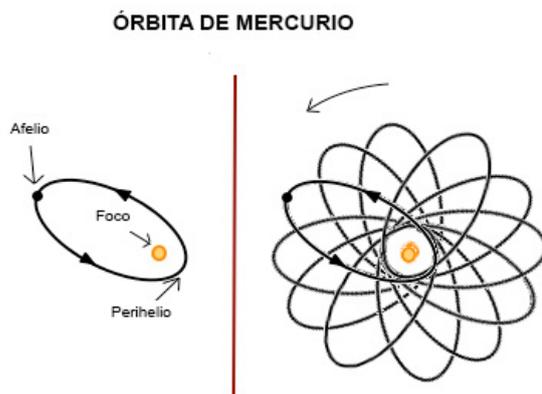


La historia de Mercurio y Vulcano, como la explicó Einstein

por Christiana Pantelidou (ICCUB)

El movimiento de todos los cuerpos celestes debe seguir las leyes del movimiento planetario de Kepler, que no son más que manifestaciones de la ley de la gravitación de Newton. En particular, la primera ley de Kepler en líneas generales dice: en un sistema de dos cuerpos, el cuerpo con más masa se mueve alrededor del menos masivo siguiendo una órbita elíptica con el segundo cuerpo situado en un punto llamado *foco* de la elipse. Aplicando esta regla a nuestro sistema solar, deducimos que todos los planetas siguen órbitas elípticas alrededor del Sol; sólo que unas son más elípticas que las otras. Por ejemplo, la órbita de nuestro planeta tiene un grado de circularidad, llamado *excentricidad*, de un 2% aproximadamente; mientras que el planeta Mercurio tiene una excentricidad de un 20%, resultando una órbita con una forma parecida a la de un cigarro. Debería enfatizarse que en estas órbitas, el punto focal, o lo que es equivalente, la posición del Sol, no está en el centro de la elipse sino que está desplazada hacia uno de sus lados. Así pues, cada planeta al hacer una órbita completa pasa por dos puntos especiales: el perihelio, el punto más próximo al Sol, y el afelio, el punto más alejado del Sol.



Créditos imagen: C. Pantelidou (ICCUB)

Sin embargo, lo descrito arriba se utiliza únicamente cuando se consideran sólo dos cuerpos a la vez. Si se quiere tener en cuenta todo el sistema solar, entonces es necesario aplicar una corrección a fin de considerar los pequeños efectos que cada planeta provoca en los que tiene más cerca. Estos efectos pueden cambiar ligeramente la excentricidad de sus órbitas y también hacer que estas giren lentamente alrededor del Sol.

La rotación de la órbita de Mercurio se determinó midiendo el tiempo que tardaba el planeta en transitar por delante del Sol según observadores terrestres. El tránsito de Mercurio, observado por primera vez por Gassendi, es un fenómeno que se da 13 veces cada cien años cuando el planeta Mercurio se alinea entre el Sol y la Tierra, entonces se puede ver Mercurio como un pequeño punto negro en el disco solar. El tránsito se puede ver o en mayo o en noviembre, siendo los tránsitos de noviembre un poco más frecuentes. Este hecho se puede explicar teniendo en cuenta que los tránsitos de noviembre, a diferencia de los de mayo, se dan junto al afelio de la órbita de Mercurio donde el planeta se mueve más lentamente. Exactamente por la misma razón, los tránsitos de noviembre duran más, y como el afelio es más cercano a la Tierra, el punto negro en el Sol se ve más grande.

Analizando todos los datos recopilados en observaciones realizadas entre el 1679 y el 1848, Le Verrier mostró en 1859 que la órbita de Mercurio rotaba con una velocidad

angular de 574 segundos de arco cada cien años. Fue entonces cuando surgió el problema: todas las correcciones debidas a la presencia de los otros planetas sólo daban razón de una rotación de 531 segundos de arco por siglo, lo que dejaba una diferencia de 43 segundos. Una de las explicaciones propuestas en aquellos tiempos fue la existencia de otro planeta llamado Vulcano, que se encontraría muy cerca de Mercurio (esto haría que no alterara la órbita de los otros planetas) y que perturbaría ligeramente su órbita. Durante años y años los astrónomos buscaron a Vulcano, pero no lo encontraron.

Fue en 1916 cuando la Teoría de la Relatividad General de Einstein explicó correctamente este déficit apoyando la idea de que Vulcano no existía. De acuerdo con la Relatividad General, se podría pensar el espacio como si fuera un lecho de agua y cada estrella como una pelota que reposara sobre la superficie de este lecho, de modo que la pelota haría que la superficie de agua se curvara más o menos dependiendo de cómo fuera de grande la masa de la pelota. Si se tirara una canica, - un planeta- cerca del balón - el Sol-, la canica empezaría a girar alrededor de la pelota y, genéricamente, después de unas cuantas vueltas caería hacia ella. Sólo si la canica se tirara con la velocidad correcta su órbita podría ser estable. Este es exactamente el caso de nuestro sistema solar. Todos sus planetas giran justamente con la velocidad correcta teniendo en cuenta su distancia al Sol: cuanto más cercano es el planeta más rápido debe girar para no caer hacia el Sol. Centrémonos ahora en Mercurio. Como se ha dicho más arriba, su órbita es muy excéntrica, de modo que su perihelio se encuentra muy cerca del Sol. En este punto, Mercurio percibe una curvatura mayor o lo que es equivalente, como dijo el mismo Einstein, Mercurio "se siente" como si hubiera una fuerza extra que la empujara hacia dentro. Este empuje extra afecta la órbita un poco, haciendo que esta gire lentamente alrededor del Sol. Volviendo a la analogía de la canica, imagínese que se empuja ligeramente la canica hacia dentro, pero de forma no suficiente para que esta caiga del todo hacia la pelota. La canica se estabilizará pero en una órbita ligeramente distinta al camino que hubiera seguido si no se hubiera interferido. Esto es lo que le pasa exactamente a la órbita de Mercurio.

El tránsito de Mercurio más reciente se dio el del 9 de mayo de 2016, y fue acogido con particular emoción. Esta se debía tanto a la rareza de este evento astronómico como a su valor histórico como primer test experimental de la Relatividad General, que fue superado de forma brillante en 1916! Desde entonces, la Relatividad General ha pasado una serie de verificaciones no triviales, siendo la última las observaciones directas de ondas gravitacionales. Las ondas gravitacionales no son ni más ni menos que las ondas del propio espacio tiempo - o, dada la analogía hecha más arriba, las ondas en la superficie del lecho de agua- predichas por Einstein en 1916 y observadas por la colaboración LIGO en septiembre de 2015. Sin embargo, fue el tránsito de Mercurio el que dio el primer indicio a favor de la Relatividad General y que nos ha guiado durante todos estos años en la exploración y el entendimiento de la teoría de la Relatividad General de Einstein.