

INDAGACIÓN DE LAS CONCEPCIONES DE ESTUDIANTES PRIMARIOS Y SECUNDARIOS SOBRE LOS FENÓMENOS ASTRONÓMICOS COTIDIANOS

Marcelo Alvarez, Diego Galperin y Cynthia Quinteros

Universidad Nacional de Río Negro, Instituto de Formación Docente Continua de El Bolsón y Centro Atómico Bariloche
maalvarez@unrn.edu.ar

Ponencia. Niveles primario y secundario. Eje Temático 4: Investigación en la didáctica de las Ciencias de la Naturaleza y/o de Matemática

Palabras Clave: concepciones, estudiantes, astronomía, día y noche, estaciones, fases de la Luna

Resumen

Las concepciones presentes en alumnos de distintas edades sobre los fenómenos del día y la noche, las estaciones del año y las fases lunares han sido analizadas en diferentes trabajos de investigación, los cuales suelen proponer modos de indagación que toman como válidas solamente las explicaciones de dichos fenómenos en forma heliocéntrica: a partir del movimiento de la Tierra y la Luna en el espacio. En este trabajo se examinan las concepciones de estudiantes de nivel primario y secundario a partir de una indagación abierta que permite brindar explicaciones de estos fenómenos en forma topocéntrica: a partir del desplazamiento del Sol y la Luna en el cielo. Los resultados indican escasa comprensión de los fenómenos, sin diferencias sustanciales según la edad, lo que pone en cuestionamiento el modo en que son desarrollados estos contenidos en el ámbito escolar.

Introducción

Las “concepciones alternativas” de los estudiantes sobre los fenómenos cotidianos fueron analizadas en diversas investigaciones a lo largo de los últimos treinta años, encontrándose que las mismas difieren del conocimiento científico (Posner et al., 1982).

Por su parte, Johnson-Laird (1983) caracterizó el modo en que los sujetos construyen y estructuran su conocimiento introduciendo la noción de modelos mentales, los cuales representan modelos de trabajo que tienen como finalidad describir, explicar y predecir eventos. En esta línea, distintos trabajos han dado cuenta de los modelos mentales que utilizan alumnos de distintas edades al intentar explicar los fenómenos del día y la noche, las estaciones del año y las fases lunares, identificando una gran cantidad de modelos explicativos inadecuados desde el punto de vista científico (Baxter, 1989; Schoon, 1992; Vosniadou y Brewer, 1994; De Manuel, 1995; Kikas, 1997; Trumper, 2001; Danaia y McKinnon, 2007; Chiras y Valanides, 2008; Galperin y Raviolo, 2015). Varios de estos modelos mentales coinciden con los detectados en docentes en actividad y futuros docentes (Camino, 1995; Vega Navarro, 2007).

Un análisis reciente de la bibliografía disponible ha evidenciado que la mayoría de las indagaciones acerca de las concepciones de los alumnos sobre los fenómenos astronómicos cotidianos utiliza en forma implícita el sistema de referencia heliocéntrico, a partir del movimiento del Sol y la Luna en el espacio, tomando a éste como el único modelo explicativo posible para dar cuenta de estos fenómenos (Galperin y Raviolo, 2014). Sin embargo, ha sido poco explorada la posibilidad de explicar estos mismos fenómenos utilizando el sistema de referencia topocéntrico, el cual permite describir, explicar y predecir los mismos fenómenos desde una perspectiva terrestre a partir de los movimientos del Sol y la Luna en el cielo. Este enfoque, poco utilizado, permite relacionar estos fenómenos astronómicos con lo que puede observarse en el cielo todos los días, simplificando su comprensión y su relación con las vivencias astronómicas cotidianas concretas (Camino, 1999). Por lo tanto, utilizando el sistema de referencia topocéntrico, los fenómenos del día y la noche y las estaciones del año pueden ser explicados a partir de la descripción del movimiento diario y anual del Sol, respectivamente, mientras que las fases lunares pueden comprenderse como una consecuencia del movimiento propio de la Luna en el cielo (Galperin, 2016).

