



Una propuesta topocéntrica para la enseñanza de las fases lunares en la escuela secundaria

Lemus Frías, Claudia¹, Alvarez, Marcelo¹ y Diego Galperin¹

¹Universidad Nacional de Río Negro

lemusclaudia515@gmail.com

Resumen

En este trabajo se presenta el diseño y la implementación de una secuencia para la enseñanza de las fases lunares en los primeros años de la escuela secundaria a partir de la construcción de un modelo explicativo topocéntrico basado en el movimiento de la Luna en el cielo. La secuencia fue llevada a cabo en un curso de 25 estudiantes de segundo año de escuela secundaria. Para su evaluación se recolectó información mediante el análisis de las producciones de cada estudiante, el registro de las clases y la realización de entrevistas individuales. Los resultados evidencian una evolución favorable de los conocimientos de los estudiantes acerca del fenómeno y de la posibilidad de vincularlo con lo que pueden percibir en su propio entorno celeste.

Palabras clave: Fases lunares; Modelo topocéntrico; Nivel secundario.

Abstract

In this work, the design and implementation of a sequence for teaching lunar phases in the early years of high school is presented. The sequence is based on the construction of a topocentric explanatory model derived from the movement of the Moon in the sky. It was implemented in a class of 25 second year high school students. To evaluate its effectiveness, data was collected through analysis of each student's work, class recordings, and individual interviews. The results demonstrate a positive development in the students' understanding of the phenomenon and their ability to relate it to what they can observe in their own celestial surroundings.

Keywords: Lunar phases; Topocentric model; High school education

Introducción y fundamentación

El fenómeno de las fases lunares es uno de los más cotidianos y menos comprendidos por estudiantes de todos los niveles educativos (Baxter, 1989; Bayraktar, 2009; Alvarez, Galperin y Quinteros, 2018). Esto puede deberse a varias causas. Por un lado, la escasa comprensión del fenómeno que tienen los docentes (Galperin, Prieto y Heredia, 2018). Por otro lado, se ha detectado la presencia de errores conceptuales y didácticos en los libros de texto que se utilizan en las escuelas, muchos de las cuales



refuerzan las concepciones alternativas que ya poseen los estudiantes (Navarro Pastor, 2009; Galperin y Raviolo, 2017). A su vez, estos mismos errores se encuentran en videos educativos y de divulgación presentes en Internet y que actualmente son muy utilizados como recursos de enseñanza (Galperin et al., 2020). Una última causa puede estar relacionada con el uso exclusivo de un modelo que explica las fases de la Luna en forma heliocéntrica, desde un punto de vista externo a la Tierra, sin relación alguna con lo que es posible observar cotidianamente en el cielo (Galperin, 2016).

En función de esta realidad, y con el antecedente de haber realizado una experiencia virtual en época de pandemia con estudiantes de nivel primario (Galperin, Alvarez y Santa Ana, 2022), se diseñó una secuencia didáctica para la enseñanza del fenómeno de las fases lunares a estudiantes de los primeros años del nivel secundario utilizando el sistema de referencia topocéntrico, el cual se encuentra centrado en la posición de un observador sobre la superficie terrestre. Desde este punto de vista, el fenómeno puede ser explicado a partir del movimiento propio de la Luna en el cielo de un día al otro, lo que provoca que cambie su posición angular respecto al Sol (siendo el observador el centro de dicho ángulo). En consecuencia, pese a que la Luna siempre posee una mitad de su superficie iluminada por el Sol, casi nunca es posible observar toda esa mitad (sólo en Luna llena). En este sentido, la Luna nueva ocurre cuando la Luna se ubica en dirección aproximada hacia el Sol, lo que provoca que la mitad no iluminada quede en dirección hacia el observador, por lo que no podrá ser observada. Sin embargo, una semana después la Luna se habrá desplazado hasta quedar perpendicular al Sol, lo que permitirá ver la mitad de su mitad iluminada (un cuarto de Luna). Por su parte, la Luna llena se produce dos semanas después de la Luna nueva, cuando el Sol y la Luna se ubican opuestos en el cielo, por lo que será visible toda su mitad iluminada (Figura 1). Este movimiento propio de la Luna en el cielo cada día que pasa es, justamente, el giro de la Luna como satélite en torno a la Tierra.

