

El abordaje topocéntrico de los fenómenos astronómicos cotidianos. Resultados de una propuesta didáctica con docentes

Diego Galperin⁽¹⁾, Marcelo Álvarez⁽¹⁾ y Liliana Prieto⁽²⁾

¹ Sede Andina, Universidad Nacional de Río Negro. Villegas 147, Bariloche, Río Negro.

² Proyecto “Miradas al cielo”, IFDC El Bolsón. Río Negro.

¹ dgalperin@unrn.edu.ar, ¹maalvarez@unrn.edu.ar, ²osiriselbolson@gmail.com

Resumen

Las investigaciones sobre la enseñanza y el aprendizaje de los fenómenos astronómicos cotidianos (día/noche, estaciones y fases lunares) ponen en evidencia que una gran proporción de estudiantes y docentes de los distintos niveles educativos poseen dificultades para la comprensión adecuada de los mismos. Una posible causa radica en que la mayoría de los textos educativos y de las investigaciones plantean explicaciones en las cuales se describen los movimientos de los astros desde un sistema de referencia situado afuera de la Tierra, lo cual requiere ciertas habilidades visoespaciales. Aquí se analiza la factibilidad de enseñar adecuadamente dichos fenómenos a partir de la utilización del sistema de referencia topocéntrico, centrado en un punto de la superficie terrestre, lo que implica no tener que “salir” imaginariamente de nuestro planeta para “ver” el movimiento de los astros. Se presentan los resultados obtenidos durante la implementación de una propuesta de enseñanza topocéntrica en un curso de capacitación para docentes, los cuales indican una evolución favorable de las ideas de los participantes y una mejora en el vínculo con la observación y la comprensión de nuestro entorno celeste.

Palabras clave: enseñanza, astronomía, sistema topocéntrico, propuesta didáctica, docentes

Problemática

La enseñanza de los fenómenos astronómicos cotidianos (día y noche, estaciones del año y fases de la Luna), y la investigación en el área, se encuentran signadas por la utilización preponderante del sistema de referencia heliocéntrico, en el que los estudiantes deben posicionarse “imaginariamente” en el espacio exterior para inferir el movimiento de los astros y para explicar los fenómenos celestes a partir de ellos (Galperin y Raviolo, 2014). Esta puede ser una de las causas por las cuales la mayoría de las personas no puedan indicar cuestiones básicas relacionadas con el movimiento de los astros en el cielo: cómo se desplaza el Sol durante el día, si cambia su lugar de salida durante el año, si la Luna está o no todas las noches, si cambia su posición de un día al otro, etc. Por otro lado, estas propuestas “heliocéntricas” involucran una determinada complejidad conceptual y requieren de ciertas habilidades visoespaciales (Callison y Wright, 1993; Bayraktar, 2009). A su vez, pese a la gran cantidad de propuestas didácticas publicadas para la enseñanza del ciclo día/noche, las estaciones y las fases lunares, las investigaciones muestran que estos fenómenos son comprendidos por una proporción escasa de alumnos de todos los niveles educativos, e incluso de docentes (Baxter, 1989; Schoon, 1992; Vosniadou y Brewer, 1994; Atwood y Atwood, 1995; Camino, 1995; Trumper, 2001; Kikas, 2004; Danaia y McKinnon, 2007; Chiras y Valanides, 2008; Plummer, 2008; Bayraktar, 2009; Galperin y Raviolo, 2015; Álvarez, Galperin y Quinteros, 2018; Galperin, Prieto y Heredia, 2018). Por otra parte, se han detectado una gran cantidad de errores conceptuales y didácticos en las imágenes de libros de texto presentes en las escuelas argentinas (Galperin y Raviolo, 2017). Estos resultados sugieren la necesidad de considerar un método alternativo para lograr una enseñanza efectiva de los fenómenos astronómicos cotidianos.

En este trabajo se discuten los fundamentos teóricos que permiten sustentar y validar la enseñanza de los fenómenos astronómicos cotidianos a partir de la utilización didáctica del sistema de referencia topocéntrico, el cual se encuentra centrado en un punto de la superficie terrestre. Esto permite que dichos fenómenos puedan ser descriptos y explicados en forma adecuada posicionando al alumno como centro de sus propios aprendizajes, lo que hace posible vincular sus percepciones directas del cielo con los fenómenos que ocurren a diario a su alrededor (Camino, 1999; Galperin, 2011). A su vez, se presentan los resultados de un proceso de implementación de una secuencia didáctica topocéntrica en el marco de

un curso de perfeccionamiento para docentes. La comparación entre las concepciones iniciales y finales de los participantes permite concluir que la propuesta resulta eficaz para lograr una mejora en la comprensión de los fenómenos astronómicos cotidianos.