En este trabajo se estudian los modelos mentales presentes en alumnos de nivel primario y secundario de escuelas de la ciudad de Bariloche a partir de examinar sus explicaciones acerca de los fenómenos astronómicos cotidianos. Se han clasificado las respuestas de los alumnos y se han identificado los modelos mentales, y comparado con los señalados en la bibliografía, poniendo especial énfasis en el análisis del sistema de referencia astronómico utilizado por cada alumno al elaborar dichas explicaciones.

Desarrollo

Concepciones sobre el día y la noche

Las representaciones detectadas en mayor proporción en trabajos anteriores con alumnos (Baxter, 1989; Vosniadou y Brewer, 1994; Trumper, 2001; Chiras y Valanides, 2008) sobre la causa de este fenómeno pueden clasificarse en las siguientes categorías:

- Modelo de rotación: la Tierra gira sobre su eje mientras el Sol y la Luna se encuentran en posiciones opuestas.
- Modelo de revolución: la Luna y el Sol se encuentran en posiciones opuestas y giran alrededor de la Tierra.
- Modelo de revolución terrestre: la traslación de la Tierra alrededor del Sol provoca el ciclo día/noche.
- Modelo científico heliocéntrico: el ciclo día/noche es consecuencia del movimiento de rotación terrestre.

Los modelos científicamente inapropiados (a, b y c) se encuentran representados en la Figura 1 (Galperin, 2016).

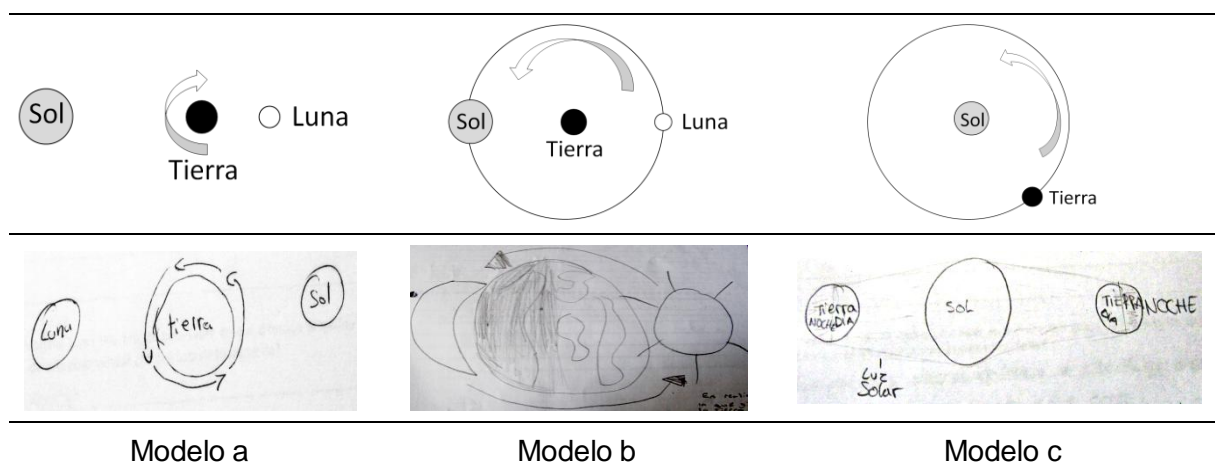


Figura 1: Modelos mentales sobre el ciclo día/noche (1ra. fila). En la 2da. fila se presentan dibujos realizados por alumnos que corresponden a las distintas categorías.

Los resultados de dichas investigaciones muestran que el fenómeno del día y la noche no es comprendido adecuadamente por una proporción importante de los alumnos, muchos de los cuales intentan explicar el fenómeno desde el sistema de referencia heliocéntrico. Por otro lado, una parte de los estudiantes suele brindar explicaciones topocéntricas, generalmente inadecuadas, lo que sugiere cierta comodidad con el uso de este sistema. Sin embargo, no parece ser tomada como válida la posibilidad de explicar el ciclo día/noche en forma topocéntrica, a partir de la presencia o ausencia del Sol en el cielo (Galperin, 2016).

