

Recursos para visualizar algunas paradojas que se producen en el planeta Mercurio

Esteban Esteban

Aula de Astronomía de Durango, Bizkaia. España. esteban.penalba@gmail.com

[Recibido en enero de 2010, aceptado en julio de 2010]

En este trabajo se exponen una serie de circunstancias muy curiosas que se producen en el planeta Mercurio, relativas al movimiento del Sol respecto a su horizonte. También se explica la manera de hacer un modelo que permita visualizar algunas de ellas y la forma de escenificar otras.

Palabras clave: Rotación; Traslación; Día; Mercurio.

Resources to visualize some paradoxes that happens in the planet Mercury

In this work a series of very curious circumstances that happen in the planet Mercury are presented, relative to the motion of the Sun in relation to its horizon. It is also explained how to make a model to visualize some of them and the form of represent others.

Keywords: Rotation; Translation; Day; Mercury.

Imaginemos un lugar donde cada día cumpliríamos dos años.
Un planeta que necesita dar tres vueltas sobre su eje para completar un día.
Un lugar donde todas las mañanas el Sol sale dos veces.

No es necesario sumergirnos en un imaginario país maravilloso de cuentos fantásticos. Ese lugar existe y es el planeta Mercurio, siendo estas extraordinarias circunstancias consecuencias de la inhabitual duración de sus movimientos. Su traslación alrededor del Sol es muy breve, de solo 88 días terrestres, por ser el planeta más interno, y su rotación es extremadamente lenta, necesitando 58,6 días para completarla, al haber sido frenada por las fuerzas de marea producidas por la atracción solar.

Esta duración no muy diferente entre la rotación y traslación provoca las citadas circunstancias que pueden ser difíciles de comprender mediante una simple explicación, pero se pueden visualizar con un módulo mecánico o con simulaciones utilizando nuestro propio cuerpo, cuya realización se propone en este artículo.

Rotación y día

De las tres curiosidades citadas, y aunque todas sean sorprendentes, una de ellas parece de todo punto errónea. ¿Cómo pueden ser tres rotaciones igual a un día? Pero, ¿no es lo mismo una rotación que un día? (Esteban 2001).

Para entender la diferencia entre ambos términos, consideramos la figura 1 que recoge los dos movimientos de un planeta, donde la base de la flecha indica un lugar de referencia en que se sitúa el observador. En la posición 1 en el punto de la base de la flecha es mediodía porque está dirigido al Sol. En la posición 2, al cabo de un tiempo, se ha completado una rotación porque la flecha vuelve a indicar la misma dirección (hacia arriba), pero como el planeta se ha movido debido a la traslación, la flecha no se dirige hacia el Sol, aún no es mediodía y por tanto no se ha completado el día. Debe pasar un tiempo adicional hasta la posición 3 para que vuelva a ser mediodía. Este tiempo que transcurre de la posición 2 a la 3 marca la diferencia

entre los dos conceptos. Para determinar la duración del día son importantes tanto la rotación como la traslación. En planetas con rotación rápida (todos excepto Mercurio y Venus) ésta es la que prevalece, pero si es lenta los resultados pueden ser llamativos.

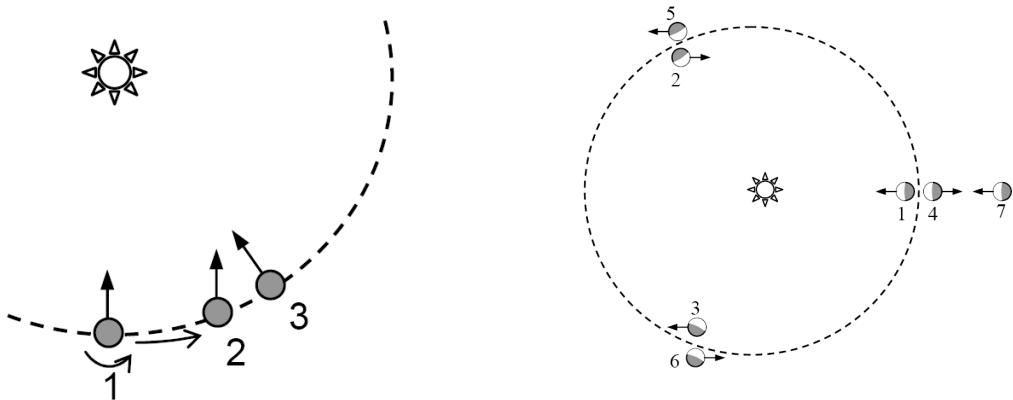


Figura 1. Rotación y día.

Figura 2. Posiciones de Mercurio.

El caso de Mercurio

La situación de este planeta es tan especial que se pueden constatar las circunstancias chocantes que se citaban al principio del artículo. Para que en el planeta Mercurio se complete un día deben pasar exactamente dos años y debe dar tres vueltas sobre su eje.