Marco teórico

La elección del sistema de referencia

El concepto de sistema de referencia es trascendental para analizar cualquier fenómeno físico ya que constituye un sistema de convenciones que se utiliza con el fin de poder medir y precisar la posición y otras magnitudes físicas de un objeto. Dado que el sistema de referencia puede ser elegido arbitrariamente, la descripción del movimiento de un cuerpo será diferente en función de la elección que se realice: un mismo cuerpo seguirá diferentes trayectorias en los distintos sistemas y, por lo tanto, los fenómenos físicos no ocurren igual en todos los sistemas. En consecuencia, cobra relevancia el proceso de decisión acerca de cuál sistema de referencia elegir con el fin de lograr que los fenómenos de la naturaleza aparezcan en él de la forma más simple (Landau, Ajeizer y Lifshitz, 1973).

Sistemas de referencia astronómicos

Pese a que siempre se intenta elegir un sistema de referencia que sea inercial, en el caso de los fenómenos astronómicos esto será imposible ya que nuestro planeta posee aceleraciones debido a su rotación y a la existencia de interacciones entre la Tierra y el Sol, y entre la Tierra y los otros planetas. Lo mismo sucede con el Sol y sus interacciones con otros cuerpos de la galaxia, lo que hace que tampoco sea posible considerar al centro del Sol como origen de un sistema estrictamente inercial. Por otra parte, las enormes dimensiones que presenta el universo provocan la ficticia sensación de que los cuerpos celestes se ubican a distancias similares de la Tierra y, en consecuencia, la posición de un astro suele indicarse en función de la dirección espacial hacia la que debe apuntar sus ojos un observador terrestre. Por ello se utiliza el concepto de “esfera celeste”, sobre la que se proyectan todos los astros con el fin de estudiar sus desplazamientos (Berrocoso, Ramírez, Enriquez-Salamanca y Pérez-Peña, 2003).

En función del origen de la esfera celeste es posible definir distintos sistemas de referencia:

- a) Sistema topocéntrico: centrado en un punto de la superficie terrestre.

- b) Sistema geocéntrico: centrado en el centro de masas de la Tierra.
- c) Sistema heliocéntrico: centrado en el centro de masas del Sistema Solar.

A su vez, para indicar la posición de un astro habrá que fijar, además del origen del sistema, un plano fundamental de referencia que pase por el centro de la esfera y que permita definir las coordenadas a utilizar. Combinando distintos orígenes y planos de referencia se pueden obtener distintos sistemas de coordenadas, algunos de los cuales se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Características de tres sistemas de coordenadas astronómicas (Berrocoso et al., 2003).

| Origen | Centro de la esfera celeste | Nombre del sistema | Plano fundamental | Coordenadas |
|---------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Topocéntrico | Punto sobre la superficie terrestre | Horizontal o altacimutal | Horizonte del observador | Acimut y altura |
| Geocéntrico | Centro de masas de la Tierra | Ecuatorial absoluto | Ecuador celeste | Ascensión recta y declinación |
| Heliocéntrico | Centro de masas del Sistema Solar | Eclíptico heliocéntrico | Eclíptica | Longitud y latitud heliocéntricas |

El sistema de referencia topocéntrico horizontal posee su origen sobre un punto determinado de la superficie terrestre, donde generalmente se ubica el observador, lo que le da un carácter netamente local. El plano fundamental de referencia es el horizonte del lugar (el plano tangente a la Tierra en el lugar de observación) y las coordenadas horizontales de un punto sobre la esfera celeste son el acimut y la altura. El acimut es el ángulo horizontal que se mide en sentido horario desde el norte y la altura se mide angularmente desde el plano del horizonte local (Figura 1).

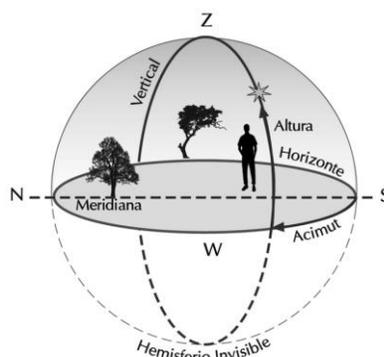


Figura 1. Coordenadas horizontales de un punto sobre la esfera celeste (Rojas Peña, 2010, p. 18).

