

CUARTO MOVIMIENTO DE LA TIERRA: NUTACIÓN

Antonio Bernal González

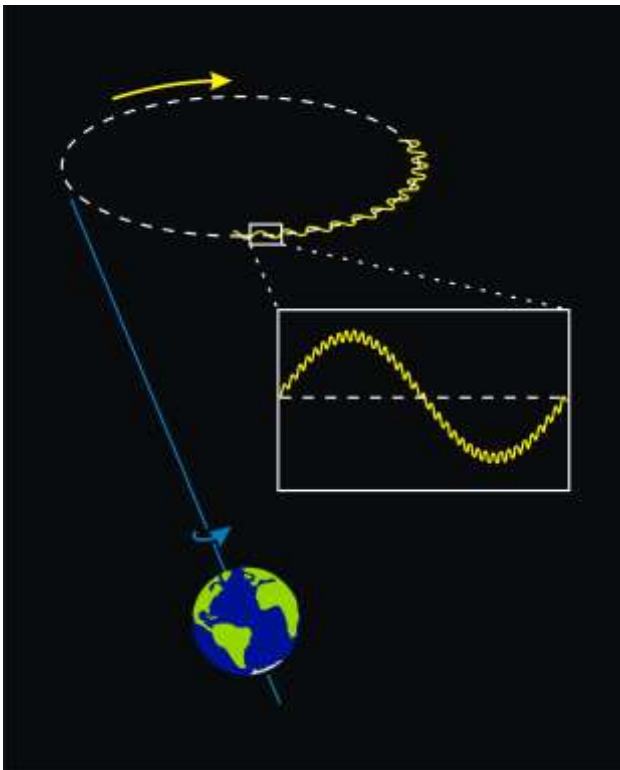
Twitter e Instagram: @puntovernal

www.puntovernal.webnode.es

Artículo publicado en la revista *Astronomía*, Madrid junio de 2018

El cuarto movimiento de la Tierra, después de la rotación, la traslación y la precesión, es el casi imperceptible llamado Nutación

El movimiento de precesión con su período de 26000 años que explicamos en la entrega pasada de *Astronomía*, no es tan sencillo como parece. Lo veíamos como un círculo dibujado en el cielo por el eje polar de la Tierra y así sería si la Tierra fuera una esfera uniforme, sin atmósfera, sin océanos y sin acompañantes cercanos: adiós a la Luna, a los planetas, a los asteroides. Solas la Tierra y el Sol. Pero la realidad es otra. En la Tierra hay corrientes oceánicas y atmosféricas, hay un magma interior que se mueve, y están, además, los cuerpos celestes que atraen en una especie de *tug of war* en todas direcciones. Por esas razones el círculo de precesión no es tan circular y la línea que lo forma no es tan nítida. Si la miramos a gran escala, esa línea tiene en toda su longitud un cabeceo llamado *Nutación*, como si hubiera sido trazada por una mano temblorosa. El nombre es apropiado porque la palabra latina *nutatio* significa oscilación.



La nutación es una oscilación del eje de la Tierra a lado y lado del círculo medio de la precesión. Cada oscilación está compuesta por vibraciones más pequeñas aún, de manera que el eje de la Tierra dibuja en el firmamento una especie de fractal imaginario.

Desde que empieza a trazarse en un momento dado, hasta que se cierra el pseudo círculo, se balancea casi 1400 veces, equivalentes a una oscilación de ida y vuelta cada 18,6 años. Viendo este período, un astrónomo listo sospecharía inmediatamente que la Luna tiene algo que ver con él, porque el plano de la órbita de nuestro satélite se balancea en el espacio haciendo un movimiento ondulatorio en ese mismo número de años. Y es verdad: la Luna es la principal causante del movimiento de nutación, al ejercer una fuerza de atracción sobre el abultamiento del ecuador terrestre, de igual manera a como el Sol ejercía su atracción y producía la precesión, según explicamos en la entrega pasada de Astronomía.

