

---

## **Imágenes externas para la enseñanza de la astronomía. Una propuesta topocéntrica para la comprensión de las fases lunares**

Diego Galperin y Andrés Raviolo  
Universidad Nacional de Río Negro  
[dgalperin@unrn.edu.ar](mailto:dgalperin@unrn.edu.ar)

### **Resumen**

Las imágenes ocupan una gran proporción de espacio en los materiales de enseñanza de los fenómenos astronómicos. Sin embargo, su uso plantea cuestionamientos sobre su efectividad en la construcción de representaciones internas adecuadas en los alumnos. Esto se debe a que, en muchas de ellas, se detectan errores conceptuales y didácticos. Otra posible razón es que se basan casi exclusivamente en el sistema de referencia heliocéntrico, que demanda al estudiante el dominio de habilidades espaciales. Aquí se presenta un modelo explicativo topocéntrico para la enseñanza de las fases lunares, el cual se sintetiza a partir de dos diagramas que permiten una comprensión adecuada de dicho fenómeno. Su utilidad radica en que este modelo no requiere “salir imaginariamente” de nuestro planeta para “ver” el movimiento de la Luna alrededor de la Tierra y a que se relaciona con lo que los alumnos pueden observar a simple vista en el cielo.

**Palabras clave:** fases lunares, sistemas de referencia, topocéntrico, imágenes, explicación.

### **Using external images to teach astronomy: a topocentric proposal to explain the lunar phases**

### **Abstract**

A great deal of space in educational material related to astronomical phenomena is dedicated to images. Nevertheless, their effectiveness in supporting pupils' construction of satisfactory internal representations can be questioned. One reason is that many of them contain conceptual and didactic errors. Furthermore, they are based almost exclusively on the heliocentric reference system, which requires mastery of certain spatial abilities on the part of the learner. A topocentric explanatory model is presented here for the teaching of the lunar phases, and is summarized in two diagrams that facilitate the understanding of this phenomenon. This model's usefulness lies in the fact that it does not require the learner to “imagine themselves” outside our planet to “see” the Moon's movement around the Earth, and also that it is related to what pupils can observe in the sky, with the naked eye.

**Keywords:** lunar phases, reference systems, topocentric, images, explanation.

### **1. Introducción**

La enseñanza acerca 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 (Galperin y Raviolo,

2014), en el que los estudiantes deben posicionarse “imaginariamente” en el espacio exterior para inferir el movimiento de los astros, lo que involucra una determinada complejidad conceptual y el requerimiento de ciertas habilidades visoespaciales. Sin embargo, estos mismos fenómenos pueden ser explicados adecuadamente utilizando el sistema de referencia topocéntrico, centrado en un punto de la superficie terrestre, ya que el mismo permite posicionar al alumno como centro de sus propios aprendizajes astronómicos (Camino, 1999; Galperin, 2011), vinculando sus observaciones directas con los fenómenos que observa a su alrededor.

En el caso de las fases lunares, las investigaciones muestran que este fenómeno es comprendido por una proporción muy escasa de alumnos de todos los niveles educativos, e incluso de docentes (Schoon, 1992; Camino, 1995; Trumper, 2001). Esto puede atribuirse a que el mismo es explicado a partir de la utilización del sistema de referencia heliocéntrico, “visualizando” los cambios en la posición del sistema Tierra–Luna–Sol en el espacio, lo que requiere un determinado nivel de razonamiento y habilidad espacial (Callison y Wright, 1993) ya que los estudiantes deben “*estar capacitados para la construcción de una imagen tridimensional de este trío y sus movimientos relativos en sus mentes*” (Bayraktar, 2009, p. 12). Por lo tanto, estos resultados sugieren la necesidad de considerar un método alternativo para su enseñanza (Aggul Yalcin et al., 2012).

Es probable que esta complejidad conceptual sea la causante de gran cantidad de errores en las imágenes presentes en los libros escolares (Galperin et al., 2014), en los cuales muchas veces parecen visualizarse las concepciones alternativas del dibujante o incluso del propio autor en relación al fenómeno que se intenta exponer. En consecuencia, en este trabajo se presenta una explicación alternativa para el fenómeno de las fases lunares, la cual no requiere posicionarse fuera de nuestro planeta para su visualización. La misma se acompaña de imágenes que permiten comprender dicho fenómeno en forma relativamente sencilla, a partir del movimiento propio de la Luna en el cielo.