En la figura 2 se ve la situación, tomando como referencia el punto situado en la base de la flecha. Empezando por la posición 1 en que en dicho punto es mediodía, se han representado las posiciones de Mercurio cada media rotación. Se han colocado junto a la órbita y no sobre ella por imposibilidad de situar varias en el mismo punto. A continuación se describen dichas posiciones.

1. Mediodía en el punto de referencia, flecha dirigida al Sol.
2. Última parte de la tarde en dicho punto de referencia.
3. Se completa una rotación cuando en el citado punto es la primera parte de la noche.
4. Medianocche. Ha pasado un año mercurial, pero solo medio día.
5. Última parte de la noche. Se han completado dos rotaciones.
6. Primera parte de la mañana.
7. Mediodía. Se han completado tres rotaciones, un día y dos años mercuriales.

Elaboración de una maqueta para visualizar la situación

La relación entre la duración del día, el año y la rotación de Mercurio, mencionadas en el apartado anterior, se puede apreciar mucho mejor visualizándolas con un modelo similar a un telurio como el de la figura 3, donde se representan, con la escala temporal adecuada, los movimientos de Mercurio y sus extrañas consecuencias.

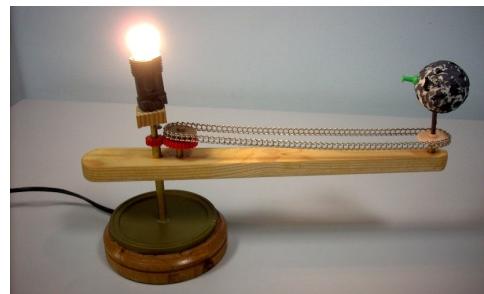


Figura 3. Foto de la maqueta.

Con la utilización del modelo se obtienen los mismos resultados que en la figura 2, pero de una manera continua y más visual.

Para elaborar esta maqueta pueden seguirse los pasos que se indican a continuación y aparecen ilustrados en la figura 4.

1. Sobre una base sólida se inserta un tubo vertical T1.
2. En un listón o brazo de madera se inserta un tubo T2 más ancho que el anterior, que encaje en él y pueda girar libremente a su alrededor.
3. Se encajan ambas piezas como en la imagen
4. Se utilizan dos engranajes E1 y E2 para la relación de movimientos y otros dos piñones P1 y P2 para guías de la transmisión. **Es fundamental que el engranaje E2 tenga el doble de dientes que el E1 porque un día dura 2 años.** El engranaje E1 se coloca en el tubo T1 solidario a él. P1 y P2 tendrán igual número de dientes. Todos se colocan solidarios en ejes que giren libremente dentro de los pequeños tubos T3 y T4 colocados en el brazo.
5. Una bola de porexpán representará a Mercurio, y conviene ponerle una referencia en un lugar de su ecuador, con una pequeña pegatina o una chincheta.
6. Se colocan los engranajes como se indica en la figura, se añade una cadena de transmisión y la bombilla. La transmisión también puede realizarse sustituyendo la cadena y los piñones por una goma elástica y dos poleas de igual diámetro. La lámpara no es imprescindible pero ilustra mejor la situación día-noche en Mercurio

Aunque todo el conjunto puede moverse con un motor M que se colocaría tal como se ve en la figura engranando al eje T2, es mejor hacerlo a mano para que siga el ritmo que nos interese y detenerlo cuando nos parezca adecuado para remarcar alguna posición. Simplemente empujando en el extremo del brazo para hacerlo girar, se reproducirán los movimientos de manera adecuada y se visualizarán las situaciones explicadas en el apartado anterior.

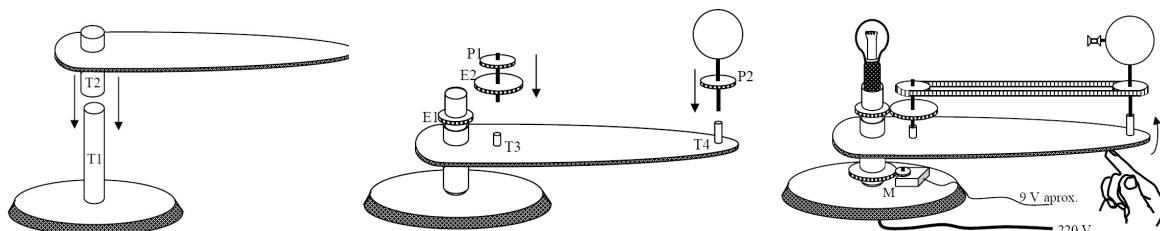


Figura 4. Proceso de elaboración.

¿Por qué vemos moverse el Sol?