Este sistema de coordenadas posee la ventaja de representar el aspecto del cielo que puede percibir un observador desde un punto determinado de la superficie terrestre. A su vez, es accesible a las vivencias cotidianas y a la experimentación física dado que tanto el plano horizontal como la dirección vertical son fácilmente identificables y perceptibles mediante el uso de un nivel y una plomada. A su vez, la determinación de la dirección norte puede ser realizada mediante el análisis de la disposición simétrica de las sombras de una estaca vertical a lo largo de un día, extendiendo dicho análisis a un lapso de varios días.

Los inconvenientes que surgen con este sistema se deben al carácter local del mismo, lo que dificulta la comparación con lo que se observa en otra posición sobre la Tierra.

En función de las características ya mencionadas del sistema de referencia topocéntrico, su utilización didáctica resulta apropiada ya que el mismo permite describir con precisión los movimientos del Sol, la Luna y las estrellas nocturnas en el cielo vistos por un observador terrestre, desplazamientos que cambian fuertemente con la ubicación del observador. A su vez, la comprensión de dichos movimientos permite explicar en forma acorde y sencilla los fenómenos del día y la noche, las estaciones del año y las fases lunares (Galperin, 2016).

Utilización didáctica del sistema de referencia topocéntrico

Dado que no existe un sistema de referencia a partir del cual sea posible medir las posiciones de los astros en forma absoluta, para estudiar los fenómenos astronómicos existirán diferentes posibilidades a la hora de decidir desde dónde se describirán o explicarán dichos fenómenos. En función de esto, el sistema de referencia topocéntrico resulta ser el que mejor describe la mayor parte de los movimientos de los astros que puede realizar un observador situado en un punto de la superficie terrestre, haciendo posible el desarrollo y la sistematización de experiencias observacionales directas. A su vez, este sistema de referencia hace posible la construcción de explicaciones, y la realización de precisas predicciones, dado que la mayoría de los fenómenos astronómicos cotidianos (día y noche, estaciones del año y fases de la Luna) pueden ser comprendidos en forma relativamente sencilla a partir de las variaciones de las posiciones del Sol y la Luna en el cielo. De este modo, con fundamentos científicos actualizados, es posible construir con los estudiantes un "modelo cinemático celeste" topocéntrico con características descriptivas, explicativas y predictivas acerca de dichos fenómenos (Galperin, 2016).

En este sentido, el ciclo día/noche puede ser explicado a partir de la presencia o ausencia del Sol por arriba del horizonte local debido a su movimiento diario de Oriente a Occidente. Por su parte, las estaciones del año pueden explicarse a partir del movimiento anual del Sol, ubicándose más al norte o más al sur a lo largo del año, lo que provoca variaciones en su altura y en la cantidad de horas de luz. Por último, el movimiento propio de la Luna hacia el Este de un día al otro permite explicar las fases lunares en función de la variación de su posición angular respecto al Sol (ibíd.).

Por otro lado, los mismos fenómenos astronómicos pueden ser explicados utilizando el sistema de referencia heliocéntrico, a partir de los movimientos de rotación y traslación de la Tierra, junto con la inclinación del eje terrestre, y del movimiento de revolución de la Luna. Estas explicaciones comunes en los libros escolares poseen cierta complejidad dado que se intenta explicar un fenómeno que es observado desde un punto de la superficie terrestre a partir de la descripción de los movimientos de los astros descriptos desde una localización externa a la Tierra (Lanciano, 1989; Camino, 1999). En este sentido, se pretenden explicar percepciones topocéntricas, como el día y la noche, las estaciones y las fases lunares, a partir de descripciones heliocéntricas que suelen dificultar la comprensión de dichos fenómenos cotidianos.

Metodología

Se desarrolló una secuencia didáctica “topocéntrica” para la enseñanza del día y la noche, las estaciones del año y las fases lunares y se la implementó en un curso de capacitación del que participaron 24 docentes de nivel primario y secundario de las localidades de Bariloche y El Bolsón, Argentina, desde su inicio hasta su finalización. El mismo consistió en 5 encuentros presenciales de tres horas durante los cuales se abordaron contenidos vinculados a la observación a simple vista del cielo, a los sistemas de referencia astronómicos, a las características de los movimientos del Sol y la Luna vistos desde la superficie terrestre y, a partir de ellos, a la explicación de los fenómenos del día y la noche, las estaciones del año y las fases lunares en forma topocéntrica. Al mismo tiempo, los docentes debían realizar actividades con sus alumnos en sus aulas, en las cuales debían poner en juego los nuevos conocimientos disciplinares y didácticos adquiridos en el curso.