## **2. El rol de las imágenes en la enseñanza de las ciencias**

Las imágenes representan uno de los medios de expresión más utilizados a la hora de transmitir información tanto en la sociedad en general como en el ámbito educativo. Sin embargo, estudios relativamente recientes muestran que, lejos de resolver las dificultades de comprensión detectadas en los estudiantes, el uso masivo de imágenes presenta dificultades intrínsecas debido a la existencia de una relación incierta entre la representación externa visual que se presenta al alumno y la representación mental que éste logra construir (Otero, Moreira y Greca, 2002; Perales, 2006; Raviolo, 2013).

En el “imaginario popular”, subyace la idea de que el uso de imágenes mejora la comprensión y el rendimiento escolar ya que éstas reducen la abstracción, promueven el recuerdo y la imaginación, vinculan el conocimiento científico a la vida cotidiana y motivan a los estudiantes (Otero y Greca, 2004). Sin embargo, estas afirmaciones no son válidas en todos los contextos ya que la percepción de una imagen no implica en modo alguno una relación unívoca con una cierta representación interna. Por el contrario, la construcción de esta representación dependerá de los conocimientos previos del estudiante,

de su interés en la temática y en el modo de desarrollo de las clases, de sus concepciones alternativas, de sus capacidades propias y del proceso de construcción de significado que se lleve a cabo a partir de la imagen. En consecuencia, los alumnos pueden perderse en el camino de la imagen a la conceptualización, interpretar inadecuadamente las imágenes y generar nuevas concepciones alternativas o reforzar las ya presentes (Raviolo, 2013).

Las imágenes pueden utilizarse con fines motivadores, para generar el interés y la curiosidad de los estudiantes, o con fines cognitivos, cumpliendo funciones descriptivas o ilustrativas de modelos. Las imágenes con fines descriptivos promueven la observación, la identificación de partes o tipos, la comparación y la clasificación. Por su parte, las imágenes ilustrativas de modelos favorecen el análisis y la interpretación, la emisión de hipótesis y la deducción (Gil y Martínez, 2005). En este trabajo nos abocaremos a este último tipo de imágenes, con las cuales se intenta que los alumnos logren construir una representación interna de un modelo curricular que el docente se ha propuesto como objetivo de enseñanza, el cual cumplirá funciones descriptivas, explicativas y predictivas acerca de un determinado fenómeno físico.

### **3. Las imágenes astronómicas en los libros de texto**

La mayoría de la información astronómica brindada por los distintos medios masivos de comunicación se encuentra desarrollada describiendo y explicando los sucesos desde un sistema de referencia externo a la Tierra, generalmente a través de un formato muy compactado, lo que dificulta su comprensión y decodificación. A su vez, algunas investigaciones han mostrado que la comprensión de los fenómenos astronómicos cotidianos desde un sistema de referencia externo a la Tierra posee cierta complejidad, incluso para estudiantes de nivel superior, debido a que requiere el desarrollo previo de determinadas habilidades visoespaciales (Kikas, 2006). Por lo tanto, algunos resultados desalentadores en cuanto a la comprensión de los fenómenos astronómicos a corto y largo plazo pueden estar relacionados con las habilidades de visualización y percepción espacial que se requieren para poder posicionarse imaginariamente fuera de nuestro planeta y para poder "ver" y analizar los movimientos de la Tierra y la Luna en el espacio. Por ejemplo, las explicaciones heliocéntricas requieren habilidades de orientación espacial para lograr describir los movimientos de los astros desde un punto externo a la Tierra y, a partir de allí, explicar lo que se observa desde su superficie.