Concepciones sobre las estaciones del año

Respecto a la causa de las estaciones, las representaciones detectadas en mayor proporción en trabajos anteriores con alumnos (Baxter, 1989; Schoon, 1992; Kikas, 1997; Trumper, 2001; Danaia y McKinnon, 2007) pueden clasificarse en las siguientes categorías:

- Modelo de distancia por excentricidad de la órbita (explicación no científica más común): la distancia entre la Tierra y el Sol cambia debido a la órbita elíptica de la Tierra.
- Modelo de traslación (no explica): debido al movimiento de la Tierra en su órbita.
- Modelo descriptivo (confunde causas con consecuencias): las estaciones son cambios en el ambiente (en temperatura, nubes, lluvias, vegetación, etc.).
- Modelo científico heliocéntrico: traslación de la Tierra con su eje inclinado.

Los modelos científicamente inapropiados se encuentran ejemplificados mediante dibujos realizados por alumnos en la Figura 2.

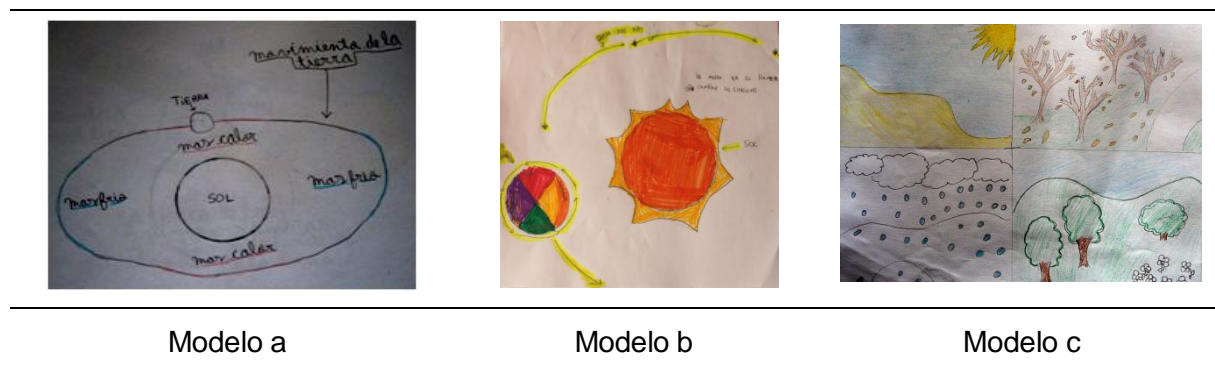


Figura 2: Dibujos realizados por alumnos que corresponden a las distintas categorías de modelos mentales sobre las estaciones del año.

Las investigaciones anteriores permiten concluir que el fenómeno de las estaciones no es comprendido adecuadamente por la mayoría de los alumnos de primaria y secundaria, siendo explicado exclusivamente desde el sistema de referencia heliocéntrico a partir del acercamiento o alejamiento entre la Tierra y el Sol, sin incluir la inclinación del eje terrestre. Esto no resulta llamativo dada la complejidad de relacionar dicha inclinación con las estaciones tal como las percibimos desde un punto de la superficie terrestre. Pese a esta complejidad, no se registran explicaciones topocéntricas del fenómeno, que puede ser explicado a partir del movimiento anual norte-sur del Sol, provocando cambios en su altura y en la cantidad de tiempo que se encuentra por encima del horizonte (Galperin, 2016). Por su parte, algunos trabajos dan cuenta de respuestas descriptivas de los alumnos sobre las estaciones (Kikas, 1997), mostrando dificultades para relacionar los cambios ambientales que se perciben durante el año con sus causas astronómicas.

Concepciones sobre las fases lunares

Los trabajos de investigación han detectado como predominante el "modelo de eclipse", sobre todo en el nivel secundario, el cual sostiene que las fases lunares se deben a que la Tierra proyecta sombra sobre la Luna (Baxter, 1989; Schoon, 1992; Trumper, 2001), como se observa en la Figura 3. Sin embargo, algunos trabajos han mostrado que la mayor parte de los alumnos no logra brindar una explicación del fenómeno, indicando muchas veces su aspecto descriptivo: dibujando las distintas formas que presenta la Luna en el cielo a lo largo de un mes (Danaia y McKinnon, 2007).