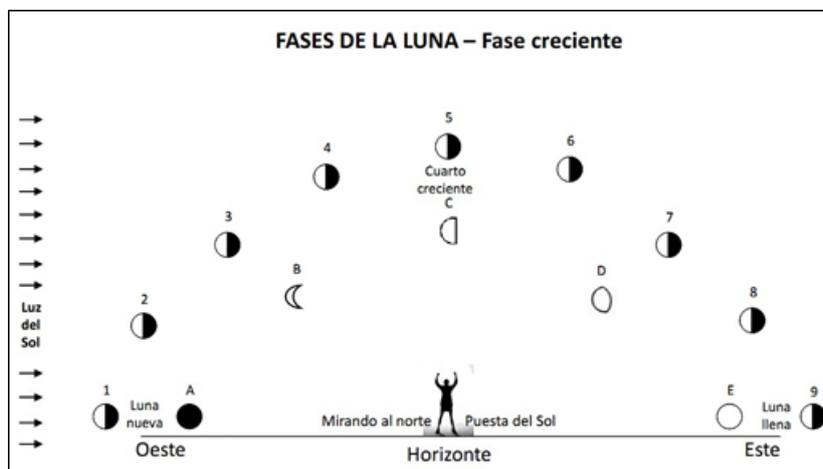


Figura 1. Esquema explicativo topocéntrico de la fase lunar creciente para un observador mirando al norte desde latitudes medias del hemisferio sur (Galperin, 2016).

En este trabajo se presenta la propuesta diseñada y algunos resultados preliminares del proceso de implementación en un curso de segundo año de nivel secundario.



Metodología

Se diseñó una secuencia didáctica consistente en 7 actividades para desarrollar en un lapso de 4 clases de unos 80 minutos. La misma se implementó en un curso de 25 estudiantes de segundo año de una escuela secundaria pública de la ciudad de Bariloche, Argentina. Se registraron las producciones de los estudiantes y se analizaron sus aprendizajes a partir de las actividades individuales resueltas por cada alumno al principio y al final del proceso de implementación, cuando se les solicitó que explicaran con un dibujo y un breve texto a qué se debían las distintas fases lunares. Se llevaron a cabo grabaciones de las clases y entrevistas a los estudiantes, las cuales se analizarán en una etapa posterior con el fin de complementar la información recabada hasta el momento.

La síntesis de la secuencia didáctica diseñada puede visualizarse en la Tabla 1.

Tabla 1. Esquema de la secuencia didáctica diseñada.

Nº	Nombre	Consigna	Pregunta/s	Síntesis
Actividad 1	Poniendo en juego nuestras ideas	Explicar las fases lunares con un dibujo y un texto	¿A qué te parece que se deben las fases lunares?	Indagación de las ideas sobre la causa de las fases lunares
Actividad 2	Registro de la Luna durante un mes	Realizar registros (dibujos o fotos) de la Luna en diferentes momentos del día y en diferentes días a lo largo del mes	¿Se mueve la Luna en el cielo en el mismo día? ¿Y de un día al otro?	Observación de la Luna en forma directa a lo largo del mes
Actividad 3	El movimiento diario de la Luna	Analizar cómo se desplaza la Luna a lo largo de su trayectoria diaria	¿Cómo se mueve la Luna a medida que pasan las horas?	Reconstruir el movimiento diario que realiza la Luna en el cielo
Actividad 4	El movimiento propio de la Luna	Registro del cambio de posición y forma de la Luna a una hora fija (amanecer o atardecer) durante diferentes días	¿Cómo se mueve la Luna a medida que pasan los días? ¿Cómo cambia su forma?	Observación y/o simulación del movimiento propio lunar y de su cambio de forma
Actividad 5	Forma visible de un cuerpo iluminado por la mitad	Girar alrededor de una esfera mitad blanca y mitad negra y dibujar cómo se la ve desde distintas posiciones	¿Veo igual desde distintos ángulos un cuerpo iluminado por la mitad?	Analizar cómo se ve un objeto mitad iluminado desde distintos ángulos
Actividad 6	Las fases lunares y su relación con el ángulo Luna-Sol	Explicación de las fases de la Luna usando Stellarium y un esquema diseñado a tal efecto	¿Cuál es la relación entre el ángulo de la Luna respecto al Sol y su forma visible?	Explicación de las fases a partir de los esquemas explicativos topocéntricos
Actividad 7	Actividades para revisión de los nuevos conocimientos	Resolución de consignas de comprensión sobre las fases lunares	¿Por qué la Luna presenta fases?	Explicitación del modelo mental explicativo de las fases lunares



Resultados

La secuencia didáctica fue desarrollada satisfactoriamente en términos de la dinámica de trabajo y las actividades llevadas a cabo por los estudiantes. Respecto de los aprendizajes, en este primer análisis sólo se comparan las respuestas del test inicial y final, quedando para próximos trabajos analizar las entrevistas y las producciones de los estudiantes a lo largo de las clases. La propuesta fue coordinada y registrada por la docente del curso en cuatro de sus clases de la asignatura Física.