Con el fin de realizar el análisis del proceso de evolución de las concepciones de los docentes se realizó una indagación inicial abierta sobre las causas de los fenómenos astronómicos cotidianos, se fotografiaron los trabajos del curso y, al finalizar el mismo, se tomó una evaluación escrita conceptual donde, entre otras cosas, los docentes debían realizar un análisis de sus ideas iniciales y proponer modificaciones. Por último, se llevaron a cabo entrevistas semiestructuradas a 8 docentes con el fin obtener mayor información acerca de las respuestas dadas por escrito y de validar los instrumentos utilizados.

Resultados

La comparación de las respuestas presentes en la indagación inicial con las dadas en la instancia de evaluación final puso en evidencia una evolución favorable de las concepciones de los docentes, quienes poseían una escasa comprensión de las causas del día y la noche, las estaciones del año y las fases lunares al comenzar el curso. En este sentido, el día y la noche era comprendido por un 54,1% de los docentes, la mayoría de los cuales explicaba el fenómeno a partir del movimiento de rotación de la Tierra y sin vínculo alguno con lo que sucede en el cielo cotidianamente. En cambio, al finalizar el curso, un 95,8% de los docentes logró comprender el movimiento diario del Sol en el cielo (el modo en que asciende y desciende, su ubicación en el mediodía solar, los cambios paulatinos en la sombra de una estaca vertical, etc) y explicar con ello el ciclo día/noche a partir de la presencia o ausencia del Sol por arriba del horizonte local (Figura 2).

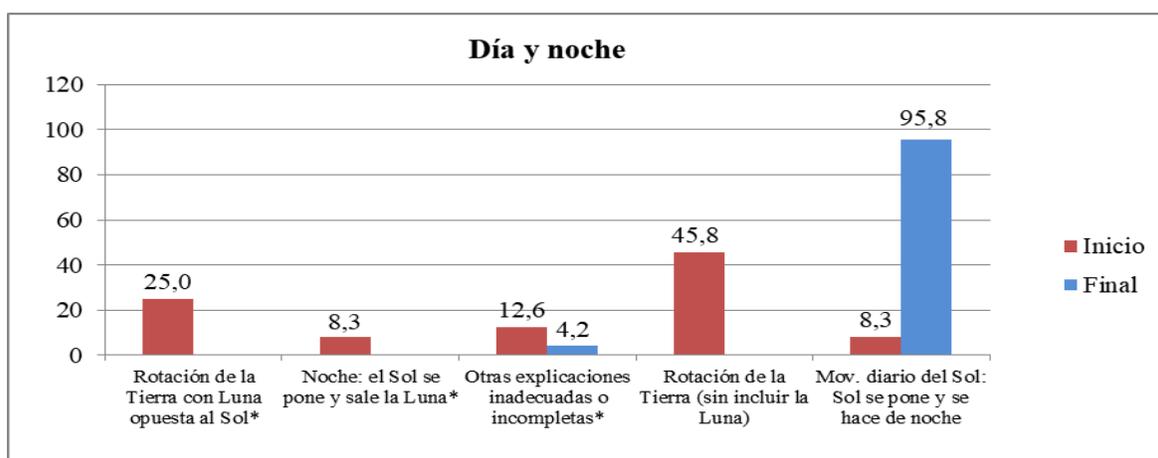


Figura 2. El día y la noche. Explicaciones de los docentes al inicio y al final del curso de capacitación. Se indican con * las ideas inadecuadas.

En el análisis de las respuestas se prestó especial atención a la posible confusión entre utilizar el sistema de referencia topocéntrico y la construcción de una visión geocéntrica de universo. Sin embargo, no se detectaron indicios de que tal confusión se encuentre presente. Por su parte, las estaciones del año eran comprendidas por solo un 16,7% de los docentes al inicio, la mayoría de los cuales explicaba el fenómeno a partir del movimiento de traslación de la Tierra con su eje inclinado, sin mostrar relación con cómo cambia la altura del Sol en el cielo a lo largo del año. Al finalizar el curso, un 91,7% de los docentes logró comprender el movimiento anual del Sol (cambios en su recorrido diario, en su lugar y horario de salida y puesta, en su altura en el mediodía solar, los solsticios y equinoccios, etc), lo que les permitió explicar adecuadamente las estaciones del año a partir de la variación anual de la inclinación de los rayos solares y de la cantidad de horas de luz solar (Figura 3).

