

La cara oculta de la Luna

La Luna tarda lo mismo en girar sobre sí misma que en dar una vuelta alrededor de la Tierra, razón por la cual nos muestra siempre la misma cara. Afirmaciones como esta son frecuentes en libros de texto y en internet. Podemos incluso encontrar actividades escolares que proponen a los alumnos realizar una dramatización utilizando dos personas, una que hace de Luna y la otra que hace las veces de la Tierra. En esta nota sugeriremos cómo hacerlo con cinco personas, una representando a la Luna y cuatro desempeñando el papel de habitantes u observadores terrestres.

En estas sencillas dramatizaciones, sin embargo, en que la Luna se desplaza mirando siempre hacia la Tierra, subyacen ciertas dificultades que podrían obstaculizar la comprensión de los mecanismos en juego. Por un lado, el uso indistinto de algunos términos como *giro*, *rotación*, *traslación*, no todos exactamente sinónimos, genera confusiones. Por otro lado, cuando los alumnos piensan en la rotación, casi inevitablemente la relacionan con el movimiento de la Tierra sobre su eje,

origen del ciclo día-noche, y no tanto con el similar movimiento de la Luna. Agreguemos a esto que, si solo dos personas hacen la dramatización, forzadamente el alumno que toma la posición de la Tierra también debe rotar sobre su eje, pero no para representar el día y la noche sobre nuestro planeta (pues el Sol no está incluido en el juego), sino porque esa es la única manera posible de observar al alumno Luna durante todo su movimiento.

Entendemos que la diferencia entre la rotación y la traslación es muy evidente para nuestro planeta, y se comprende que cada movimiento tenga un efecto diferente: uno, los días; el otro, las estaciones del año. La Luna, por su lado, se desplaza o traslada alrededor de la Tierra, y también rota sobre su eje de una manera muy particular, en un movimiento llamado *sinclónico*, pues ambos completan su ciclo en el mismo lapso. Esto justifica analizar el movimiento real de la Luna y reflexionar sobre otros movimientos combinados similares, aunque con algunas diferencias sutiles.

Con la dramatización no solo se puede comprender el movimiento de la Luna alrededor de la Tierra, sino también reforzar algunos antiguos conocimientos, por ejemplo, qué es una órbita, qué es la traslación, qué es la rotación, etcétera. Por esta razón no es recomendable realizar la dramatización que estamos analizando con alumnos que no hayan adquirido esos saberes.

Dramatizar en busca de una explicación

El propósito del ejercicio de dramatización es lograr que los alumnos analicen diferentes combinaciones de rotación y traslación de un cuerpo, a fin de poder realizar comparaciones. Adviértase que la actividad también presenta limitaciones, en particular porque los dos astros personificados están en el mismo plano, el del piso, lo que crearía un problema si se quisiera incorporar también al Sol (figura 1). Además, como era de esperarse, en

¿DE QUÉ SE TRATA?

Cómo despertar la curiosidad y el interés por la astronomía en el ámbito escolar por caminos no convencionales.

la dramatización no se respetan los tamaños, ni las distancias, ni los tiempos del sistema Tierra-Luna. Por ello, sugerimos que los ejercicios de este tipo se realicen después de que los alumnos se hayan familiarizado con los tamaños y movimientos reales de los astros dramatizados.

Una crítica que suele merecer la forma tradicional de empleo de dramatizaciones en la escuela es que, por lo general, no se asigna un tiempo para discutir con los alumnos las limitaciones del trabajo, y por esa razón la mirada reflexiva suele estar ausente. El buen enfoque es realizar diferentes dramatizaciones, registrar observaciones y analizar los resultados. Así, conviene discutir en qué casos es posible

reconocer un movimiento de traslación o de rotación, y qué debemos tener en cuenta para establecer que se trata de uno o del otro.

La actividad que presentamos es de tipo grupal. Conviene formar tres grupos de cinco participantes cada uno y darles consignas diferentes. En cada grupo, a un alumno se le asigna la función de personificar a la Luna, y a los otros cuatro el papel de habitantes de la Tierra. Los tres grupos reciben instrucciones precisas, divididas en dos partes: una que es común a todos y una específica para el grupo. También reciben tres hojas de papel, marcadas respectivamente con las letras A, B y X. Las instrucciones se detallan a continuación (la figura 2 ayuda a comprenderlas):



Figura 1. Uno de los grupos de trabajo durante la dramatización del movimiento de la Luna llevada a cabo como parte de un curso de posgrado para docentes. La participante de la derecha, que representa la Luna, tiene un papel con la letra A pegado en su pecho y uno con la B en su espalda; se desplaza alrededor de cuatro compañeros, quienes deben registrar cuántas veces ven esas dos letras en cada órbita o ciclo que efectúa la primera.

