



[http://www.conevyt.org.mx/cursos/cursos/pcn/antologia/cnant\\_4\\_02.html](http://www.conevyt.org.mx/cursos/cursos/pcn/antologia/cnant_4_02.html)

## **Movimientos de rotación y traslación y sus efectos**

La Tierra da una vuelta sobre su eje cada 24 horas, girando de oeste a este. Esto se conoce como movimiento de rotación. Aun cuando no sentimos que la Tierra se mueva porque lo hace de manera suave, nos damos cuenta porque observamos el movimiento aparente de los astros a su alrededor, y sabemos que nuestro planeta gira sobre su eje, porque suceden el día y la noche, los cuerpos al caer se desvían hacia el este, los vientos y las corrientes marinas se desvían hacia la derecha de su punto de partida en el hemisferio norte hacia la izquierda en el hemisferio sur, y porque no todos los lugares del mundo tienen la misma hora.

### **El día y la noche**

Por convención se dice que son las 12 del día cuando el Sol pasa aproximadamente por el cenit del observador, o sea el punto del espacio que está exactamente por encima de nuestra cabeza.

Debido a que el paso del Sol por el cenit del observador se repite cada 24 horas, el día se define con base en este suceso cotidiano. Sin embargo, en la vida diaria contamos el día a partir de las 0 horas o medianoche y no desde el mediodía.

Además, dividimos cada hora en 60 minutos y cada minuto en 60 segundos, estas unidades de medición del tiempo fueron inventadas por los babilonios hace más de 2 000 años.

### **Husos horarios**

La sensación de que transcurre el tiempo se tiene por la sucesión de eventos repetitivos, por ejemplo, el día y la noche, las fases de la Luna o las estaciones del año.

Ahora bien, si un observador sigue la trayectoria del Sol en el transcurso del día, tendrá la impresión de que el astro recorre la bóveda celeste de este a oeste, cuando en realidad es la Tierra la que se mueve de oeste a este. Conforme el Sol recorre aparentemente la bóveda celeste, transcurren las horas del día.

Por acuerdo internacional, se ha dividido la Tierra en 24 franjas llamadas husos

horarios.

El meridiano de Greenwich sirve de referencia para medir los tiempos y las posiciones de los diferentes lugares del planeta. México está a  $90^\circ$  al oeste de Greenwich, es decir, que aquí estamos 6 horas más temprano que allá.

### Movimiento de traslación y sus efectos

Al movimiento que realiza la Tierra alrededor del Sol se le conoce como movimiento de traslación, y tarda en dar una vuelta completa 365 días, 5 horas, 48 minutos y 46 segundos. A este lapso se le conoce como año trópico y comienza el 21 de marzo. Sin embargo, nosotros utilizamos en nuestra vida cotidiana el año civil, que principia el 1 de enero y tiene 365 días en los años regulares y 366 en los años bisiestos.

Como el año trópico dura 5 horas, 48 minutos y 46 segundos más que el año civil, si sumamos ese tiempo cada cuatro años, obtenemos un día más, que es el que se agrega al mes de febrero en los años bisiestos.

Debido a que la Tierra, además de girar sobre su eje, se traslada en torno al Sol a lo largo del año, el aspecto del cielo nocturno cambia, pues las estrellas que observamos durante el mes de abril son distintas a las que vemos en octubre. Así las constelaciones que observamos también nos indican la época del año en la que nos encontramos.

La órbita de la Tierra no es un círculo perfecto sino una elipse. Cuando estamos más cerca del Sol estamos en perihelio y al estar más lejos nos encontramos en afelio (Fig.1).