Al analizar la indagación inicial es posible visualizar que casi ninguno de los 25 estudiantes pudo brindar una explicación adecuada sobre la causa de las fases lunares, pudiéndose clasificar sus respuestas en diferentes categorías de modelos mentales ya relevados (Alvarez, Galperin y Quinteros, 2018). En este sentido, once estudiantes (44%) no lograron dar una explicación del fenómeno ya que sólo nombraron y/o dibujaron distintas fases, no siempre correctamente, mientras que diez de ellos (40%) asociaron inadecuadamente el fenómeno con el cambio de iluminación del Sol sobre la Luna a lo largo del mes (modelo de ángulo de incidencia). A su vez, sólo dos alumnos (8%) relacionaron las fases con la sombra de la Tierra proyectada sobre la Luna (modelo de eclipse) pese a que suele ser la concepción alternativa más presente en otras investigaciones (Baxter, 1989; Bayraktar, 2009). Por último, dos estudiantes (8%) indicaron que la apariencia de la Luna cambia debido a la variación de su posición respecto al Sol y a la Tierra, aunque no realizaron un dibujo sobre ello. Se pudo visualizar que todos los gráficos explicativos poseían un punto de vista heliocéntrico, con la Luna en el espacio girando en torno a la Tierra (Figura 2).

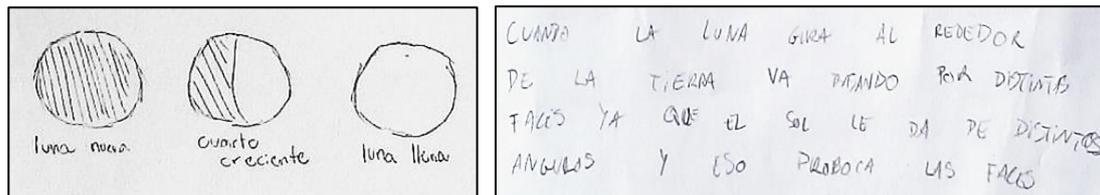
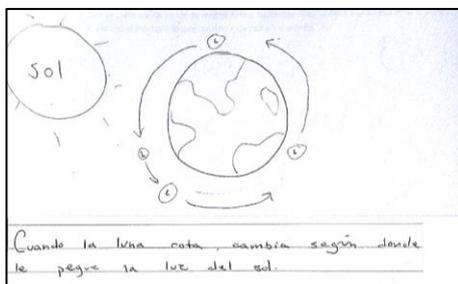


Figura 2. Ideas inadecuadas detectadas en la Actividad 1. Izquierda: se describen las fases pero no se explican. Derecha: “el Sol le da desde distintos ángulos a la Luna”, iluminándola diferente.

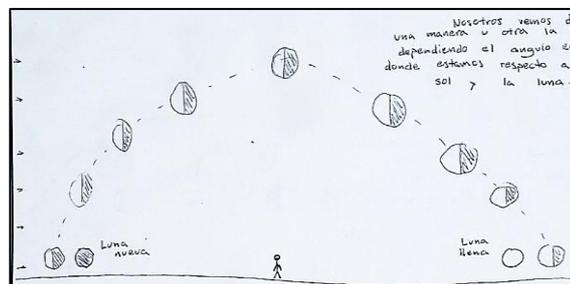
Al comparar las ideas iniciales con las presentes en la actividad final de la secuencia, es posible visualizar un cambio sustancial en el conocimiento de los estudiantes en cuanto a la causa de las fases lunares. En primer lugar, 15 de los estudiantes (60%) presentan esquemas y/o explicaciones topocéntricas correctas del fenómeno. De los 10 estudiantes restantes, sólo 3 de ellos (12%) dibujan las fases sin dar ninguna explicación, 2 estudiantes (8%) explican incorrectamente el fenómeno desde un punto de vista topocéntrico y, por último, 5 alumnos (20%) utilizan esquemas heliocéntricos que no explican el fenómeno. Como se evidencia, casi el 70% del estudiantado pudo cambiar su punto de vista y comenzar a utilizar el sistema de referencia topocéntrico para describir el movimiento de la Luna en el cielo, algo que no suele ser sencillo dado que se encuentra muy arraigado el uso casi exclusivo del sistema de referencia heliocéntrico en los materiales educativos y de difusión de la temática.