Si extrañas son las anteriores circunstancias citadas, es mucho más sorprendente el que en el meridiano de longitud geográfica 90° y 270° de Mercurio cada día haya dos puestas de sol o dos amaneceres (Sparrow 2006).

Imaginemos un atardecer en esos lugares, el Sol acercándose lentamente al horizonte oeste, poniéndose poco a poco, pero instantes después de haber desaparecido completamente retrocede y vuelve a brillar hasta que se detiene antes de haber salido del todo y de nuevo se esconde. Es un movimiento de retroceso y avance de nuevo que permitiría ver dos puestas de sol todos los días y también desde esos mismos lugares se verían dos salidas de sol porque también al poco de aparecer por el horizonte Este retrocede ocultándose y vuelve a salir.

Estas increíbles situaciones que se dan en Mercurio son nuevamente el resultado de los movimientos de rotación y traslación.

Analicemos cómo se vería moverse el Sol en el cielo como consecuencia de cada uno de los movimientos del planeta por separado.

¿Cómo se mueve el Sol en el cielo debido a la rotación del planeta? Aunque ya sabemos la solución, hagamos una simulación. Colocamos un objeto cualquiera que represente al Sol y nos ponemos frente a él con los brazos abiertos. Si estamos en el hemisferio Norte nuestro brazo derecho marca el Oeste y el izquierdo el Este (figura 5, visto desde arriba).

Ahora giraremos sobre nosotros mismos poco a poco según el sentido contrario a las agujas del reloj, que es como ocurre la rotación vista desde el hemisferio norte (posiciones 2, 3, 4). Veremos que el Sol lo tenemos cada vez más cerca de la dirección de nuestro brazo derecho hasta que se oculta y dejamos de verlo. Debido a la rotación vemos moverse al Sol de Este a Oeste.

La figura 5 representa, una persona vista desde arriba con los brazos extendidos (la nariz y el cabello indican la posición).

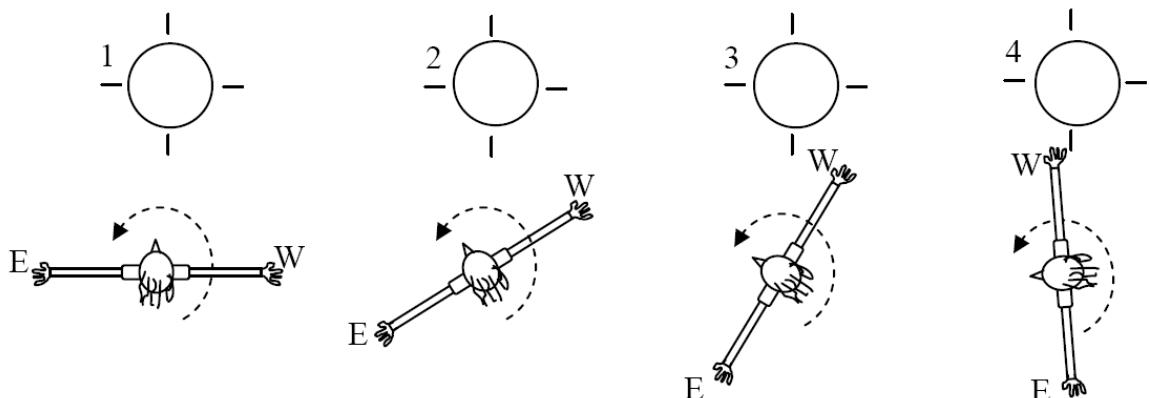


Figura 5. Simulación del movimiento aparente del Sol debido a la rotación.

Ahora supongamos que no hay rotación y únicamente nos trasladaremos alrededor del Sol sin dejar de mirar hacia un lugar concreto de la habitación para no rotar. La traslación también se realiza en sentido contrario a las agujas del reloj vista en el hemisferio Norte (figura 6). Vemos que el Sol se oculta por nuestra mano izquierda en la posición 4. Es decir, que debido únicamente a la traslación el Sol se mueve del Oeste al Este.

Pero como todos los planetas realizan los dos movimientos, al final prevalece el movimiento más rápido, que casi siempre es la rotación y por ello desde casi todos los planetas el Sol se mueve de Este a Oeste.

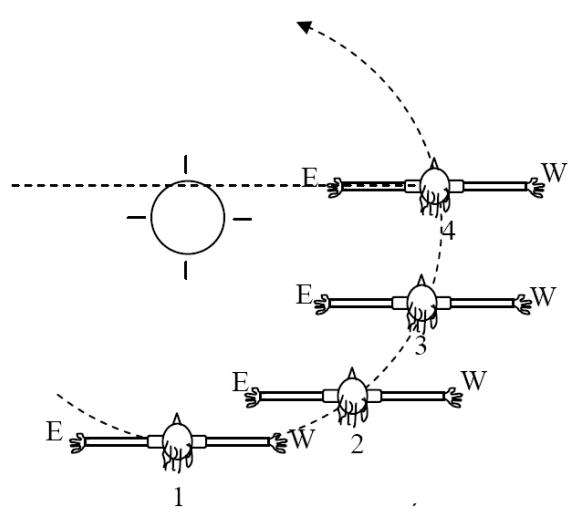


Figura 6. Efecto de la traslación en el movimiento aparente del Sol.

