noche, indica que éstos se centran en el movimiento del Sol, la Luna y la Tierra. Es decir, el ciclo día/noche ocurre porque uno de esos astros se mueve. Para el 57.69%

de los participantes, la Tierra posee solamente movimientos de rotación; mientras que el 38.46% le da movimientos arriba-abajo, izquierda-derecha, atrás-adelante tanto al Sol como a la Luna pero no se los otorga a la Tierra. Cuando comparamos las respuestas que dan los niños del movimiento de la Tierra para explicar el ciclo día/noche, con la demostración del movimiento presentado en la Tabla 3, se observa una discrepancia. Es decir, cuando a los niños no se les pide la explicación de un fenómeno en concreto (por ejemplo, el ciclo día/noche), el movimiento que le dan a la Tierra es arriba-abajo, mientras que el Sol y la Luna, o bien no se mueven, o únicamente se trasladan detrás de la Tierra. Pero cuando tienen que explicar el por qué del ciclo día/noche, entonces la Tierra gira en su mismo eje, mientras que la Luna y el Sol tienen otros tipos de movimientos (arriba-abajo).

A partir de estos datos podemos inferir la existencia de dos modelos que los niños elaboran para explicar el ciclo día/noche. El modelo II, se basa en la suposición de que la alternancia día/noche ocurre porque el Sol y la Luna intercambian sus posiciones, mientras que el modelo II, incluye el movimiento de la Tierra como base para explicar dicha alternancia. En ambos modelos, las estrellas no tienen movimiento y, sea de día o de noche, éstas se encuentran siempre en el cielo y son visibles gracias a un factor de luminosidad. En cuanto a una relación entre la edad y el modelo, el modelo I corresponde a los niños más pequeños (Grupo 1) mientras que el modelo II, es característico de los grupos de mayor edad (Grupo 2 y 3).

*Modelo I.* Los niños explican el fenómeno a partir de los movimientos que realizan el Sol y la Luna. En este caso, para que sea de día o de noche, el Sol y la Luna suben o bajan de manera alternada (figura 1) o bien se desplazan de izquierda a derecha (figura 2).

1. Arriba-abajo



2. Izquierda-derecha



*Modelo II.* Los niños explican el día y la noche a partir del movimiento de la Tierra; es decir, cuando una parte de la Tierra *mira hacia el Sol*, es de día. Y cuando una parte *mira hacia la Luna*, es de noche. Con todo, tanto el Sol como la Luna carecen de movimiento.

3. De la Tierra hacia el Sol y hacia la Luna.



## Estaciones del año

En la pregunta 32 (nombrar las estaciones del año), se encontró que el 92.30% de los participantes nombra las estaciones de manera correcta. La Tabla 7, por su parte, presenta las respuestas a la pregunta: *¿Por qué hay estaciones?*

Tabla 7. Porcentaje por grupo en las respuestas a la pregunta: *¿Por qué hay estaciones?*

Grupo	No sé; Actividades llevadas a cabo en la estación y otras	Por cambios en el clima (calor o frío)	Por cambios en la intensidad solar	Por movimientos de la Tierra o del Sol	Total
G1	4 (44.44%)	4 (44.44%)	0	1 (11.11%)	9
G2	5 (55.55%)	2 (22.22%)	1 (11.11%)	1 (11.11%)	9
G3	2 (25.00%)	2 (25.00%)	4 (50.00%)	0	8
Total	11 (42.30%)	8 (30.76%)	5 (19.23%)	2 (7.69%)	26 (100%)

Como puede observarse, el mayor porcentaje (42.30%) corresponde a la categoría *no sé*, mientras que sólo un 7.69% de los participantes puede explicar el fenómeno de las estaciones haciendo alusión a movimientos tanto del Sol como de la Tierra. Por otra parte, si bien el 92.30% de los participantes nomina correctamente las estaciones, es importante hacer notar que sólo el 57.68% de ellos son capaces de explicar el cambio de las estaciones haciendo referencia a un proceso, sean cambios en el clima, intensidad solar o movimientos del Sol y la Tierra. Con el fin de especificar de mejor manera las respuestas de los participantes, la pregunta 35, *¿Sabes por qué se cambia de una estación a otra; por ejemplo, del invierno a la primavera?*, exploró el cambio de una estación a otra (véase Tabla 8).