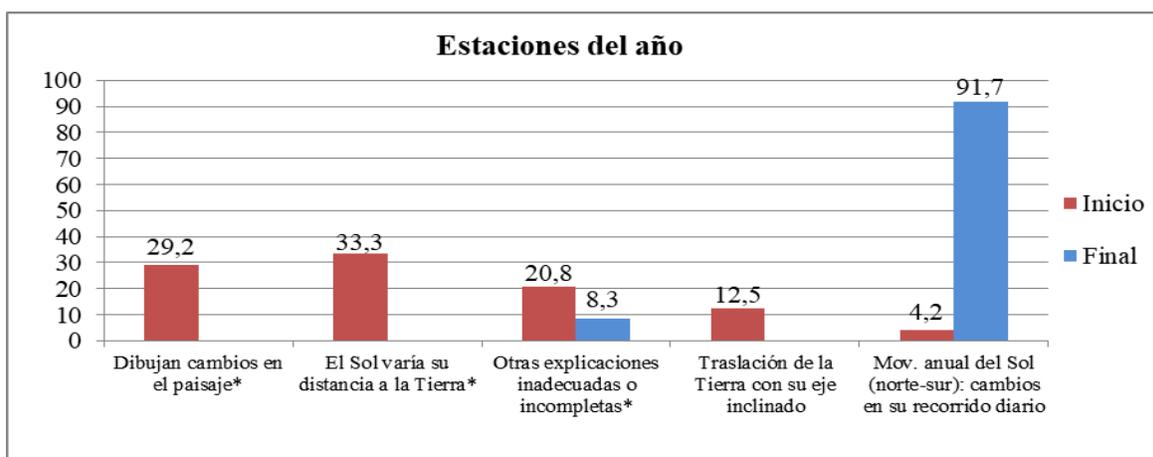


Figura 3. Las estaciones del año. Explicaciones de los docentes al inicio y al final del curso de capacitación. Se indican con * las ideas inadecuadas.

Por último, las fases de la Luna eran comprendidas por solo un 16,7% de los docentes al inicio, quienes explicaban el fenómeno a partir de su movimiento de revolución en el espacio, sin relación con los cambios de posición de la Luna en el cielo de un día al otro. En cambio, al finalizar el curso, el 83,3% de los docentes logró comprender el movimiento propio de la Luna hacia el Este (la variación angular Luna–Sol, los cambios en su horario de observación, el lado iluminado en cada fase, etc), lo que les permitió explicar las fases lunares a partir de comprender que, pese a que la Luna siempre se encuentra iluminada por la mitad, no siempre será posible observar toda esa sección debido a su desplazamiento continuo en el cielo de un día al otro (Galperin y Raviolo, 2019) (Figura 4).