Instrucciones comunes a los tres grupos

Pegar el papel con la X sobre una pared, a un metro y medio del suelo, para que sirva de referencia al alumno que se mueve alrededor de sus compañeros. Dibujar con tiza en el suelo los números 1, 2, 3 y 4, formando una circunferencia. El 3 debe ser el más cercano de la X y el 1, el más alejado. Cuatro alumnos se ubican en el centro del círculo, cada uno mirando en la dirección de uno de los números escritos en el suelo (es decir, cada alumno está girado 90° con respecto a su vecino). Ellos representan a los observadores fijos. El alumno que se mueve se coloca la letra A en el pecho y la B en la espalda, y debe dar una vuelta completa alrededor de sus cuatro compañeros, comenzando por el 1 y siempre orientado con relación a la X de la pared de la forma que se indica en las instrucciones específicas para cada grupo.

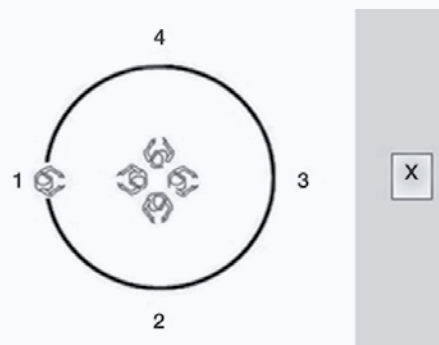


Figura 2. Esquema básico de la forma de organizar el ejercicio de la dramatización.

Instrucciones específicas para el grupo 1 (además de las comunes)

El alumno que se desplaza debe hacerlo de manera tal que en cada posición de su recorrido en coincidencia con los números 1, 2, 3 y 4 escritos en el piso quede mirando hacia la X puesta en la pared. Los alumnos que representan observadores fijos deben anotar en un cuadro de registro las veces que ven las letras A y B en cada vuelta que completa el alumno que se mueve. Deben hacerlo solo cuando este último está en alguno de los cuatro números, no si lo ven de reojo o de costado.

Instrucciones específicas para el grupo 2 (además de las comunes)

El alumno que se desplaza debe iniciar su recorrido en el número 1 mirando de frente hacia la X puesta en la pared; luego debe dirigirse al número 2 de tal manera que, al llegar, su hombro derecho apunte hacia la X. Luego, debe ir al número 3 de tal manera que, al llegar, quede de espaldas a la X. Al llegar al número 4 debe quedar con el hombro izquierdo apuntando hacia la X. Finalmente, al estar de regreso en el número 1 debe quedar otra vez de frente a la X de la pared. Los alumnos observadores fijos deben anotar en un cuadro de registro las veces que ven las letras A y B en cada vuelta que completa el alumno que se mueve. Deben hacerlo solo cuando este último está en alguno de los cuatro números, no si lo ven de reojo o de costado.

Instrucciones específicas para el grupo 3 (además de las comunes)

El alumno que se desplaza debe iniciar su recorrido en el número 1 mirando de frente hacia la X puesta en la pared; luego debe dirigirse al número 2 de tal manera que, al llegar, su hombro izquierdo apunte hacia la X. Luego, debe ir al número 3 de tal manera que, al llegar, quede de espaldas a la X. Al llegar al número 4 debe quedar con el hombro derecho apuntando hacia la X. Finalmente, al estar de regreso en el número 1 debe quedar otra vez de frente a la X de la pared. Los alumnos observadores fijos deben anotar en un cuadro de registro las veces que ven las letras A y B en cada vuelta que completa el alumno que se mueve. Deben hacerlo solo cuando este último está en alguno de los cuatro números, no si lo ven de reojo o de costado.

Para enriquecer la actividad, sugerimos que los cuatro alumnos que simulan ser observadores terrestres no dispongan de las instrucciones dadas al alumno Luna sobre el movimiento que debe realizar. Además, recomendamos que cada alumno Luna lea varias veces esas instrucciones antes de realizar la dramatización, y que luego los grupos intercambien sus instructivos, para que cada uno experimente las tres opciones propuestas. Es importante que el docente indique a los alumnos qué papel desempeña cada uno en la dramatización.

Los cuadros de registro en los que cada grupo de alumnos observadores fijos anota sus observaciones del alumno que se mueve son como indica la tabla.