Tabla 8. *¿Sabes por qué se cambia de una estación a otra; por ejemplo del invierno a la primavera?*

Grupo	No sé; Actividades llevadas a cabo en la estación y otras respuestas	Por cambios en el clima (calor o frío)	Cambio de intensidad en el sol	Movimiento del Sol	Movimiento de la Tierra	Total
G1	5 (55.55%)	0	1 (11.11%)	1 (11.11%)	2 (22.22%)	9
G2	6 (66.66%)	0	1 (11.11%)	0	2 (22.22%)	9
G3	3 (37.50%)	0	0	0	5 (62.05%)	8
Total	14 (53.84%)	0	2 (7.69%)	1 (3.84%)	9 (34.61%)	26 (100%)

La Tabla 8, indica que más de la mitad de los participantes (53.84%) desconoce la razón del cambio de estaciones. Pero, de manera sustancial, el 34.61% de ellos suponen que es debido al *movimiento de la Tierra*. Asimismo, comparativamente, este 34.61%

es muy superior al encontrado en la Tabla 7 respecto de los movimientos del Sol y la Tierra (7.69%).

Para la pregunta 36, mostrándole al niño un globo terráqueo, se le dijo que en ese momento en México era primavera y, señalándole cuatro países (Guatemala, Filipinas, Rusia y Groenlandia), se le preguntó por cada uno de ellos: *¿En este país también es primavera?* Las respuestas dadas a esta pregunta son bastante azarosas; es decir, decían que Rusia estaba en otoño y Guatemala en invierno, pero sin poder dar ningún tipo de explicación, o bien, algunas respuestas mencionaban que todos los países estaban en la misma estación. Sin embargo, es interesante notar que algunos de los niños explicaban la diferencia de estaciones basándose en una diferencia en el tiempo, por ejemplo:

Tercero, 9.01 años: *Estados Unidos está en invierno porque es una estación atrás, porque nosotros estamos adelantados de hora y de estación....*

Primero, 7.4 años: *Italia está en una estación diferente... porque hay horas y meses atrasados, ellos están en diciembre.*

Asimismo, ante la pregunta: *¿Por qué hace más calor en algunas épocas del año?*, puede observarse (véase Tabla 9) que mientras el 38.48% cree que el calor es *causado* por las estaciones mismas, el 34.61% reconoce que es la distancia existente entre la Tierra y el Sol la causa de ello.

Tabla 9. *¿Por qué hace más calor en algunas épocas del año?*

Grupo	No sé	Por las estaciones	Distancia entre la Tierra y el Sol	Total
G1	3 (33.33%)	3 (33.33%)	3 (33.33%)	9
G2	1 (11.11%)	6 (66.66%)	2 (22.22%)	9
G3	3 (37.50%)	1 (12.50%)	4 (50%)	8
Total	7 (26.92%)	10 (38.46%)	9 (34.61%)	26 (100%)

Por otra parte, los resultados obtenidos en la pregunta: *Por qué hace más frío en algunas épocas del año?* (Tabla 10), no parecen diferir de los encontrados en la pregunta anterior. Es decir, los datos de las Tablas 9 y 10 muestran que, aun con ciertos cambios en los porcentajes por grupo, no existen diferencias en las explicaciones acerca de la temperatura (frío o calor) que hace en una determinado época del año. De todos los participantes, solamente un tercio de ellos, en ambos casos, supone que se debe a una mayor o menor distancia del Sol respecto de la Tierra.

Tabla 10. ¿Por qué hace más frío en algunas épocas del año?

Grupo	No sé	Por las estaciones	Distancia entre la Tierra y el Sol	Total
G1	2 (22.22%)	4 (44.44%)	3 (33.33%)	9
G2	1 (11.11%)	5 (55.55%)	3 (33.33%)	9
G3	2 (25.00%)	4 (50%)	2 (25.00%)	8
Total	5 (19.23%)	13 (50%)	8 (30.76%)	26 (100%)

### Conclusiones

Los resultados de este estudio indican que las ideas de los niños acerca del Sistema Solar en general, y sobre la dinámica de los elementos que le componen en particular, parecen cambiar a medida que son expuestos a la información tanto formal como informal. Es decir, es altamente probable que mucho del conocimiento que poseen nuestros participantes provenga de la información aportada por los profesores, los libros o por otros medios: conocer los nombres de los planetas o sus respectivas posiciones en el sistema solar, etc. Sin embargo, unido a este conocimiento, parece encontrarse aquel que deviene de las experiencias de los niños y que incorporan a los objetos astronómicos; por ejemplo, con independencia de la nominación correcta del planeta en cuestión, asumen que un planeta es más *caliente* o más *frío*, si éste se encuentra, respectivamente, más cerca o lejos del Sol.