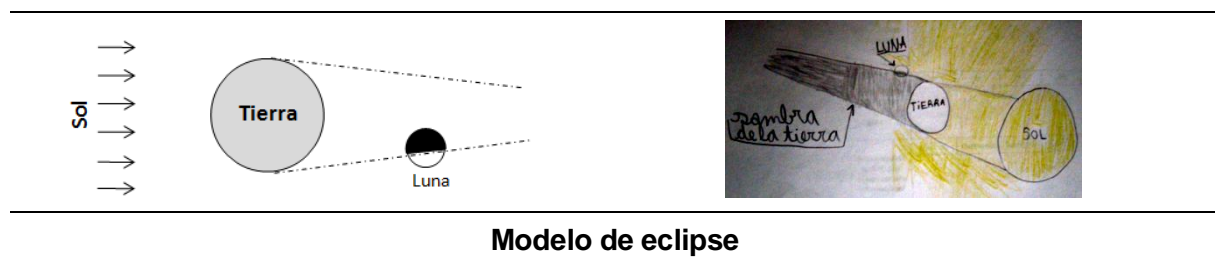


Figura 3: Esquema que representa el modelo de eclipse y dibujo de un alumno.

Las dificultades de comprensión del fenómeno parecen estar asociadas con la utilización del sistema de referencia heliocéntrico, lo cual resulta particularmente inadecuado en este caso dado que el fenómeno de las fases lunares no es visible desde el espacio exterior. A su vez, acarrea la dificultad extra de coexistir dos puntos de vista: el externo a la Tierra (heliocéntrico) con el visible desde su superficie (topocéntrico). Una alternativa sería explicar el fenómeno directamente en forma topocéntrica a partir del movimiento propio de la Luna en el cielo, el cual provoca que la Luna se observe con distintas formas pese a que siempre el Sol ilumina la mitad de su superficie (Galperin, 2016).

Metodología

Se realizó una indagación referida a las causas de los fenómenos astronómicos cotidianos con 82 alumnos de nivel primario y 44 estudiantes de secundario (N=126) de edades entre los 10 y los 16 años de la ciudad de Bariloche. La misma consistía en tres hojas en blanco con el título "Poniendo en juego nuestras ideas sobre los fenómenos celestes" y un subtítulo que hacía referencia a un determinado fenómeno: día y noche, estaciones del año y fases de la Luna. En cada hoja se planteó la pregunta: "¿Cómo explicarías el fenómeno a través de un dibujo? Podés ayudarte escribiendo un texto". Las representaciones y los textos elaborados por los estudiantes fueron clasificados en categorías de modelos mentales y analizados en función del sistema de referencia utilizado (heliocéntrico o topocéntrico) con el fin de elaborar conclusiones.

Resultados

Para llevar a cabo el análisis de los dibujos y explicaciones de los estudiantes se tuvieron en cuenta algunas de las categorías de modelos sobre los fenómenos estudiados propuestas en los trabajos de investigación ya citados y los resultados de las mismas indagaciones.

El día y la noche

A partir de las respuestas de los estudiantes se definieron cuatro categorías de modelos mentales sobre la causa del día y la noche, siendo $M_{D/N-1}$ acorde al conocimiento científico:

$M_{D/N-1}$ - Modelo científico heliocéntrico: rotación de la Tierra en el espacio (sin Luna).

$M_{D/N-2}$ - Modelo de rotación: rotación de la Tierra en el espacio con el Sol y la Luna opuestos.

$M_{D/N-3}$ - Modelo de alternancia: presencia del Sol durante el día y de la Luna de noche.

En la Figura 4 se brindan ejemplos de dibujos y explicaciones de estudiantes cuyos modelos mentales han sido asignados a algunas de estas categorías.

