

# CONCEPCIONES DE DOCENTES SOBRE LAS CAUSAS DE LOS FENÓMENOS ASTRONÓMICOS COTIDIANOS

**Diego Galperin, Liliana Prieto y Leonardo Heredia**

Universidad Nacional de Río Negro, Instituto de Formación Docente Continua de El Bolsón e  
Instituto de Educación Superior Nro. 813

dgalperin@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, docentes, astronomía, día y noche, estaciones, fases**

## **Resumen**

Este trabajo examina las concepciones acerca de las causas del día y la noche, las estaciones del año y las fases lunares que poseen docentes en actividad de nivel primario y secundario de la región patagónica que participaron de un curso de capacitación sobre la temática. Se llevó a cabo una indagación basada en dibujos y explicaciones con el fin de analizar si la bibliografía existente sobre concepciones alternativas sobre dichos fenómenos es representativa de las nociones presentes en docentes de la zona. Los resultados indican una escasa comprensión de los fenómenos y la presencia de algunas concepciones similares a las detectadas en estudiantes. Se realiza un análisis crítico de la utilización mayoritaria del sistema de referencia heliocéntrico en detrimento de la posibilidad de explicar estos mismos fenómenos en forma topocéntrica.

## **Introducción**

El estudio de las ideas de los niños acerca de los fenómenos astronómicos cotidianos tuvo su auge a finales de los años 80 con la indagación de las “concepciones alternativas” de los estudiantes, las cuales difieren del conocimiento científico (Posner et al., 1982).

Otra perspectiva sobre el modo en que los sujetos construyen su conocimiento fue la noción de modelos mentales (Johnson-Laird, 1983), concebidos como modelos de trabajo en la mente del sujeto, los cuales permiten describir, explicar y predecir eventos. A partir de allí,

diversas investigaciones dieron cuenta de los modelos mentales que utilizan alumnos y docentes al intentar explicar los fenómenos del día y la noche, las estaciones del año y las fases lunares, detectando una gran cantidad de modelos explicativos inadecuados desde el punto de vista científico (Vega Navarro, 2007). A su vez, un análisis de esta bibliografía evidencia una preponderancia de investigaciones basadas en el uso implícito del sistema de referencia heliocéntrico, el cual brinda explicaciones a partir de los movimientos de los astros en el espacio como si fuera el único posible para dar cuenta de estos fenómenos (Galperin y Raviolo, 2014). En cambio, ha sido poco explorada la posibilidad de explicar estos fenómenos utilizando el sistema de referencia topocéntrico, centrado en un punto de la superficie terrestre, el cual permite describir, explicar y predecir dichos fenómenos y, a su vez, relacionarlos con lo que puede observarse en el cielo todos los días, simplificando su comprensión y su relación con las vivencias astronómicas cotidianas (Camino, 1999; Galperin, 2011). Desde este sistema de referencia, 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 examinan las concepciones de docentes en actividad sobre los fenómenos astronómicos cotidianos y se las analiza a partir del sistema de referencia astronómico implícitamente utilizado para elaborar sus explicaciones.