A diferencia de los primeros estudios sobre el tema,<sup>26</sup> en nuestros datos puede observarse que la mayoría de los participantes estudiados identifican y definen el planeta Tierra como un objeto redondo, no plano. No obstante, dado que para el 42.30% de ellos la gente habita únicamente en la parte superior del planeta (polo norte), esto quizás indique que el *modelo* de la tierra que sostienen más bien posee características de *Tierra plana*. Un modelo diferente quizás se alimente de otros rasgos. Por ejemplo, cuando se les preguntó por la razón de que la gente que vive en Australia no cae, más de la mitad de la muestra (53.84%) responde que es debido a la acción de la gravedad aunque sin definirla con precisión: como una fuerza que *jala* desde abajo o, igualmente como una fuerza pero que empuja desde arriba, también se concibe como una fuerza que está dentro de la tierra, pero que no se puede explicar como funciona. Sería recomendable en futuras investigaciones indagar cuál es la idea de gravedad que los niños sostienen y cómo la aplican a los diferentes objetos que los rodean.

<sup>26</sup> MALI y HOWE, 1979; NUSSBAUM, 1979.

Por otra parte, las ideas de los niños respecto del *movimiento* de la Tierra, el Sol y la Luna, no parecen ser un rasgo invariable, es decir, en algunos casos recurren a modelos que mantienen a la Luna y al Sol estáticos mientras que la Tierra es el elemento que se mueve. Sin embargo, cuando se les pide, utilizando esferas, que describan o expliquen la ocurrencia de un fenómeno concreto como el día y la noche o las estaciones del año, las respuestas de los niños cambian. A saber, las ideas de los niños parecen ir de movimientos simples arriba-abajo hacia movimientos orbitales que, no obstante, son particulares de uno de los elementos en cuestión (Sol, Luna o Tierra). En cierto sentido es como si pensaran en situaciones particulares y no en la dinámica global del Sistema Solar. Pero si piensan en éste, entonces, independientemente de que sus modelos sean geocéntrico o heliocéntrico, o bien no les adjudican movimientos a los planetas, o bien, únicamente les otorgan movimientos de rotación. Por tanto, sólo en apariencia sostienen una visión dinámica del Sistema Solar, es decir, a pesar del movimiento de rotación el Sistema se mantiene estático. Por ejemplo, las estrellas, concebidas como parte del Sistema, se mantienen todo el tiempo estáticas. Si esto es así, podemos decir que la construcción de un modelo heliocéntrico es un proceso complejo y, por ello, los niños en este camino construyen una variedad de modelos intermedios que aplican, según la problemática planteada, antes de elaborar un modelo heliocéntrico consistente y coherente.▲

---

## Bibliografía

- ALFONSO, L., Bazo, G., López, M., Macau, F., & Rodríguez. "Una aproximación a las representaciones del alumnado sobre el universo". *Enseñanza de las Ciencias*, 13(3). S. l. 1995, pp. 327-33.
- ATWOOD, R. K. & Atwood, V. A. "Pre-service elementary teacher's conceptions of the causes of seasons". *Journal of Research in Science Education*, 33 (5). S.I., 1996, pp. 553-563.
- BAXTER, J. "Children's understanding of astronomy and the earth sciences", en: S. Glynn & R. Duit (eds.) *Learning Science in the Schools: Research Reforming Practice*. Erlbaum. Hillsdale, N. J., 1995.
- CAREY, S. & Spelke, E. "Domain-specific knowledge and conceptual change", en L. A. Hirschfeld y S. A. Gelman (eds.), *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture* New York. Cambridge University Press. Boston, 1994, pp. 169-200.
- DE MANUEL, B. "¿Por qué hay veranos e inviernos? Representaciones de estudiantes (12-14) y de futuros maestros sobre algunos aspectos del modelo sol-tierra". *Enseñanza de las Ciencias*, 13(2). S.I., 1995, pp. 227-236.
- DIAKIDOY, I.A. y Kendeou, P. "Facilitating conceptual change in astronomy: a comparison of the effectiveness of two instructional approaches". *Learning and Instruction*, 11. S.I., 2001, pp. 1-20.
- GONNIK, A & Meltzoff, A. *Palabras, pensamientos y teorías*. Aprendizaje Visor. Madrid, 1997.
- HIRSCHFELD, L. y Gelman, S. "Toward a topography of mind: An introduction to domain specificity", en L. A. Hirschfeld y S. A. Gelman (eds.), *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture* New York: Cambridge University Press. Boston, 1994, pp. 3-35.
- KIKAS, E. "The impact of teaching on students' definitions and explanations of astronomical phenomena". *Learning and Instruction*, 8(5). S. l., 1998, pp. 439-454.
- KLEIN, A. "Children's concepts of the Earth and the Sun: A cross cultural study". *Science Education*, 65 (1). S. l., 1982, pp. 95-107.