A su vez, dado que los dibujos esquemáticos que se presentan en los textos constituyen construcciones humanas que persiguen una intención específica, es común que muchas imágenes astronómicas presenten errores debido a cualidades particulares que dificultan su interpretación, tales como representar algo que no se ve desde ninguna posición, representar desde una posición de observación lo que se vería desde otra o indicar en una misma imagen lo que se vería desde dos o más posiciones de observación (véase Galperin et al., 2014). Como ejemplo de esto, en la *Figura 1* se muestra una imagen extraída de un libro escolar que presenta varios errores: a) la parte iluminada de la Luna no "apunta" siempre hacia el Sol, b) la Luna está dibujada en el espacio exterior, pero del modo en que se vería desde la superficie terrestre, c) las lunas en cuarto creciente o menguante no son "cuartos" de Luna y d) no está dibujada ni indicada la posición del Sol.



**Figura 1:** Imagen de libro escolar sobre las fases lunares que posee errores conceptuales y didácticos.

#### 4. La enseñanza de la astronomía utilizando el sistema de referencia topocéntrico

Hoy en día, los temas de astronomía se desarrollan en forma casi exclusiva desde el sistema de referencia heliocéntrico (Galperin y Raviolo, 2014), reforzando la idea de que existe un sistema de referencia "privilegiado" para describir los fenómenos físicos. Pese a que dicho sistema posee ciertas "ventajas" para explicar determinados eventos, también posee ciertas "desventajas" ya que el punto de vista es sumamente distinto al de un observador terrestre. Por el contrario, las descripciones y explicaciones topocéntricas no requieren este cambio de "punto de vista" del observador, lo cual hace posible incorporar la noción de modelo científico, el cual actúa como mediador entre el mundo de la teoría y el de la experiencia (Lombardi, 1998). Esta relación modelo-realidad es compleja ya que un cierto fenómeno puede ser representado y explicado por más de un modelo (Harrison y Treagust, 2000). En consecuencia, resulta conveniente el desarrollo didáctico de explicaciones topocéntricas, las cuales deben estar acompañadas de esquemas que contribuyan a la construcción de un modelo mental descriptivo, explicativo y predictivo del fenómeno por parte de los alumnos.

#### 5. Las fases lunares explicadas en forma topocéntrica<sup>1</sup>

Si se observa la posición de la Luna dos días seguidos a la misma hora, es notable cómo cambia su posición, desplazándose unos  $13^\circ$  hacia el este cada día. Este desplazamiento provoca las fases lunares al hacer que la Luna cambie de posición angular respecto al astro que la está iluminando: el Sol. Por ese motivo, pese a que la Luna siempre posee una mitad iluminada, no siempre es posible observar totalmente dicha mitad, provocándose diferentes situaciones: que no sea posible ver su hemisferio iluminado desde la superficie terrestre (Luna nueva), que se pueda ver una parte de dicho hemisferio (Luna creciente o menguante) o que sea posible observar toda la mitad iluminada de la Luna (Luna llena).

Cuando la Luna se ubica en dirección aproximada hacia el Sol se dice que se encuentra "en conjunción" y, en ese momento, no es posible observar la Luna ya que ésta presenta hacia la Tierra su hemisferio no iluminado por el Sol. En esta fase de "novilunio" o "Luna nueva", la Luna sale y se pone prácticamente junto con el Sol. Durante los días siguientes,

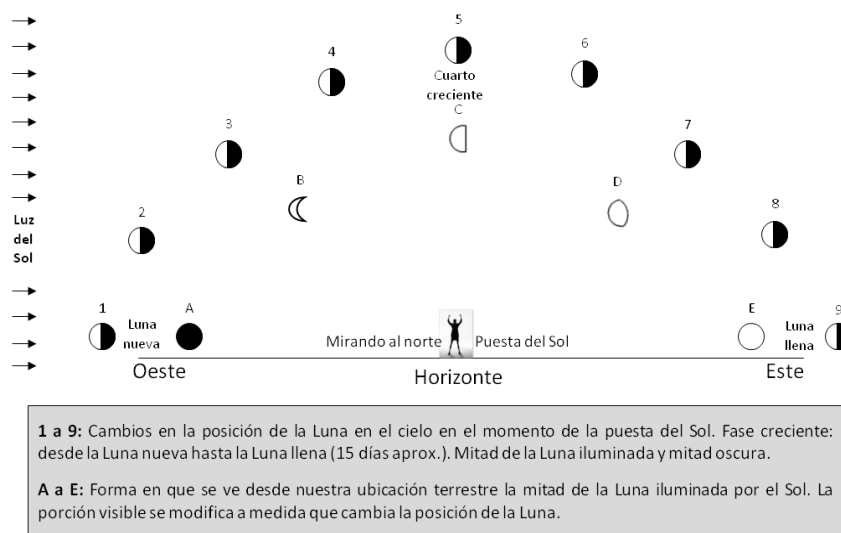
<sup>1</sup> Lo aquí detallado es una simplificación que intenta explicar solamente los cambios de forma que se ven de la Luna en el cielo. Por ese motivo, no se especifican los cambios en la altura de la Luna ni en los lugares de su salida y puesta durante su movimiento propio alrededor de la Tierra.