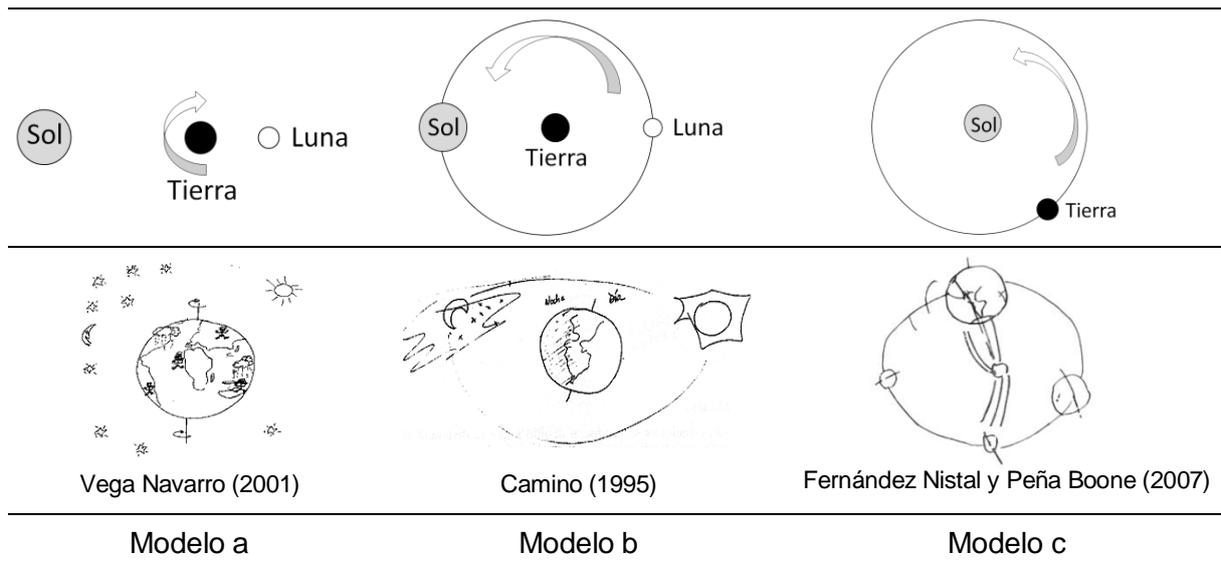
## **Desarrollo**

### **Concepciones sobre el día y la noche**

Las representaciones detectadas en mayor proporción en trabajos anteriores con docentes (Camino, 1995; Vega Navarro, 2001; Fernández Nistal y Peña Boone, 2007) sobre la causa de este fenómeno pueden clasificarse en las siguientes categorías:

- a. Modelo de rotación: la Tierra gira sobre su eje mientras el Sol y la Luna se encuentran en posiciones opuestas.
- b. Modelo de revolución: la Luna y el Sol se encuentran en posiciones opuestas y giran alrededor de la Tierra.
- c. Modelo de revolución terrestre: la traslación de la Tierra alrededor del Sol provoca el ciclo día/noche.
- d. 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 docentes en actividad en investigaciones anteriores.

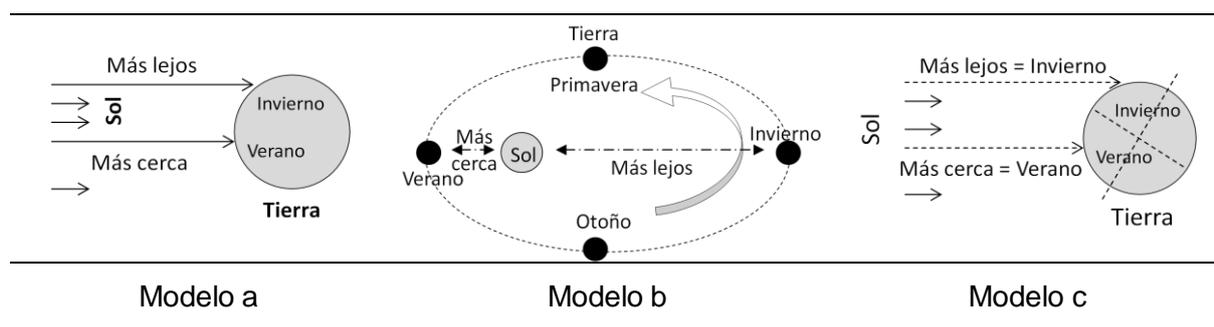
Los resultados de estas investigaciones permiten concluir que el fenómeno del día y la noche no es comprendido adecuadamente por una proporción importante de docentes, siendo explicado casi exclusivamente desde el sistema de referencia heliocéntrico. Esto sugiere que este tipo de conceptualización resulta ser más compleja de lo habitualmente se piensa (Chiras y Valanides, 2008). Pese a dicha complejidad, estos trabajos no detectan explicaciones topocéntricas del día y la noche, el cual podría explicarse sencillamente a partir del movimiento diario del Sol en el cielo: es de día cuando el Sol se encuentra por encima del horizonte y de noche cuando se encuentra por debajo (Galperin, 2016).