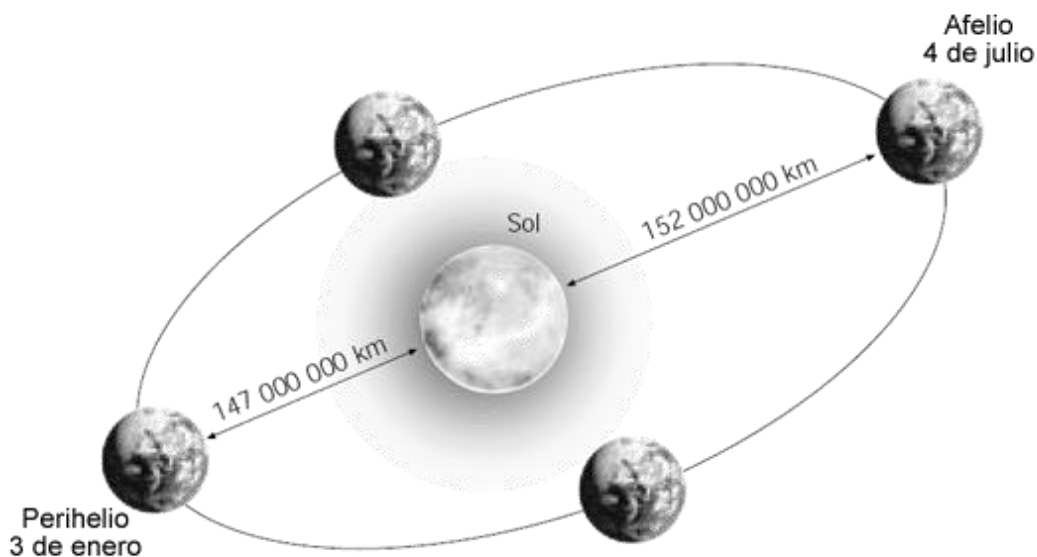


Fig. 1 Posición de la Tierra en su órbita elíptica en distintas fechas del año.

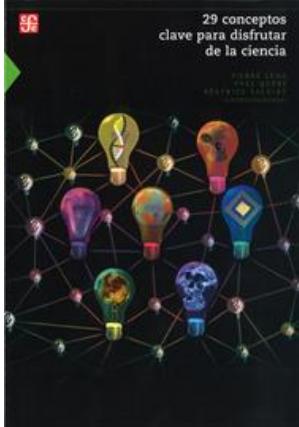
## Las estaciones del año

Otro efecto de la traslación terrestre es la sucesión de las estaciones del año. Los ejes de rotación de los planetas tienen distintas inclinaciones con respecto al plano de su órbita y siempre apuntan hacia la misma dirección.

Esta inclinación es la responsable de que haya estaciones, entre más inclinados estén los ejes las estaciones serán más notables.

Por ejemplo, en Urano, donde las estaciones son muy extremas, hay épocas en que el Polo Norte está apuntando directamente al Sol, de tal manera que los rayos solares inciden directamente sobre él, mientras que al Polo Sur no le llega luz. Cuando Urano está en la posición opuesta de su órbita, toda la luz llega al Polo Sur y el Polo Norte permanece en total oscuridad.

En cambio, en Júpiter no hay estaciones, debido a que su eje de rotación es casi perpendicular al de traslación, por ello cada lugar de la superficie de este planeta recibe siempre el mismo grado de insolación.



## Los movimientos de la Tierra

Síntesis del capítulo “Los movimientos de la Tierra” en el libro:

Léna, P. Y. Quéré y B. Salviat (*Coords.*) 2011. *29 conceptos clave para disfrutar la ciencia*. Fondo de Cultura Económica. México.

El día y la noche. Desde Galileo, y Copérnico antes que él (el primer astrónomo moderno que defendió esa idea), todo mundo está de acuerdo: la Tierra gira sobre sí misma respecto al Sol y las estrellas. Ese movimiento (**Rotación**) produce la alternancia del día y la noche. Una mitad de la Tierra está alumbrada por el Sol y es de día; la otra mitad no está alumbrada y es de noche. Como la Tierra gira alrededor del eje que se forma entre los polos, un punto dado de la superficie terrestre pasa sucesivamente de la luz a la sombra.

La Tierra gira sobre sí misma en 24 horas desde el punto de vista del Sol, que son 86 400 segundos. Sin embargo, eso es un promedio. De hecho, la duración del día solar puede variar en más de un milisegundo. ¿Realmente es tan grave un milisegundo? Sí, si pensamos que la Tierra tiene una masa de  $6 \times 10^{27}$  toneladas, ¿se necesitan buenas razones para acelerarla o detenerla! Las buenas razones son las corrientes estacionales en la atmósfera y en los océanos, que proporcionan variaciones anuales regulares, además de los movimientos de magma bajo la corteza terrestre, los sismos y los fenómenos meteorológicos de gran amplitud, como el famoso Niño. En efecto, los movimientos de la atmósfera y de los océanos modifican la repartición de la materia terrestre, lo que acelera o detiene la rotación de la Tierra, exactamente como un patinador puede hacerlo extendiendo o encogiendo los brazos.

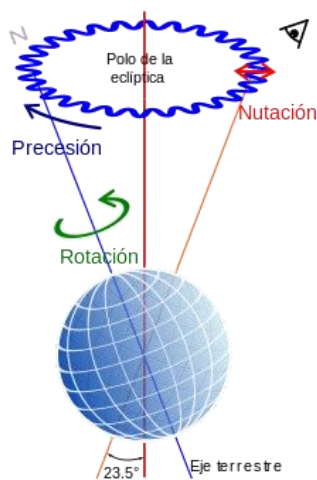
## El trompo Tierra

En resumen, la Tierra gira sobre sí misma, respecto al Sol y respecto a las estrellas, y no siempre de manera muy precisa. Gira alrededor del eje de los polos, cuyo lado norte apunta casi exactamente en dirección de la Estrella Polar. El eje de rotación de la Tierra, no es perpendicular al plano sobre el que gira, sino inclinado  $23^\circ 27'$  (alrededor de un cuarto de ángulo recto).