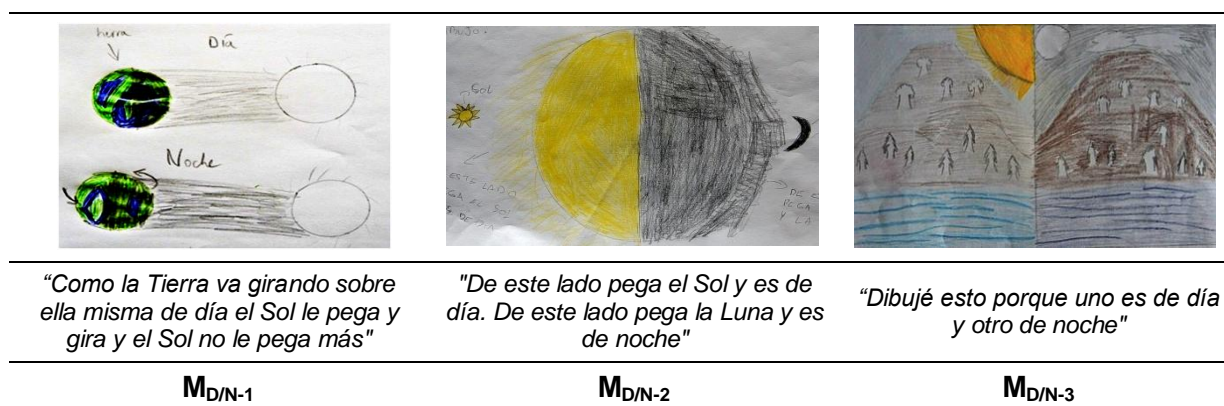


Figura 4: Explicaciones escritas y pictóricas sobre el día y la noche como ejemplo de las categorías de modelos en las que han sido asignadas.

Como se muestra en la Figura 5, donde se diferencian los resultados hallados por nivel educativo, el 14,6% de los alumnos de nivel primario y el 25% de los alumnos de nivel medio brinda una explicación heliocéntrica científicamente adecuada del fenómeno a partir del movimiento de rotación de la Tierra sobre su eje ($M_{D/N-1}$). A su vez, un 31,7% de los estudiantes de primaria y un 15,9% de los de nivel medio asocian el fenómeno con la rotación terrestre, aunque incluyen a la Luna en la explicación, colocándola en posición opuesta al Sol ($M_{D/N-2}$). Algo similar sucede con el 29,3% de alumnos de primaria y el 34,1% de secundaria que explican inadecuadamente el ciclo día/noche desde el punto de vista topocéntrico, asociando al Sol con el día y a la Luna con la noche. Por último, un 25% de los estudiantes brinda otras explicaciones inadecuadas, entre las que destaca la que asocia el fenómeno del día y la noche con la traslación de la Tierra alrededor del Sol (6,1%).

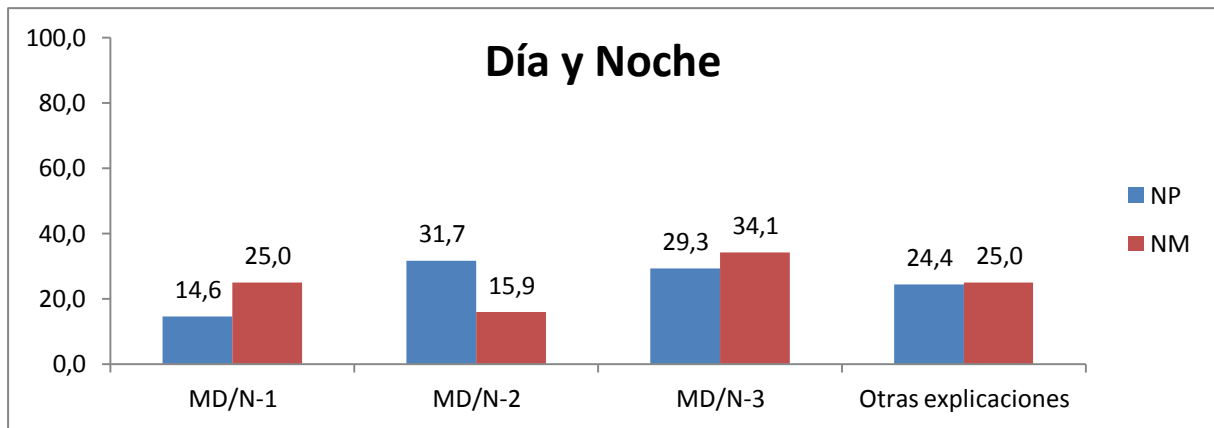


Figura 5: Porcentaje de respuestas por categorías y por niveles educativos para el fenómeno del día y la noche.