### Concepciones sobre las estaciones del año

La mayor parte de las investigaciones detectan la idea predominante de que las estaciones del año se deben a la distancia variable entre la Tierra y el Sol, aunque existen distintos modelos para explicar este cambio en la distancia (Parker y Heywood, 1998; Camino, 1995; Fernández Nistal y Peña Boone, 2007):

- Modelo de distancia variable por curvatura terrestre: la forma de la Tierra causa que algunos puntos queden más cerca del Sol y otros más lejos.
- Modelo de distancia por excentricidad de la órbita (explicación no científica más común): nuestro planeta se traslada en una órbita elíptica de gran excentricidad, lo que provoca que cambie la distancia entre la Tierra y el Sol.
- Modelo de distancia variable por inclinación del eje terrestre: esta inclinación provoca que una persona esté más cerca o más lejos del Sol según en qué posición de la Tierra se encuentre.

Estos modelos científicamente inapropiados se encuentran representados en la Figura 2.

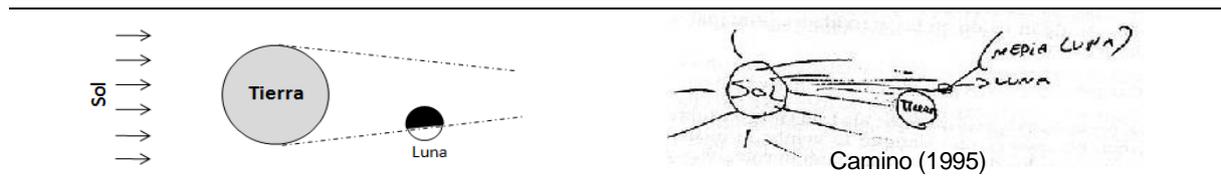


**Figura 2:** Esquemas que representan los modelos detectados en docentes para explicar las estaciones del año a partir de la variación de la distancia al Sol (Galperin, 2016).

Las investigaciones permiten concluir que el fenómeno de las estaciones no es comprendido adecuadamente por la mayoría de los docentes, siendo explicado exclusivamente desde el sistema de referencia heliocéntrico y sin tener en cuenta la inclinación del eje terrestre. Esto no es llamativo dado que resulta complejo poder relacionar esta inclinación con la cantidad de radiación recibida por unidad de superficie y con su variación anual. Dicha explicación requiere posicionarse imaginariamente fuera de la Tierra para “observar” el movimiento de nuestro planeta con el eje inclinado y, al mismo tiempo, analizar las consecuencias en la altura y en la trayectoria que sigue el Sol en el cielo visto desde un punto de la Tierra. Pese a esta complejidad, no se registran explicaciones topocéntricas del fenómeno, el cual puede ser explicado en forma sencilla a partir del movimiento anual del Sol: este desplazamiento norte-sur en el cielo modifica su trayectoria diaria, lo que provoca cambios en su altura y en la cantidad de tiempo que se encuentra por encima del horizonte (Galperin, 2016).

### Concepciones sobre las fases lunares

En una gran mayoría, los trabajos de investigación han detectado como predominante el "modelo de eclipse", el cual sostiene que las fases lunares se deben a que la Tierra proyecta sombra sobre la Luna (Parker y Heywood, 1998; Camino, 1995; Fernández Nistal y Peña Boone, 2007), tal como se encuentra representado en la Figura 3. A su vez, la mayoría de las personas no logran elaborar una explicación acerca del fenómeno, indicando el mismo meramente a través de su aspecto descriptivo: dibujando las distintas formas que presenta nuestro satélite desde la superficie terrestre a lo largo de un mes.



### Modelo de eclipse

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

Las dificultades detectadas parecen estar asociadas a la complejidad que posee la explicación de las fases lunares desde el sistema de referencia heliocéntrico, la cual demanda conocimientos anteriores y requiere habilidades visoespaciales para su comprensión al tener que superponer dos puntos de vista: el externo a la Tierra con el visible desde su superficie (Bayraktar, 2009). Otra posibilidad más sencilla sería explicar el fenómeno en forma topocéntrica a partir del movimiento propio de la Luna en el cielo: al desplazarse en el cielo de un día al otro, la Luna se observa desde la Tierra de distintas formas pese a que siempre se encuentra iluminada por la mitad por el Sol (Galperin, 2016).