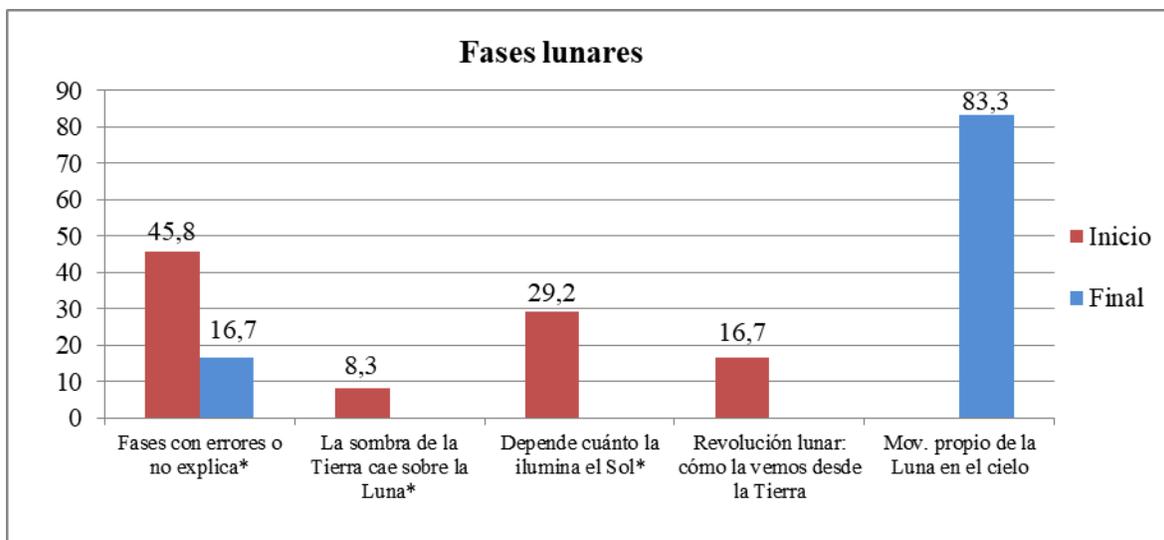


Figura 4. Las fases lunares. Explicaciones de los docentes al inicio y al final del curso de capacitación. Se indican con * las ideas inadecuadas.

En el Anexo se presenta una síntesis de la estructura conceptual y metodológica del curso. Como puede percibirse, el curso de capacitación provocó una modificación sustancial en el sistema de referencia utilizado por los docentes y en el nivel de comprensión de los tres fenómenos: de explicaciones “heliocéntricas” mayoritariamente inadecuadas o erróneas a explicaciones “topocéntricas” correctas con escasa presencia de errores. A su vez, este cambio de sistema de referencia permitió el acercamiento de los docentes a una propuesta basada en la observación, el registro y la explicación de los fenómenos celestes:

- “...Me llevo preguntas [del curso] y yo misma estoy observando más... Empecé a observar cosas que antes no cuestionaba... En el modelo heliocéntrico no lo podés hacer; en el topocéntrico tenés todo observación” (Jésica, docente de primaria)
- “La explicación heliocéntrica muchas veces no la entendés, y no te ponés a observar. Esto está bueno porque lo estás viendo.” (Carolina, docente de primaria)
- “Los chicos de campo son muy observadores... Cuando hablábamos de la posición del Sol, uno de los nenes dijo “no, en mi casa no está acá arriba mío” [arriba de su cabeza]... Era lo que observaba desde su casa.” (Mónica, docente de primaria)
- “Me parece interesante trabajarlo desde este punto de vista [topocéntrico]. Una vez que uno se pone en contacto con él es sencillo, aunque cuesta desprenderse del otro... Me sirvió de mucho el curso porque ahora salgo y miro la Luna y digo: está en tal fase, va a estar así dentro de tantos días.” (Hugo, docente de secundaria)

Conclusiones

Los resultados obtenidos al comparar las ideas iniciales con las brindadas al finalizar el curso indican que la propuesta didáctica topocéntrica resultó efectiva para favorecer aprendizajes en los docentes y para vincularlos significativamente con la observación a simple vista del cielo. Como el enfoque del mismo era netamente topocéntrico, y el cambio de un sistema de referencia a otro resulta complejo, no se puso el énfasis en que los docentes puedan construir una explicación heliocéntrica de estos mismos fenómenos. Por lo tanto, sería apropiado implementar una continuidad del curso con el fin de consolidar los conocimientos adquiridos y de poder explicar adecuadamente estos mismos fenómenos utilizando los dos sistemas de referencia: el topocéntrico y el heliocéntrico.

Referencias bibliográficas

- Álvarez, M., Galperin, D. y Quinteros, C. (2018). Indagación de las concepciones de estudiantes primarios y secundarios sobre los fenómenos astronómicos cotidianos. En Papini, M. y Sica, F. (comp.), *Las ciencias de la naturaleza y la matemática en el aula: nuevos desafíos y paradigmas*, 129-142. Tandil: UNICEN.
- Atwood, R. y Atwood, V. (1995). Preservice elementary teachers' conceptions of what causes night and day. *School Science & Mathematics*, 95, 290-294.
- Baxter, J. (1989). Children's understanding of familiar astronomical events. *International Journal of Science Education*, 11(5), 502-513.
- Bayraktar, S. (2009). Pre-service primary teachers' ideas about lunar phases. *Journal of Turkish Science Education*, 6(2), 12-23.
- Berrocoso, M., Ramírez, M., Enríquez-Salamanca, J. y Pérez-Peña, A. (2003). Notas y apuntes de trigonometría esférica y astronomía de posición. Andalucía: Univ. de Cádiz.
- Callison, P. y Wright, E. (1993). The effect of teaching strategies using models on pre-service elementary teachers' conceptions about Earth-Sun-Moon relationships. *Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, Atlanta, Georgia.