el movimiento propio de la Luna hacia el este provoca que ésta se aleje angularmente del Sol cada día que pasa, aumentando su "elongación", por lo cual comienza a poder verse una porción cada vez más grande de su hemisferio iluminado. Unos 7,5 días después, la Luna se ubica en "cuadratura", a  $90^\circ$  del Sol, momento en que es visible justo la mitad del hemisferio lunar iluminado; o sea, un cuarto de Luna. En esta posición de "Cuarto creciente", la Luna se observa como un semicírculo iluminado del lado oeste (lado izquierdo en el hemisferio sur) debido a la presencia del Sol en esa dirección.

Unos 7,5 días después, la Luna se ubica a unos  $180^\circ$  del Sol, por lo que es visible toda su mitad iluminada. En ese momento de "Luna llena" o "plenilunio", el Sol y la Luna se encuentran opuestos. Por lo tanto, la Luna sale por el horizonte oriental aproximadamente cuando el Sol se oculta por el horizonte occidental.

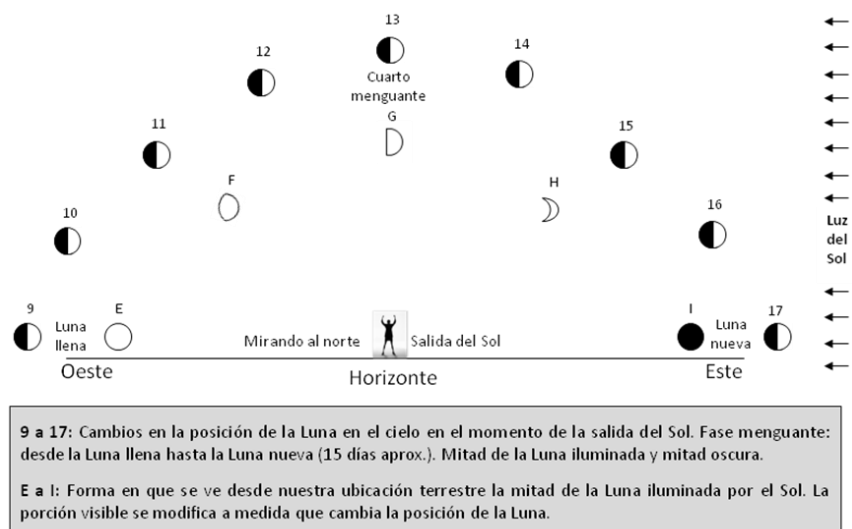
A partir del plenilunio, el movimiento propio de la Luna provoca que ésta se comience a acercar angularmente hacia el Sol, disminuyendo gradualmente su elongación. Por lo tanto, cada vez será menos visible su hemisferio iluminado. Unos 7,5 días después del plenilunio, la Luna se ubica nuevamente en cuadratura respecto al Sol, pudiéndose observar como un semicírculo iluminado, pero esta vez del lado este (lado derecho en el hemisferio sur). Se encuentra en "Cuarto menguante". Posteriormente, luego de 29,5 días, la Luna se ubica otra vez en conjunción, volviendo a estar en Luna nueva y comenzando su ciclo nuevamente.

El ciclo de fases lunares se divide en dos partes. Por un lado, a partir del novilunio transcurre la fase "creciente", donde la Luna se observa cada día más grande debido a que va aumentando su elongación hasta llegar a Luna llena. Este "crecimiento" de la Luna en el cielo puede observarse en forma completa en el horario de puesta del Sol, registrando la posición y forma de la Luna durante unos 15 días a la misma hora (*Figura 2*).