### Metodología

Se realizó una indagación con 30 docentes (16 de nivel primario y 14 de nivel medio) de la zona de El Bolsón y Bariloche, provincia de Río Negro, quienes se encontraban comenzando un curso de capacitación en relación a la enseñanza de la Astronomía. Se entregaron tres hojas en blanco con el título “Poniendo en juego nuestras ideas sobre los fenómenos celestes” y un subtítulo relacionado con un determinado fenómeno astronómico: 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 docentes 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 dadas por los docentes se tuvieron en cuenta algunas de las categorías de modelos mentales, sobre los fenómenos del día y la noche, las estaciones del año y las fases de la Luna, propuestas en los trabajos de investigación detallados anteriormente.

### El día y la noche

A partir de las respuestas se definieron cuatro categorías de modelos mentales sobre la causa del día y la noche, siendo  $M_{D/N-1}$  y  $M_{D/N-4}$  acordes 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.

$M_{D/N-4}$  - Modelo científico topocéntrico: presencia o ausencia del Sol en el cielo.

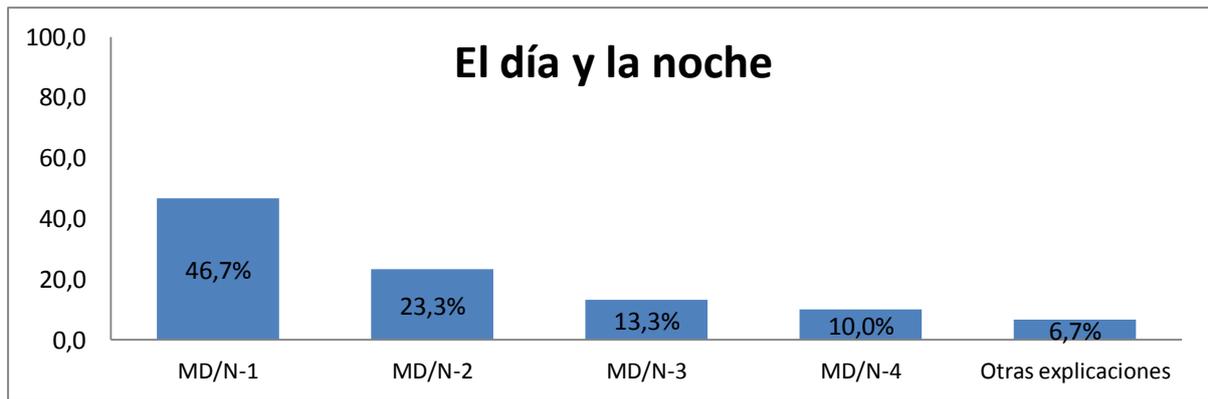
En la Figura 4 se brindan ejemplos de dibujos y explicaciones de docentes cuyos modelos mentales han sido asignados a algunas de estas categorías.



**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, la mayoría de los docentes brindaron explicaciones heliocéntricas, aunque una parte de ellas no son acordes al conocimiento científico. En este sentido, un 46,7% explicó adecuadamente el día y la noche a partir de la rotación de nuestro planeta en el espacio ( $M_{D/N-1}$ ), mientras que un 23,3% incluyó inadecuadamente a la Luna en esta explicación colocándola en posición opuesta al Sol ( $M_{D/N-2}$ ). Es probable que este último grupo proponga este tipo de explicaciones debido a una idea muy común presente en personas de todas las edades: que la Luna se encuentra en el cielo todas las noches. Lo mismo puede haber sucedido con el 13,3% de docentes que explicaron el fenómeno a partir de lo que se observa desde la superficie terrestre y que incluyeron a la Luna como parte del cielo nocturno ( $M_{D/N-3}$ ), mientras que sólo un 10% representó adecuadamente el cielo diurno con el Sol y el cielo nocturno con las estrellas ( $M_{D/N-4}$ ). A su vez, un 6,7% de los docentes brindó otras explicaciones que no pueden ser incluidas dentro de las categorías anteriores.

En conclusión, sólo un 56,7% de los docentes del grupo pudo brindar una explicación adecuada sobre el fenómeno del día y la noche, siendo mayoritaria la utilización del sistema de referencia heliocéntrico. Vale aclarar que, pese a que la presencia de la Luna en el cielo nocturno es correcta muchos días al mes, no resulta adecuado incluirla cuando se desea explicar el día y la noche ya que dicho astro no guarda relación con este fenómeno.