- NUSSBAUM, J. (1979). "Children's conceptions of the earth as a cosmic body: A cross age study". *Science Education*, 63 (1). S. l., pp. 83-93.
- PIAGET, J. *La equilibración de las estructuras cognoscitivas*. Siglo XXI. Madrid, 1978.
- *El desarrollo de la noción de tiempo en el niño*. F. C. E. México, 1980.
- "La teoría de Piaget. Infancia y aprendizaje". *Monografías*, 2. S. d. 1981, pp. 13-54.
- *La representación del mundo en el niño*. Morata. Madrid, 1984.
- PIAGET, J. e Inhelder, B. *The child's conception of space*. Routledge and Kegan Paul Ltd. Londres. 1971.
- PIAGET, J., et. al. *La composición de las fuerzas y el problema de los vectores*. Morata. Madrid, 1975.
- PIAGET, J. y Szeminska, A *La génesis del número en el niño*. Guadalupe. Buenos Aires, 1978.
- SAMARAPUNGAVAN, A., Vosniadou, S. y Brewer, W. F. "Mental Models of the Earth sun and Moon: Indian Children's Cosmologies". *Cognitive Development*, 11. S l. 1996, pp. 491-521.
- SAMARAPUNGAVAN, A. "Ontology, epistemology, and domain specific beliefs as constraints on conceptual change". Documento presentado en el Seminario Naconal de Historia, Filosofía y Ciencias de la Educación, en Mumbai, India, 1998.
- SHARP, J. (1996). "Children's astronomical beliefs: a preliminary study of year 6 children in south-west England". *International Journal of Science Education*. 18 (6). S. l., 1996, pp. 685-712.
- SNEIDER, C. I. & Ohadi, M. M "Unraveling students' misconceptions about the earth's shape and gravity". *Science Education*. 82. S. l., 1998, pp. 265-284.
- SPELKE, E. "Physical knowledge in infancy: Reflections on Piaget's theory", en S. Carey & R. Gelman (eds.), *The epigenesis of mind: Essays on biology and cognition*. Lawrence Erlbaum Associates. Hillsdale, N.J., 1991, pp. 133-169.
- STAHLY, L., Krockover, G., & Shepardson, D. "Third grade students' ideas about lunar phases". *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (2). S. l., 2000, pp. 159-177.
- TRUMPER, R. "University student's conceptions of basic astronomy concepts". *Teaching Physics*, 35 (1). S. l. 2000, pp. 9-15.
- "A cross-age study of junior high school students' conceptions of basic astronomy concepts". *International Journal of Science Education*, 23, 11. S. l., 2001, pp. 1111-1123.
- TRUNDLE, K. C., Atwood, R. K., & Christopher, J. E. "Pre-service elementary teacher's conceptions of moon phases before and after instruction". *Journal of Research in Science Instruction*, 39 (7). S. l., 2002, pp. 633-658.
- VALANIDES, N., Gritsi, F., Kampeza, M., y Ravanis. "Changing pre-school children's conceptions of the day/night cycle". *International Journal of Early Years Education*, 8 (1). S. l., 2000, pp. 27- 39.
- VOSNIADOU, S. "Universal and culture-specific properties of children's mental models of the earth", en L. A. Hirschfeld y S. A. Gelman (eds.), *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture*. New York: Cambridge University Press. Boston, 1994a, pp. 412-430.
- . "Capturing and modeling the process of conceptual change". *Learning and Instruction*, 4. S. l., 1994b, pp. 45-69.
- VOSNIADOU, S. y Brewer, W. F. "Mental Models of the Earth. A study of conceptual change in childhood". *Cognitive Psychology*, 24, S. l., 1992, pp. 535-585.
- "Mental models of the Day/Night cycle". *Cognitive Science*, 18. S. l., 1994, pp. 123-185.