Dos puestas de sol y dos amaneceres cada día

En Mercurio también la rotación es más rápida y por ello el Sol debería moverse de Este a Oeste. Pero hay una circunstancia que modifica la situación. La traslación no es constante, cerca del perihelio se acelera y supera a la rotación en velocidad angular. Así, aunque el Sol sale por el Este y se pone por el Oeste, hay un intervalo de tiempo durante el cual retrocede.

Esto ocurre en un punto concreto de la órbita de Mercurio y por tanto, dos veces al día. Se ha tomado precisamente como meridiano cero aquel desde el que el fenómeno ocurre a mediodía (y a medianoche, que no se verá). En el meridiano a 90° de ése, el retroceso se produce cuando el Sol está en el horizonte. Ambas situaciones están representadas en la figura 7.

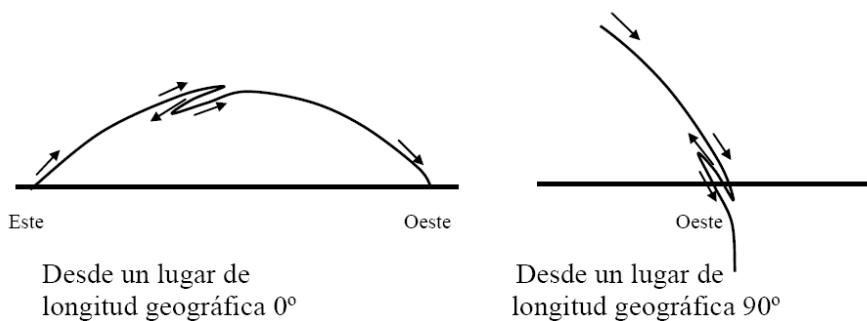


Figura 7. Retroceso del Sol en Mercurio.

La simulación de todo el proceso, como en los casos anteriores, es algo complicada teniendo en cuenta que el actuante debe controlar dos movimientos simultáneamente y además cambiar la velocidad de uno de ellos.

Pero se puede simular utilizando un método que se usa muy frecuentemente en casos en que un efecto es consecuencia de dos causas. Se considera en cada momento la diferencia de ambas; aquí la diferencia de los dos movimientos. Restamos las velocidades y queda el más rápido. Así los efectos observados son los mismos que en realidad y se recogen en la figura 8.

Normalmente la rotación es más rápida, aunque cada vez la diferencia es menor (pasos 1, 2 y hasta el 3) se va girando sobre su eje, hasta que llega un momento en que son iguales, justo cuando el Sol se acaba de ocultar (paso 3) y se para de rotar.

En este momento la traslación supera a la rotación. La persona empieza a moverse alrededor del Sol sin rotar y aparece nuevamente el Sol (del 3 al 4).

La traslación vuelve a hacerse más lenta, y en la diferencia la rotación vuelve a dominar. Se vuelve a girar sobre sí mismo sin trasladarse y el Sol vuelve a esconderse (5).

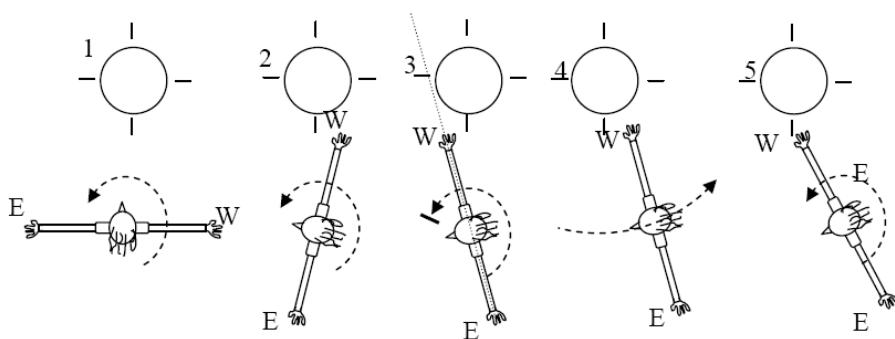


Figura 8. Escenificación de la doble salida del Sol.

Referencias

- Esteban E. (2001). Duración del día y movimientos planetarios. *Tribuna de Astronomía y Universo* 30, 68-71
- Sparrow G.(2006). *Guía turística del Sistema Solar*. Madrid. Akal.