**Figura 5:** Porcentaje de docentes asignados a cada categoría de modelos sobre día/noche.

### Las estaciones del año

A partir de las respuestas de los docentes sobre el fenómeno de las estaciones se definieron cuatro categorías de modelos mentales, siendo  $M_{EA-3}$  acorde al conocimiento científico:

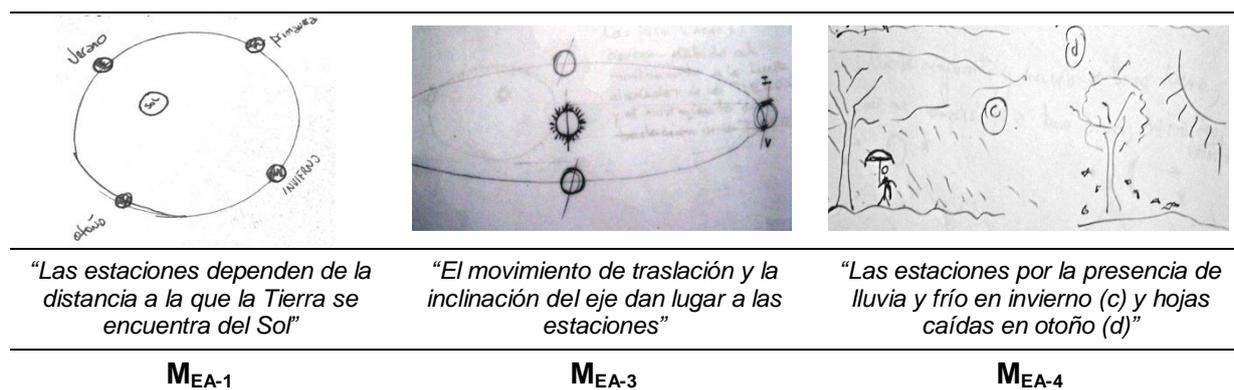
$M_{EA-1}$  - Modelo de distancia variable (órbita elíptica): la Tierra se acerca o se aleja del Sol al moverse en su órbita.

$M_{EA-2}$  - Modelo de traslación: el movimiento de la Tierra en su órbita 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).

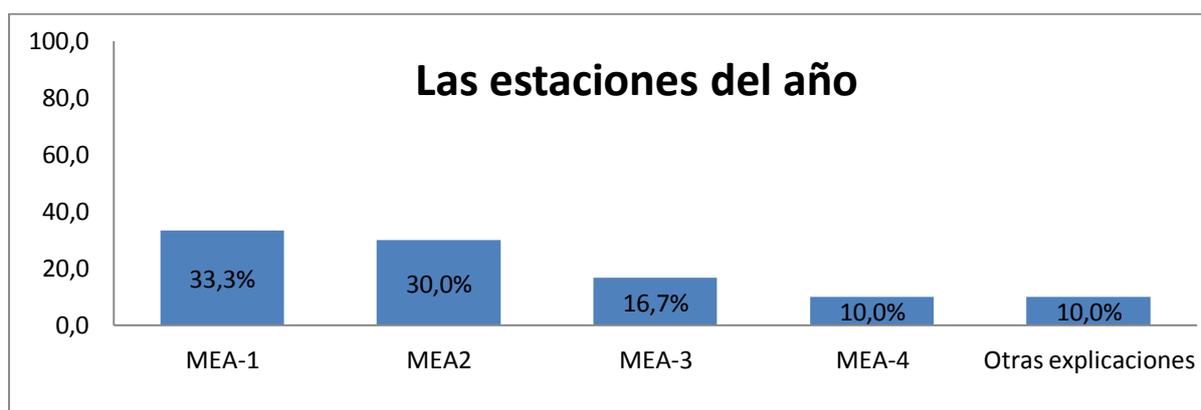
En la Figura 6 se brindan ejemplos de dibujos y explicaciones de docentes cuyos modelos mentales han sido asignados a algunas de estas categorías.



**Figura 6:** Explicaciones escritas y pictóricas sobre las estaciones del año como ejemplo de las categorías de modelos en las que han sido asignadas.