Como puede observarse, un fenómeno muy cotidiano como el día y la noche es explicado por un porcentaje relativamente bajo de los alumnos indagados, haciéndolo exclusivamente desde el sistema de referencia heliocéntrico. En este sentido, sólo una cuarta parte de los alumnos de nivel medio (16 años de edad promedio) brinda una explicación adecuada del fenómeno. Vale aclarar que, pese a que la Luna está presente muchas noches al mes, no debe incluirse al explicar el ciclo día/noche ya que no guarda relación con este fenómeno.

Las estaciones del año

A partir de las respuestas obtenidas, y de investigaciones anteriores, se definieron cuatro categorías de modelos mentales, siendo M_{EA-3} acorde al conocimiento científico:

M_{EA-1} - Modelo de distancia variable: la Tierra cambia su distancia al Sol al trasladarse.

M_{EA-2} - Modelo de traslación (no explica): la traslación de la Tierra provoca las estaciones.

M_{EA-3} - Modelo científico heliocéntrico: traslación de la Tierra e inclinación del eje.

M_{EA-4} - Modelo de cambios ambientales: las estaciones se deben a cambios en el paisaje terrestre (nieve, caída de hojas, lluvias, viento, presencia del Sol, etc).

En la Figura 6 se brindan ejemplos de dibujos y explicaciones de estudiantes cuyos modelos mentales han sido asignados a algunas de estas categorías.

Como se muestra en la Figura 7, un porcentaje muy bajo de los alumnos (aprox. 3%) pudo brindar una explicación adecuada del fenómeno de las estaciones (M_{EA-3}). En cambio, más de la mitad de los estudiantes realizó dibujos que muestran cuestiones ambientales (nieve, árboles sin hojas, etc) sin indicar sus causas (M_{EA-4}). A su vez, un 18,2% de los estudiantes secundarios y un 7,3% de los de primaria asociaron inadecuadamente las estaciones con la variación de la distancia Tierra-Sol (M_{EA-1}). No se observan diferencias sustanciales entre las representaciones de los alumnos de primaria con las de los de secundaria.

el 67,1% de los alumnos de primaria y el 52,3% de los de secundaria sólo dibujan algunas lunas en diferentes fases sin indicar su causa, mientras que no brinda ninguna respuesta un gran porcentaje de alumnos de nivel medio (27,3%). Por su parte, alrededor de un 10% de los estudiantes sostiene que las fases se deben al Sol iluminando una mayor o menor proporción de la Luna (M_{FL-1}) y aproximadamente un 5% propone el modelo de "eclipse" por el cual las fases se deben a la Tierra proyectando sombra sobre la Luna (M_{FL-3}). Por último, un 4,9% de los alumnos de nivel primario y un 2,3% de los de nivel medio asocian las fases con la revolución lunar sin brindar una explicación del fenómeno (M_{FL-2}). No se observan diferencias sustanciales en la comprensión del fenómeno al comparar las respuestas de los alumnos de primaria con los de secundaria.



Figura 8: Explicaciones escritas y pictóricas sobre las fases lunares como ejemplo de las categorías de modelos en las que han sido asignadas.

