

# CIENCIAHOY

Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Asociación Ciencia Hoy

## Astronomía

¿Es caótico el movimiento de Plutón?

Hace ya más de 350 años que Johannes Kepler condensó en sus célebres leyes las regularidades de las órbitas planetarias que sirvieron de base a Isaac Newton para enunciar la aún más célebre ley de la gravitación universal -además de haber hecho otro tanto con las leyes de la mecánica clásica-. Sin embargo, los intentos de los astrónomos por demostrar la estabilidad de las trayectorias de los planetas de nuestro sistema solar siempre han fracasado. ¿Qué significa que una órbita sea estable? Significa que, si por alguna perturbación el planeta es apartado ligeramente de su órbita, permanecerá cerca de ella y no se separará definitivamente de la misma.

Recientemente, según informa la revista *Science*\*, G. Sussman y J. Wisdom -científicos del Massachusetts Institute of Technology (MIT)- hallaron evidencia (numérica) de que la trayectoria de Plutón, el planeta más externo del sistema solar, presenta un comportamiento no estable. Pero ¿qué implica ello? ¿Conspira este resultado contra la inmutable periodicidad a la que la evolución planetaria nos tiene acostumbrados?

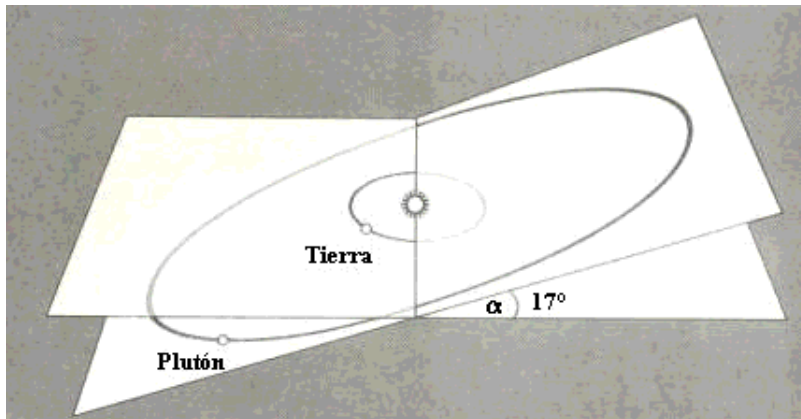
La fuerza gravitatoria ejercida por el Sol es la causa por la cual cada uno de los planetas describe una órbita elíptica plana a su alrededor. Pero la atracción gravitatoria no sucede sólo entre el Sol y cada planeta, también existe atracción de los planetas entre sí. Y, aunque esta fuerza es menos relevante, ya que la masa de cualquiera de los planetas es mucho menor que la del Sol, es suficiente para que la trayectoria de cada planeta no sea una elipse perfecta sino que se aparte levemente de la misma. Es más, como la fuerza de atracción es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre los cuerpos, el paso de un cometa muy próximo o la conjunción de dos planetas podría apartarlos de sus órbitas normales e incluso hacerlos chocar. Es por esto que la predicción teórica de las trayectorias exactas se toma terriblemente difícil aun cuando se disponga de grandes computadoras. Sussman y Wisdom calcularon cuál será la trayectoria de Plutón durante los próximos 845 millones de años. Emplearon para tal fin una computadora "dedicada" (especialmente diseñada para realizar tareas muy específicas Como, en este caso, el cálculo de trayectorias planetarias), cuya ventaja es una altísima velocidad de operación. El cálculo que debe hacerse es resolver la ecuación de Newton, que rige la evolución del planeta en función del tiempo, y para ello es necesario indicar las condiciones iniciales, es decir, la posición y la velocidad de aquél en el instante en que comienza a estudiarse el movimiento.

La trayectoria de Plutón es particularmente interesante por varias razones. Por un lado, porque su órbita se cruza con la de Neptuno, si bien en la larga historia de nuestro sistema solar nunca estuvieron demasiado próximos como para que las perturbaciones a la atracción gravitatoria del Sol, debidas a su mutua influencia, resultaran en una catástrofe. Pero, principalmente, porque la órbita de Plutón tiene tal grado de excentricidad e inclinación que permite sospechar que su movimiento es caótico (véase la figura). Ahora bien, ¿qué significado tiene la palabra "caos" para un físico? Para un sistema cuyo estado se describe mediante una variable donde la evolución temporal está determinada por una ecuación conocida y de la que se sabe su valor en determinado momento, se dice que tiene un comportamiento caótico si dos condiciones iniciales muy próximas determinan trayectorias que divergen exponencialmente con el paso del tiempo. Como la medición de magnitudes astronómicas se realiza en forma indirecta, no es posible conocer las condiciones iniciales con total exactitud, Además, cada una de ellas implica una trayectoria distinta. De modo que, si imaginamos para Plutón dos condiciones iniciales muy próximas en un instante dado, las trayectorias que de ellas resulten se separarán a distancias arbitrariamente grandes con el transcurrir del tiempo. Sussman y Wisdom hallaron que dos trayectorias de Plutón inicialmente muy próximas divergen en un lapso de 20 millones de años, margen muy corto si se tiene en cuenta que la edad del sistema solar es de unos 4.500 millones de años. Esto significa que medir la posición actual de Plutón con las técnicas más precisas no ofrece ninguna información sobre ella en la época en que se originó el sistema solar, como así tampoco acerca de su posición futura para tiempos mayores que 20 millones de años.

Es importante aclarar que los sistemas caóticos siguen siendo deterministas, es decir, si se supone conocido con exactitud el estado inicial del sistema mecánico y la ecuación de evolución, es posible averiguar su estado en cualquier instante posterior. La información sobre la evolución futura del sistema solar está contenida en los datos de su estado presente. Sin embargo, no es razonable pretender conocer con total precisión la posición actual de cada cuerpo celeste.

*\*Science, 1988, vol, 241, págs. 433-437*

**Graciela Domenech**  
**Daniel Gómez**  
Instituto de Astronomía y Física del Espacio.



La inclinación de la órbita de un planeta es el ángulo  $\alpha$  formado por el plano de su órbita con el de la eclíptica, que es el plano que contiene a la Tierra y al Sol. La inclinación típica para un planeta es de  $2^\circ$ , mientras que para Plutón es de  $17^\circ$ . La excentricidad mide el grado de achatamiento de la órbita.