Como se muestra en la Figura 7, la mayoría de los docentes brindaron explicaciones heliocéntricas, aunque la mayor parte de ellas no son acordes al conocimiento científico. En este sentido, sólo un 16,7% explicó adecuadamente las estaciones del año a partir de la traslación de nuestro planeta alrededor del Sol con su eje siempre inclinado ( $M_{EA-3}$ ). En

cambio, un 33,3% sostuvo inadecuadamente la idea común que asocia las estaciones con la variación de la distancia Tierra-Sol debido a que la órbita es elíptica ( $M_{EA-1}$ ) y otro 30% asoció a las estaciones solamente con la traslación de la Tierra sin indicar nada más ( $M_{EA-2}$ ). Por su parte, un 10% de los docentes presentó dibujos que muestran los cambios en el paisaje durante las distintas estaciones sin indicar la causa de los mismos ( $M_{EA-4}$ ), de modo similar a lo que suelen realizar alumnos de nivel primario (Galperin, 2016). Por último, un 10% de los docentes brindó otras explicaciones, diversas y confusas, las cuales no pueden ser incluidas dentro de las categorías anteriores.



**Figura 7:** Porcentaje de docentes asignados a cada categoría de modelos sobre estaciones.

En conclusión, sólo un 16,7% de los docentes del grupo pudo brindar una explicación científicamente adecuada sobre el fenómeno de las estaciones y, al igual que con el día y la noche, la mayoría optó por utilizar el sistema de referencia heliocéntrico.

### Las fases de la Luna

A partir de las respuestas de los docentes sobre las fases de la Luna se definieron cuatro categorías de modelos mentales, siendo  $M_{FL-3}$  acorde al conocimiento científico:

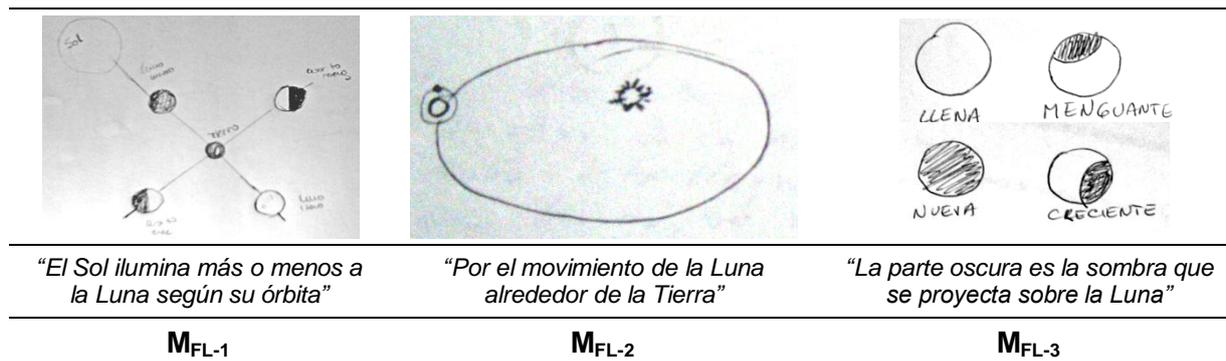
$M_{FL-1}$  - Modelo de ángulo de incidencia: el Sol ilumina una parte mayor o menor de la Luna, la cual presenta fases al ser observada desde el espacio.

$M_{FL-2}$  - Modelo de revolución: el movimiento orbital de la Luna provoca las fases (no explica).

$M_{FL-3}$  - Modelo de eclipse: la Tierra da sombra a una parte de la Luna.

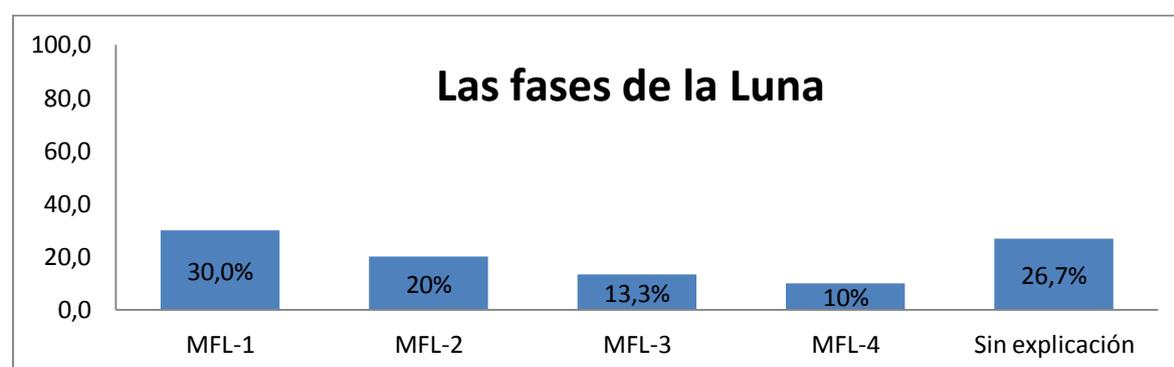
$M_{FL-4}$  - Modelo científico heliocéntrico: la Luna se ve distinta desde la Tierra al cambiar de posición en su órbita. Siempre está iluminada por la mitad por el Sol.