Por otro lado, el análisis de los registros de la actividad final muestra que la mayoría de los estudiantes ha logrado comprender que la Luna siempre se encuentra iluminada por la mitad por el Sol y que es la posición relativa entre ambos astros en el cielo lo que provoca que la misma se vea de diferentes formas desde la superficie terrestre (Figura 3). A su vez, dicho análisis indica que aproximadamente la mitad del curso no pudo describir con claridad la diferencia entre el movimiento diario de la Luna hacia el oeste y su movimiento propio hacia el este del cielo. Esto debería continuar desarrollándose retomando algunas de las observaciones realizadas a simple vista o de las simulaciones con Stellarium. Al respecto, es importante destacar que para explicar las fases lunares no es necesario desarrollar el movimiento diario de la Luna hacia el oeste, por lo que podría ser descartado de una futura secuencia en la que sólo se desee explicar dicho fenómeno.



"Cuando la luna rota, cambia [su forma] según donde le pega la luz del sol"



"Vemos de una manera u otra la Luna dependiendo el ángulo en donde estamos respecto al Sol y la Luna"

Figura 3. Comparación entre las respuestas dadas por un mismo estudiante al inicio (izquierda) y al final (derecha) de la secuencia didáctica. Queda en evidencia el cambio de sistema de referencia y de explicación, siendo inadecuada al inicio y correcta al final.

Conclusiones

A partir del análisis realizado, que implicó la comparación entre los registros de la actividad inicial y final (la cual proponía explicar con un dibujo y un texto corto las fases lunares), es posible concluir que ha habido una evolución favorable en los conocimientos de los estudiantes acerca del fenómeno. Esto implicó un cambio radical en el modelo utilizado, pasando de un punto de vista heliocéntrico a uno topocéntrico vinculado a lo que ellos pueden observar todos los días en el cielo. En este sentido, una proporción importante de los alumnos logró explicar el fenómeno desde un punto de vista topocéntrico, comprender que la Luna siempre está iluminada por la mitad y que es su posición en el cielo respecto al Sol lo que genera las diferentes fases. Sin embargo, sólo la mitad de los estudiantes pudo dar cuenta con claridad de la diferencia entre el movimiento diario y propio de la Luna en el cielo.

Para finalizar, resulta relevante destacar el aspecto motivacional de la secuencia didáctica implementada, lo cual no resultó visible en el aula a lo largo de las cuatro clases. En este sentido, la gran mayoría de los estudiantes mostraron gran entusiasmo en la realización de las distintas actividades, algo que no suele ser común dentro del contexto escolar del nivel secundario, lo que puede asociarse con la posibilidad de relacionar lo aprendido con la observación directa del cielo y con poder predecir y explicar el fenómeno de las fases desde su propio punto de vista.



A futuro se prevee dar continuidad a este trabajo a partir del análisis de los trabajos de cada estudiante a lo largo de las clases y de las entrevistas realizadas a algunos de ellos al finalizar el proceso de implementación de la secuencia didáctica.

Referencias bibliográficas

- Alvarez, M., Galperin, D. y Quinteros, C. (2018). Indagación de las concepciones de estudiantes primarios y secundarios sobre los fenómenos astronómicos cotidianos. En Papini, M. (comp.), *Las ciencias de la naturaleza y la matemática en el aula: nuevos desafíos y paradigmas*, 129-142. Tandil, Argentina: UNCPBA.
- 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.
- Galperin, D. (2016). *Sistemas de referencia y enseñanza de las ciencias: el caso de los fenómenos astronómicos cotidianos* [Tesis doctoral]. Tandil, Argentina: UNCPBA.
- 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., Prieto, L. y Heredia, L. (2018). Concepciones de docentes sobre las causas de los fenómenos astronómicos cotidianos. En Papini, M. (comp.), *Las ciencias de la naturaleza y la matemática en el aula: nuevos desafíos y paradigmas*, 116-128. Tandil, Argentina: UNCPBA.
- Galperin, D., Alvarez, M., Heredia, L. y Haramina, J. (2020). Análisis de videos educativos y de divulgación sobre día/noche, estaciones y fases lunares. *Revista Enseñanza de la Física*, 32(no. extra), 125-133.
- Galperin, D., Alvarez, M., & Santa Ana, M. (2022). ¿Cómo se mueve la Luna en el cielo? Evaluación de una secuencia para la construcción de un modelo alternativo para la explicación de las fases lunares. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 6(2).
- Navarro Pastor, M. (2009). *Aprendizaje y enseñanza de astronomía diurna en Primaria* [Tesis doctoral]. Alicante, España: Universidad de Alicante.