- 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, 81-96.
- Camino, N. (1999). Sobre la didáctica de la astronomía y su inserción en EGB. En Kaufman, M. y Fumagalli L. (comp.), *Enseñar ciencias naturales*, 143-173. Bs As: 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. (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, Tandil, Argentina. Recuperada de www.ridaa.unicen.edu.ar.
- Galperin, D., Prieto, L. y Heredia, L. (2018). Concepciones de docentes sobre las causas de los fenómenos astronómicos cotidianos. En Papini, M. y Sica, F. (comp.), *Las ciencias de la naturaleza y la matemática en el aula: nuevos desafíos y paradigmas*, 116-128. Tandil: UNICEN.
- 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.

- Galperin, D. y Raviolo, A. (2017). Análisis de imágenes relacionadas con día/noche, estaciones y fases lunares en textos de enseñanza primaria. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 12(1), 1-11
- Galperin, D. y Raviolo, A. (2019). Reference frames and astronomy teaching: the development of a topocentric approach to the lunar phases. *Science Education International*, 30(1), 28-37.
- Kikas, E. (2004). Teachers' conceptions and misconceptions concerning three natural phenomena. *Journal Research Science Teaching*, 41(5), 432-448.
- Lanciano, N. (1989). Ver y hablar como Tolomeo y pensar como Copérnico. *Enseñanza de las Ciencias*, 7(2), 173-182.
- Landau, L., Ajeizer, A. y Lifshitz, E. (1973). *Curso de Física General. Mecánica y Física molecular*. Moscú: Mir.
- Plummer, J. (2008). Students' development of astronomy concepts across time. *Astronomy Education Review*, 7(1), 139-148.
- Rojas Peña, I. (2010). *Astronomía elemental*. Valparaíso: USM.
- 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.
- Vosniadou, S. y Brewer, W. (1994). Mental models of the day/night cycle. *Cognitive Science*, 18, 123-183.

ANEXO

1. Síntesis de la estructura conceptual y metodológica del curso de capacitación

Eje temático 1: Estado actual de la enseñanza y el aprendizaje de los fenómenos astronómicos cotidianos: día/noche, estaciones y fases lunares.

Concepciones de alumnos y docentes sobre las causas del día y la noche, las estaciones del año y las fases de la Luna. Dificultades para su enseñanza. Sistemas de referencia en la enseñanza de la astronomía. Utilización didáctica del sistema de referencia topocéntrico.

Eje temático 2: El cielo diurno: día y noche y estaciones del año.

Movimiento diario del Sol. El mediodía solar y la línea norte - sur. Diferencia entre mediodía solar y civil. Husos horarios. El día y la noche. Movimiento anual del Sol. Las estaciones del año. Solsticios y equinoccios.

Eje temático 3: El cielo nocturno: estrellas, constelaciones y planetas.

Las constelaciones más importantes del cielo. Movimiento diario de los astros. Polos celestes. Los planetas de la antigüedad: movimiento propio. Reconocimiento de planetas en el cielo. El zodiaco. Diferencia entre astronomía y astrología. El universo de las dos esferas.

Eje temático 4: La Luna: astro diurno y nocturno.

Movimiento propio de la Luna en el cielo. Fases lunares. Característica de cada fase: lado iluminado y horario de observación. Diferencia entre fases y eclipses.

Eje temático 5: Didáctica de la astronomía.

Concepciones alternativas y modelos mentales en Astronomía. Sistemas de referencia: uso didáctico del sistema de referencia topocéntrico. Análisis de imágenes de libros escolares.

Metodología

El curso de perfeccionamiento se organizó en cuatro etapas diferenciadas.

La primera parte se focalizó en la indagación y explicitación de las concepciones de los docentes acerca de los fenómenos astronómicos cotidianos. Para ello, se les solicitó que realicen una indagación de carácter abierto en la que debían explicar las causas del día y la noche, las estaciones y las fases lunares mediante un dibujo, pudiendo ayudarse incluyendo un texto corto. Las respuestas fueron analizadas y se clasificaron en función del modelo mental inicial que podía inferirse como presente en cada uno de los docentes.

La segunda etapa apuntó a lograr una evolución de los modelos mentales de cada docente a partir del cuestionamiento de sus ideas iniciales por medio del uso de simuladores que representan el movimiento de los astros en la esfera celeste (software Stellarium), de observaciones diurnas y nocturnas del cielo y del aporte de material teórico “topocéntrico” sobre cada uno de los fenómenos. Esta etapa finalizó con la resolución de actividades en las que los docentes debían utilizar los nuevos conocimientos adquiridos.