Buscando en internet, se encontrarán centenares de gráficos explicativos de la nutación –y de la precesión–, pero muchos de ellos son erróneos, como lo puede comprobar el lector. Basta con mirar el sentido en el que se indica el giro del círculo de precesión, con respecto a la rotación de la Tierra sobre su eje: en la mayoría de ellos aparecen ambos movimientos en el mismo sentido, pero en la realidad van en sentidos contrarios, como se puede ver en la figura que acompaña este escrito. Es posible que la confusión se produzca por el hecho de que en los mapas celestes la precesión se dibuja como un círculo que se desarrolla en el sentido contrario al de las manecillas del reloj. En ese caso lo estamos viendo desde dentro, en cambio en las representaciones como la de este escrito, lo vemos desde fuera, por lo que el sentido de giro es al contrario. En nuestra figura se ha dibujado la nutación como un bamboleo continuo a lado y lado del círculo de precesión, que aparece como una línea blanca punteada. En el recuadro se ve un detalle de esa oscilación y se aprecia que la curva es similar a una senoide. Pero no es una línea simple, sino que está compuesta por pequeños movimientos, también de vaivén, de una mayor frecuencia pero de una amplitud bajísima. Las causas principales de estas vibraciones están también en el Sol y la Luna. El tirón gravitatorio del Sol sobre el ecuador terrestre se maximiza cuando uno de los polos apunta hacia él en los solsticios y se minimiza en los equinoccios produciendo, entonces, una pequeña oscilación con un período cercano a los seis meses. Lo mismo hace la Luna una vez cada media revolución alrededor de la tierra, por lo cual, a la anterior se sobrepone otra vibración con período de unos catorce días. Si pudiéramos amplificar aún más el recuadro de la figura para ver uno solo de los pequeños zigzags, notaríamos que tampoco ellos están trazados por una línea limpia sino que hay otras vibraciones aún más pequeñas, de tercer orden, como si se tratara de un fractal. Y es que las causas de estos movimientos no se quedan únicamente en el Sol y en la Luna. También los planetas ejercen su efecto en menor medida y contribuyen así a que la curva de nutación sea tan compleja, que el Earth Orientation Centre, cuya responsabilidad es monitorear los parámetros de orientación del eje de la Tierra, mide esos movimientos en milésimas de segundo de arco. A modo de comparación, un milisegundo de arco es el ángulo bajo el cual se ve una moneda de un euro a una distancia de cinco kilómetros.

El descubrimiento de la nutación se debe al tercer astrónomo real de Inglaterra, James Bradley. Haciendo observaciones de mucha precisión con el fin de demostrar la existencia de la aberración de la luz, fenómeno que él mismo había descubierto en 1725, encontró que en las posiciones de las estrellas quedaban unos residuos que no se podían explicar por la aberración. Sospechó que existía ese pequeño movimiento causado por la oscilación del plano de revolución de la Luna y, después de 20 años de observaciones dedujo que en efecto, el eje de la Tierra oscila alrededor de una posición media, trazando una pequeña elipse que tiene un eje mayor de unos 18 segundos de arco. Si detuviéramos la precesión y dejáramos sólo la nutación, en el recuadro de la figura se podría ver la forma elíptica de uno solo de los pequeños zigzags.

El problema matemático de la nutación fue resuelto por el matemático suizo Leonard Euler a mediados del siglo XVIII en un documento que presentó ante la Academia de Ciencias de Berlín, tan organizado y bien explicado, que puede seguirse con facilidad sin necesidad de tener conocimientos demasiado especializados en matemáticas. El documento de Euler suscitó

una polémica con el matemático francés Jean le Rond D'alambert por la prioridad de la demostración. Es verdad que D'alambert publicó su solución al problema antes que Euler, pero el documento es abstruso y cinco veces más extenso que el de su rival. Por otro lado, hay que reconocer la nobleza de Euler que le dio el crédito al francés al decir que fue su solución la que lo inspiró para estudiar el problema.

Con la nutación no se terminan los movimientos de este complejo planeta en el que vivimos. En las próximas entregas analizaremos unos cuantos más que seguramente serán una sorpresa para los lectores.