Grupo	Veces que vieron la A por cada vuelta que realizó el alumno que se mueve	Veces que vieron la B por cada vuelta que realizó el alumno que se mueve
1	1 vez	1 vez
2	4 veces	ninguna
3	2 veces	2 veces

Algunas preguntas útiles para guiar la discusión a partir de los resultados finales podrían ser:

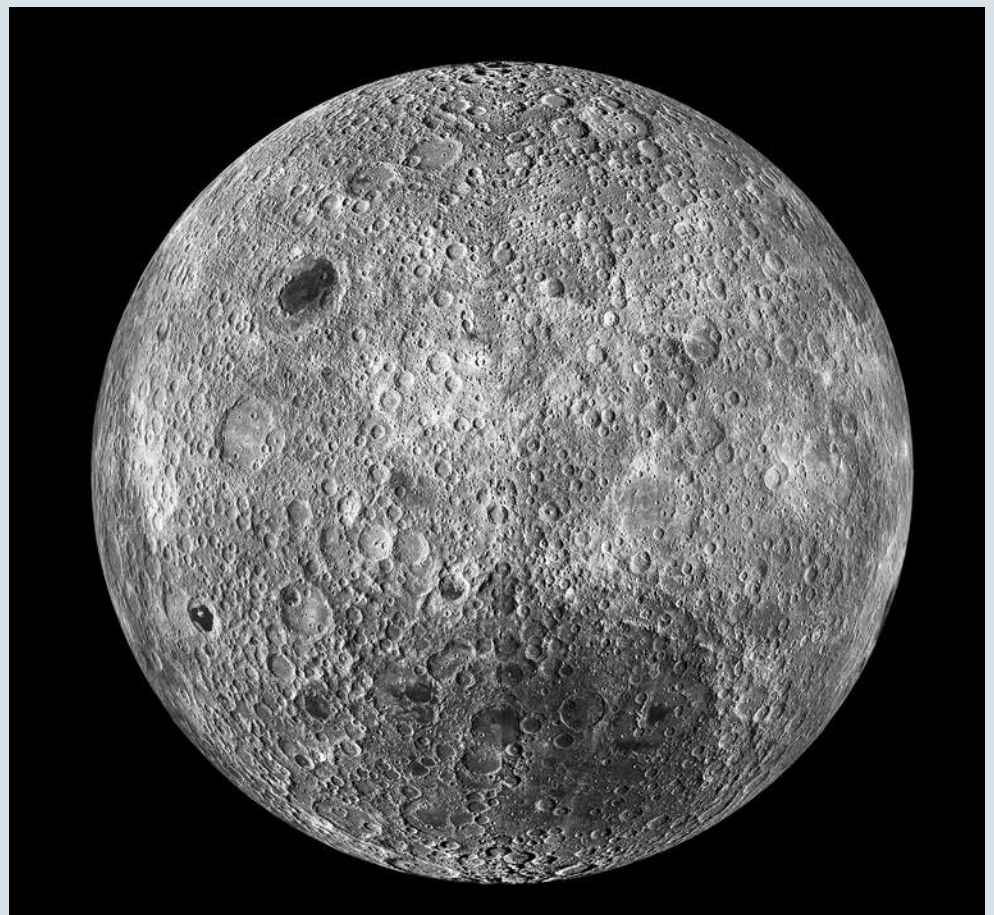
- ¿Qué representan las letras A y B, y los cuatro alumnos ubicados en el centro del círculo? En ese momento del ejercicio debería ser obvio, pero nunca está de más refrescar los propósitos de la actividad. Recordemos que en las instrucciones jamás se mencionan a la Luna o a la Tierra.
- ¿Qué movimientos estuvimos representando en cada caso? ¿En qué casos podemos hablar de un movimiento de rotación, uno de traslación o uno que combina am-

bos a la vez? ¿Cómo nos damos cuenta? Aquí resultará conveniente ayudar a los alumnos a advertir que la rotación es el movimiento alrededor del propio eje y que, para nuestro caso, ese movimiento hace que los hombros del alumno Luna apunten hacia direcciones diferentes en cada estación (1, 2, 3 o 4). Esto se evidencia fácilmente en los grupos 2 y 3. El alumno Luna del grupo 1, en cambio, no rota jamás en todo su movimiento de traslación por las cuatro estaciones marcadas en el piso.

- Para cada caso, ¿cuántas veces se rota por cada traslación completa? ¿Coinciden los sentidos de rotación y de traslación? ¿Son a favor o en contra del sentido de las agujas del reloj?
- ¿Cómo es el movimiento de la Luna alrededor de la Tierra para que a nuestro satélite natural le veamos siempre la misma cara?

La actividad puede enriquecerse aun más incluyendo a un alumno

Figura 3. La otra cara de la Luna. Si bien nadie pudo ver esta imagen desde la Tierra, la humanidad se ingenió para obtenerla por otros medios. Lunar Reconnaissance Orbiter, NASA.