En la Figura 8 se brindan ejemplos de dibujos y explicaciones de docentes cuyos modelos mentales han sido asignados a algunas de estas categorías.



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

Como se muestra en la Figura 9, todos los docentes brindaron explicaciones heliocéntricas, aunque la mayor parte de ellas no son acordes al conocimiento científico. Sólo un 10% explicó adecuadamente el fenómeno indicando que la Luna se encuentra siempre iluminada por la mitad mientras gira alrededor de la Tierra (M<sub>FL-4</sub>). En cambio, un 30% sostuvo que la revolución provoca las fases porque el Sol ilumina un porcentaje distinto de la Luna (M<sub>FL-1</sub>) y un 20% no explicó la relación de este movimiento con la razón por la cual la Luna va cambiando su forma (M<sub>FL-2</sub>). Por su parte, un 13,3% de los docentes propone el modelo de eclipse, que sostiene que la Tierra obstruye la llegada de la luz del Sol hacia la Luna (M<sub>FL-3</sub>). Por último, un 26,7% de los docentes no logra dar una explicación del fenómeno.



**Figura 9:** Porcentaje de docentes asignados a cada categoría de modelos sobre las fases.

En conclusión, sólo un 10% de los docentes pudo brindar una explicación científicamente adecuada sobre las fases lunares, optando por utilizar el sistema de referencia heliocéntrico.

### Reflexiones Finales

Este trabajo muestra que la mayoría de los docentes del grupo no explica adecuadamente los fenómenos del día y la noche, las estaciones del año y las fases lunares, siendo estos dos últimos los fenómenos menos comprendidos. A su vez, la mayor parte de los docentes

utilizan implícitamente el sistema de referencia heliocéntrico, dejando de lado la posibilidad de brindar explicaciones topocéntricas correctas desde el punto de vista científico, las cuales poseen mayor sencillez y gran relación con el entorno cercano (Galperin, 2016).

Los resultados alcanzados indican la necesidad de fortalecer los conocimientos disciplinares de los docentes acerca de los fenómenos astronómicos cotidianos, lo cual podría lograrse a partir de otras alternativas diferentes a la tradicional que no ha tenido éxito, como la utilización didáctica del sistema de referencia topocéntrico.

## Referencias bibliográficas

Bayraktar, S. (2009). Pre-service Primary Teachers' Ideas about Lunar Phases. *Journal of Turkish Science Education*, 6(2), 12-23.

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.

Fernández Nistal, M. y Peña Boone, S. (2007). Concepciones de maestros de primaria sobre el día y la noche y las estaciones del año. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos. Para la Construcción del Saber*, 37(3-4), 189-220.

Galperin, D. (2011). Propuestas didácticas para la enseñanza de la Astronomía. En Insaurralde, M. (coord.), *Ciencias Naturales. Líneas de acción didáctica y perspectivas epistemológicas*, 189-229. Buenos Aires: Novedades Educativas.

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. (2014). Sistemas de referencia en la enseñanza de la Astronomía. Un análisis a partir de una revisión bibliográfica. *Latin American Journal of Physics Education*, 8(1), 136-148.

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.

Parker, J. y Heywood, D. (1998). The earth and beyond: developing of primary teachers' understanding of basical astronomical events. *International Journal of Science Education*, 20(5), 503-520.

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.

Vega Navarro, A. (2001). Tenerife tiene seguro de Sol (y de Luna): Representaciones del profesorado de primaria acerca del día y la noche. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(1), 31-44.

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.