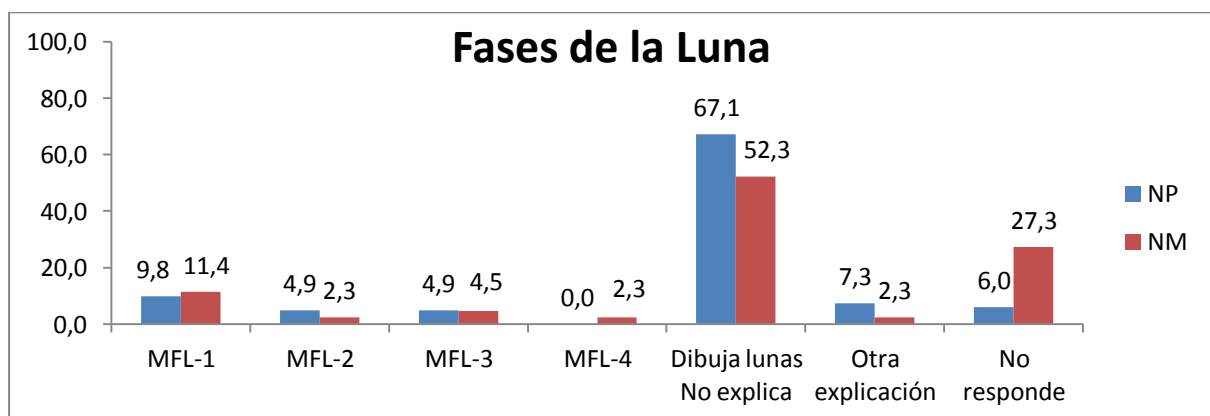


Figura 9: Porcentaje de respuestas de estudiantes asignados a cada categoría de modelos sobre las fases.

Reflexiones Finales

Los resultados hallados indican que la mayoría de los estudiantes de la muestra analizada no logra explicar adecuadamente el ciclo día/noche, las estaciones del año y las fases lunares, siendo estos dos últimos fenómenos incomprensidos por casi todos los alumnos.

Pese a que en relación al día y la noche existe un mayor porcentaje de alumnos de nivel medio que comprenden el fenómeno, los resultados revelan que no existen diferencias relevantes entre los conocimientos de alumnos de 7mo. grado con los de 4to. año de secundaria, lo que indica la necesidad desarrollar estos contenidos en los niveles educativos más altos. Estas dificultades detectadas pueden tener su origen en la utilización preponderante de explicaciones heliocéntricas, con su correspondiente complejidad, por lo cual el sistema de referencia topocéntrico se presenta como una alternativa viable para brindar explicaciones más sencillas y con gran relación con el entorno cercano.

Referencias bibliográficas

- Baxter, J. (1989). Children's understanding of familiar astronomical events. *International Journal of Science Education*, 11(5), 502-513.
- Camino, N. (1995). Ideas previas y cambio conceptual en astronomía. Un estudio con maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la Luna. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(1), 81-96.
- Camino, N. (1999). Sobre la didáctica de la astronomía y su inserción en EGB. En Kaufman, M. y Fumagalli L. (comps.), *Enseñar ciencias naturales*, 143-173. Buenos Aires: Paidós.
- Chiras, A. y Valanides, N. (2008). Day/night Cycle: Mental Models of Primary School Children. *Science Education International*, 19(1), 65-83.
- Danaia, L. y McKinnon, D. (2007). Common alternative astronomical conceptions encountered in junior secondary science classes: Why is this so? *Astronomy Education Review*, 6(2), 32-53.
- Galperin, D. (2016). *Sistemas de referencia y enseñanza de las ciencias: el caso de los fenómenos astronómicos cotidianos* (Tesis doctoral). Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas, Tandil, Argentina.
- Galperin, D. y Raviolo, A. (2015). Argentinean students' and teachers' conceptions of day and night: an analysis in relation to astronomical reference systems. *Science Education International*, 26(2), 126-147.
- Johnson-Laird, P. (1983). *Mental models*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kikas, E. (1997). The impact of teaching on students's explanations of astronomical phenomena. *Psychology of Language and Communication*, 1(2), 45-52.
- Posner, G., Strike, K., Hewson, P. y Gertzog, W. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227.
- Schoon, K. (1992). Students alternative conceptions of Earth and space. *Journal of Geological Education*, 40, 209-214.
- Trumper, R. (2001). Assessing students' basic astronomy conceptions from junior high school through university. *Australian Science Teachers Journal*, 47(1), 21-31.
- Vega Navarro, A. (2007). Ideas, conocimientos y teorías de niños y adultos sobre las relaciones Sol-Tierra-Luna. Estado actual de las investigaciones. *Revista de Educación*, 342, 475-500.
- Vosniadou, S. y Brewer, W. (1994). Mental models of the day/night cycle. *Cognitive Science*, 18, 123-183.