Es muy raro que un trompo gire “derecho”... Conforme el trompo gira, su eje traza lentamente un cono: es el movimiento de **Precesión**. Resulta entonces que el eje de rotación de la Tierra no apunta siempre en la misma dirección del cielo: la dirección del polo norte describe un círculo en el cielo a lo largo de 26 000 años.

En un trompo, al movimiento de precesión se superpone otro más rápido, como una oscilación del borde del cono de precesión: la **Nutación**. La Tierra también presenta ese movimiento, que se observa como una pequeña ondulación en la dirección de los polos, con un periodo de 18.5 años, perceptible si se observa con precisión la posición de las estrellas durante un tiempo largo (y los astrónomos los hacen desde hace varios milenios).

Si la Tierra fuera perfectamente esférica no se produciría ninguno de esos dos fenómenos, pero resulta que está aplastada por los polos. El efecto de la atracción lunar sobre la “llanta” del ecuador, las fuerzas de la Luna, el Sol y los otros planetas, que pueden sumarse o neutralizarse: no hace falta más para que la Tierra gire... como un trompo. En realidad, no tan alocadamente, pues la precesión y la nutación son perfectamente calculables.



## La Tierra gira alrededor del Sol

### El ciclo de las estaciones

No conforme con girar sobre sí misma como un trompo tambaleante, nuestra Tierra gira alrededor del Sol. Por fortuna, pues de otra manera no habría estaciones, y no sólo por eso las hay: también hace falta que el eje de rotación esté inclinado respecto a la Eclíptica (el plano de la órbita terrestre alrededor del Sol). La trayectoria (la órbita) de la Tierra es una elipse con el Sol en uno de sus focos. Una elipse muy poco elongada, que difiere de un círculo perfecto sólo en un pequeño porcentaje. El punto más alejado del Sol se llama Afelio (el 5 de julio); la Tierra está más cerca del Sol en el Perihelio (el 3 de enero). El frío invernal del hemisferio norte no se debe a que el Sol esté más lejos de nosotros (de hecho,

está más cerca) sino a que sus rayos llegan más inclinados al suelo y lo calientan con menos eficiencia (y durante ese tiempo, pues el día es más corto).

Cuando la Tierra está más cerca del Sol (en el perihelio) va más rápido, y cuando está más lejos del Sol va más lento (como quiera que sea, su velocidad media es de 108 000 km/h). Cada estación ocupa exactamente un cuarto de la órbita terrestre, pero ese cuarto de órbita no es recorrido en un cuarto de año exactamente. ¿cuántos días hay en cada estación?

92 días y 19 horas en primavera,  
93 días y 14 horas en verano,  
89 días y 19 horas en otoño, y  
89 días en invierno.

Así el verano es la estación más larga. Es normal pues es cuando la Tierra se desplaza más lentamente. Por supuesto que en el hemisferio sur la situación se invierte ¡y el invierno es la estación más larga!

La trayectoria de la Tierra alrededor del Sol, su rotación en torno al eje de los polos: ¡algo sólido y firme! Sin embargo, esos dos movimientos de la Tierra se ven perturbados constantemente por la presencia de los demás planetas y la Luna. Como resultado, la órbita de nuestro planeta y su movimiento de rotación varían de manera lenta pero segura conforme pasa el tiempo.

Esas perturbaciones son el origen de las grandes variaciones en el clima. Ya hablamos de la precesión de los equinoccios, ese movimiento del eje de los polos que describe un cono en 26 000 años y provoca una lenta deriva de las estaciones.

Por ejemplo, consideremos el paso de la Tierra por el perihelio. Actualmente sucede durante el invierno del hemisferio norte, cuando el polo norte está en una noche perpetua. Por eso los inviernos del hemisferio norte son relativamente leves, pues la distancia Tierra-Sol es mínima. Dentro de 13 000 años el eje de los polos apuntará en la dirección opuesta: los veranos del hemisferio norte serán entonces más calientes y sus inviernos más fríos.

La forma de la órbita terrestre varía también siguiendo un ciclo de 100 000 años: la elipse es más o menos elongada. Para terminar, la inclinación del eje de los polos no siempre es de  $23^{\circ} 27'$ , sino que cambia levemente con un ciclo de 41 000 años.

La combinación de esos fenómenos explica en parte los grandes periodos glaciares que ha vivido nuestro planeta. Imaginemos que cuando es invierno en el hemisferio norte, la Tierra está lo más alejada posible del Sol, su órbita es muy elongada y la inclinación del eje es máxima: ¡es muy probable que el invierno sea extremadamente frío! El hemisferio norte, que es el que tiene la mayoría de los continentes, desarrollará un casquete polar enorme, y la Tierra entrará en una era glacial.