La tercera etapa apuntó a que los conocimientos adquiridos puedan llegar a la escuela, por lo que cada docente debió planificar e implementar en su aula una secuencia didáctica “topocéntrica” con sus alumnos. Los registros de las clases realizadas y de los productos obtenidos en ellas se compartieron en un foro virtual al que todos tenían acceso.

Por último, la cuarta etapa correspondió al análisis de la evolución de los modelos mentales de los docentes, lo cual se realizó a través de la resolución de una actividad de evaluación individual que incluyó la revisión y la reformulación de sus propias indagaciones iniciales. Para finalizar, algunos docentes fueron entrevistados con el fin de validar las conclusiones obtenidas en relación con el nivel de evolución conceptual logrado durante el curso.

2. Protocolo de entrevista e instrumento de evaluación

Protocolo de entrevista semiestructurada

A cada docente se le entregó su indagación inicial y su trabajo de evaluación final:

1. ¿Cómo notó que está Ud. ahora en relación a sus conocimientos de Astronomía en comparación a como estaba al inicio del curso?
2. ¿Cómo explicaba al inicio del curso el día y la noche? ¿Cómo lo explicaría ahora?
3. ¿Cómo explicaba al inicio del curso las estaciones del año y cómo lo explicaría ahora?
4. ¿Cómo explicaba al inicio del curso las fases lunares? ¿Cómo lo explicaría ahora?
5. ¿Cuál de los fenómenos desarrollados le pareció más difícil? ¿Por qué?
6. ¿Puede explicar qué es el sistema de referencia topocéntrico? ¿Le resultó útil su uso?

Instrumento de evaluación

Las respuestas escritas iniciales y finales de cada docente sobre las causas de cada fenómeno se clasificaron teniendo en cuenta las siguientes categorías de respuestas. Luego, algunas de ellas fueron agrupadas en categorías más amplias.

Día y la noche y movimiento diario del Sol:

- *La Tierra rota con el Sol y la Luna opuestos en el espacio*
- *Cuando el Sol se pone, sale Luna y se hace de noche*
- *Otra explicación inadecuada*
- *La Tierra rota (con o sin inclinar el eje, no incluye a la Luna)*
- *El Sol y la Luna opuestos giran en torno a la Tierra*
- *La noche es la sombra de la Tierra*
- *Traslación de la Tierra provoca el día y la noche*
- *La Luna no tiene relación con el día y la noche*
- *Cuando el Sol se pone, se hace de noche*
- *El Sol se mueve del horizonte oriental al occidental*
- *Mediodía solar no a las 12 hs: Sol más alto y sombra más corta*

Estaciones del año y movimiento anual del Sol:

- *No explica el fenómeno. Dibuja o describe cambios en el paisaje y/o en la temperatura*
- *La Tierra se traslada y varía su distancia al Sol*
- *La Tierra se traslada (no explica relación con las estaciones)*
- *Otras explicaciones inadecuadas o incompletas*
- *La Tierra se traslada con su eje inclinado*
- *El Sol cambia su altura: bajo en invierno y alto en verano (no explica por qué)*
- *Los rayos del Sol “pegan” con distinto ángulo durante el año (no explica por qué)*
- *El Sol se mueve norte – sur en el año, cambiando su lugar y horario de salida y puesta*
- *El Sol se desplaza en el cielo (norte - sur), provocando cambios en su recorrido diario*

Fases lunares y movimiento propio de la Luna:

- *La Luna gira alrededor de la Tierra (no explica las fases)*
- *La Luna se mueve en órbita y por eso tiene fases (dibuja fases vistas desde el espacio)*
- *La Luna gira alrededor de la Tierra (dibujo erróneo de la posición de cada fase)*
- *Dibuja inadecuadamente las distintas fases lunares (no explica)*
- *Dibuja adecuadamente las distintas fases lunares (no explica)*
- *Las fases se deben a la sombra de la Tierra que cae sobre la Luna*
- *El Sol ilumina a la Luna en mayor o menor proporción*
- *La Luna gira alrededor de la Tierra y por eso se la ve distinta desde nuestro planeta*
- *La Luna se mueve hacia el Este cada día que pasa y por eso presenta fases*
- *La Luna cambia su ángulo respecto al Sol cada día y por eso observamos fases*
- *La Luna está iluminada por la mitad, pero no siempre podemos ver toda esa mitad*
- *Relaciona cada fase de la Luna con el lado iluminado y el horario de observación*