LIMITACIONES Y ELEMENTOS PARA REFLEXIONAR CON LOS ALUMNOS

Si bien la dramatización descrita incluye solo dos cuerpos astronómicos, en la mente del docente (y quizá en la de algunos alumnos) posiblemente el Sol también ocupe un lugar. Casi siempre que se considera el movimiento de la Luna se lo hace con referencia a las fases lunares, para las que la posición del Sol es importante.

La órbita de la Luna alrededor de la Tierra define un plano en el espacio, y hasta ahí nuestra dramatización no presenta inconvenientes. Pero si se piensa también en el Sol, surge naturalmente el plano de la órbita de la Tierra a su alrededor (llamado *plano de la eclíptica*). Entonces se debe considerar seriamente si ambos planos coinciden o son diferentes. La respuesta es que el plano de la órbita de la luna y la eclíptica no coinciden: se cortan con un ángulo pequeño, de unos 5° . Este hecho limita la posibilidad de hacer una dramatización con los tres astros, pues los alumnos no se pueden desplazar en un espacio de tres dimensiones sino solo por el plano del piso. Si no se reflexiona en grupo sobre este hecho, será difícil que los alumnos comprendan por qué no se producen eclipses cada dos semanas, justamente cuando el alumno Luna se interpone entre el alumno Sol y el resto, o cuando el alumno Sol y el alumno Luna quedan en lados opuestos de los observadores terrestres.

Y que adviertan que en la fase de Luna nueva, por ejemplo, la posición de la Luna en el cielo se halla muy cerca de la del Sol, cuyos rayos le pasan por arriba o por abajo pero no llegan a ser obstruidos. Pero para el ejercicio planteado en esta nota, sin embargo, que no incluye al Sol ni entra a considerar las fases lunares, la posición relativa de los planos orbitales es irrelevante.

Otra cuestión difícil de tener en cuenta en la dramatización es la escala del fenómeno real, es decir, sus dimensiones y distancias. Si se quisiera representar las dimensiones reales habría que considerar que el tamaño de la Luna no alcanza a ser un tercio del de la Tierra: por ello, ni el alumno más bajo de la clase podría actuar como alumno Luna. Además, los alumnos Tierra se tendrían que ubicar en un extremo de una cancha de fútbol y el alumno Luna, en el otro. Por último, este último alumno debería moverse con lentitud extrema, para realizar un ciclo completo en aproximadamente un mes. Para los archivos: el diámetro de nuestro planeta es 12.700km, el de la Luna 3500km y la distancia que los separa ronda los 400.000km (cifras redondas aproximadas). El ciclo de la Luna alrededor de la Tierra o mes sidéreo es de aproximadamente 27,5 días. Recordemos que, al no incluirse al Sol, la única referencia con la que contamos es el cielo estrellado.

adicional como observador fijo, pero ubicado fuera del círculo y alejado del centro (de la Tierra) una distancia mayor que el tamaño de la órbita del alumno Luna. Este nuevo observador fijo pero no terrestre también debe registrar las veces que ve a las letras A y B. Supongamos, por ejemplo, que se ubica del lado de la posición 1. En el caso del grupo 1, verá siempre la letra B, pero en los casos de los grupos 2 y 3, verá una vez la A y una vez la B.

Se podría preguntar: ¿por qué creen que los resultados son distintos de los obtenidos por los observadores terrestres? Los registros obtenidos por el observador no terrestre, ¿son diferentes en todos los casos? Se fomenta así una discusión que favorece adoptar una visión externa al sistema Tierra-Luna, en contraposición con el marco de referencia vivencial que tienen los cuatro alumnos ubicados en el centro del círculo, por morar sobre la superficie de nuestro planeta.

Otras actividades sugeridas

Observar la Luna durante varias horas de un mismo día y durante un mes completo, para verificar su verdadero movimiento alrededor de nuestro planeta.

Consultar libros y manuales escolares (también sitios de internet) y analizar críticamente la manera en la que representan el movimiento de la Luna. **CH**



Alejandro Gangui

Doctor en astrofísica, Escuela Internacional de Estudios Avanzados, Trieste.
Investigador independiente del Conicet.
Profesor adjunto, FCEN, UBA.
Miembro del Centro de Formación e Investigación en la Enseñanza de las Ciencias, FCEN, UBA.
gangui@df.uba.ar
cms.iafe.uba.ar/gangui



María C Iglesias

Profesora universitaria en ciencias biológicas, FCEN, UBA.
Asistente didáctico-disciplinar en ciencias naturales, Escuelas Intensificadas en Ciencias, GCBA.
Ayudante de cátedra, FCEN, UBA.
miglesias@cefiec.fcen.uba.ar



Cecilia G Lastra

Estudiante del profesorado en ciencias físicas, FCEN, UBA.
ceciliaglastra@hotmail.com