**Figura 2:** Esquema simplificado de la fase lunar creciente para un observador en latitudes medias del hemisferio sur. Se presenta la posición de la Luna (con números) y cómo la observa la persona (con letras).

Del mismo modo, desde el plenilunio en adelante ocurre la fase "menguante", donde la Luna se observa cada día más pequeña debido a que su movimiento hacia el este continúa, lo que hace que ésta disminuya su distancia angular respecto al Sol. Este "decrecimiento" de la Luna es posible observarlo en forma completa en el horario de salida del Sol (*Figura 3*).



**Figura 3:** Esquema simplificado de la fase lunar menguante para un observador en latitudes medias del hemisferio sur. Se presenta la posición de la Luna (con números) y cómo la observa la persona (con letras).

Como se puede observar en los diagramas anteriores, durante toda la fase creciente, la Luna está presente en el cielo en el horario de puesta del Sol y, por lo tanto, los observadores de latitudes medias del hemisferio sur la ven con su lado izquierdo iluminado. En cambio, la fase menguante puede observarse en su totalidad en el horario de salida del Sol y, en consecuencia, la Luna tiene su lado derecho iluminado cuando se la observa desde esta misma ubicación. Esto permite identificar si la Luna se encuentra en fase creciente o menguante con sólo realizar una única observación.

En el hemisferio norte, los diagramas se modifican debido a que la Luna se observa mirando hacia el sur y, por lo tanto, los lados iluminados de la Luna quedan invertidos: lado derecho para la fase creciente y lado izquierdo para la menguante.

## 6. Conclusiones

El objetivo de este trabajo es presentar un modelo explicativo desde el sistema de referencia topocéntrico para ser utilizado en una propuesta de enseñanza de las fases lunares. Este modelo permite la comprensión de este fenómeno a partir del movimiento propio de la Luna en el cielo, presentándose dos diagramas (imágenes externas) que contribuyen al proceso de representación interna del fenómeno por parte de los alumnos. A su vez promueve el desarrollo de habilidades de observación directa del cielo. Dado que este modo de explicar el fenómeno no implica posicionarse imaginariamente fuera de nuestro planeta, el mismo demanda menos requerimientos de habilidades visoespaciales por parte de los estudiantes y, por lo tanto, posee una menor complejidad conceptual.

## 7. Referencias

- Aggul Yalcin, F., Yalcin, M. y Isleyen, T. (2012). Pre-Service Primary Science Teachers' Understandings of the Moon's Phases and Lunar Eclipse. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 55, 825-834.
- Bayraktar, S. (2009). Pre-service Primary Teachers' Ideas about Lunar Phases. *Journal of Turkish Science Education*, 6 (2), 12-23.
- 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 (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.
- 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. 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., Raviolo, A., Prieto, L. y Señorans, L. (2014). Análisis de imágenes presentes en textos de enseñanza primaria: día y noche y movimiento diario del Sol. *Revista de Enseñanza de la Física*, 26 (No. Extra), 121-129.
- Harrison, A. y Treagust, D. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 9 (22), 1011-1026.
- Kikas, E. (2006). The Effect of Verbal and Visuo-Spatial Abilities on the Development of Knowledge of the Earth. *Research in Science Education*, 36 (3), 269-283.
- Lombardi, O. (1998). La noción de modelo en ciencias. *Educación en Ciencias*, 2(4), 5-13. investigación educativa. *Enseñanza de las Ciencias*, 26 (2), 153-176.
- Otero, M., Moreira, M. y Greca, I. (2002). El uso de imágenes en textos de Física para la enseñanza secundaria y universitaria. *Investigações em Ensino de Ciências*, 7 (2), 127-154.
- Otero, M. y Greca, I. (2004) Las imágenes en los textos de Física: entre el optimismo y la prudencia. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 21(1), 37-67.
- Perales, F. (2006). Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 24 (1), 13-30.
- Raviolo, A. (2013). *La imagen en la enseñanza de la química*. Conferencia. XVI Reunión de Educadores en la Química, Bahía Blanca, Argentina.
- 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.