
TROPICOS Y ESTACIONES

AGUSTIN RELA

Programa de Pedagogía Científica.
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
Universidad de Buenos Aires.

A partir de la conocida descripción heliocéntrica del movimiento planetario se rescata la menos conocida aunque muy útil descripción geocéntrica. Las estaciones del año no sólo dependen de la inclinación del eje: con frecuencia olvidamos la dependencia con la latitud. Curiosos planetas cuyos círculos polares coinciden con el Ecuador.

Desde que dejó de estudiarse la cosmografía en una gran cantidad de escuelas, los conocimientos astronómicos prácticos se encuentran en un estado de subdesarrollo y retroceso en lo que al gran público respecta, a pesar de que una buena parte de ese gran público tiene estudios o actividades científicas o tecnológicas. Me avergüenza admitir que aprendí que en nuestro hemisferio el sol se mueve de derecha a izquierda sobre el cielo sólo cuando me vi en la necesidad de construir un aparato para fines helioenergéticos. El dispositivo motorizado para seguir al sol (comprado a USA) funcionaba al revés, y debimos invertir conexiones; no fue suficiente el habernos acordado de pedirlo para 220 V en vez de 110.

Los textos abundan en la descripción copernicana del movimiento de la tierra respecto del sol: traslación elíptica, casi circular, superpuesta a una rotación de la tierra alrededor de su propio eje, el que guarda una inclinación constante de 23,5 grados respecto de la perpendicular al plano de la órbita (el eje, ¿se mantiene siempre paralelo a sí mismo? ¿Qué quiere decir "paralelo a sí mismo"? ¿Acaso no son todas las rectas paralelas a sí mismas? Entonces, ¿qué es lo que queremos decir?). Las sucesivas posiciones del eje, son todas paralelas entre sí.

En cambio, la descripción ptolemaica ha caído en desuso, a pesar de que tanto en agronomía como en arquitectura, vialidad, helioenergética y navegación interesa el movimiento del sol respecto de la tierra y sus instalaciones fijas o móviles.

Ptolomeo

A veces encontramos placer en el análisis de razonamientos ajenos, cuando vemos en ellos coincidencia con ideas propias o verdadera novedad. No es tal este caso: el lector hallará confusa y tediosa la explicación geocéntrica del movimiento solar, lo que no deja de constituir una ventaja, porque se verá inducido a hallar por sí mismo el resultado, en vez de perder tiempo en actividad sin rédito ninguno. Para intentar deducir uno mismo el movimiento del sol respecto de la tierra (partiendo del conocido tierra respecto del sol), conviene utilizar la triquiñuela de encarar previamente un caso más sencillo, dado por un hipotético movimiento de la tierra igual al actual, pero con la diferencia de que el eje no tiene inclinación: se mantiene permanentemente perpendicular al plano de la órbita circular. En un caso semejante, es fácil deducir cuál ha de ser el movimiento solar: describirá circunferencias alrededor del Ecuador. Para fijar la imagen, pensemos en un lazador tejano que hace su número circense revoleando el lazo alrededor suyo, con el brazo en alto, de tal modo que la argolla de bronce gire alrededor de su cabeza, a la altura de su nariz. La argolla es el sol, y la cabeza del tejano es la tierra. En este caso es fácil concluir que en el Ecuador el sol sale por el este y se pone por el oeste, después de pasar por el cenit (punto más alto del cielo) todos los mediodías. En otras latitudes el

sol también saldrá y se pondrá por el este y oeste, pero culminará no en el cenit, sino en un punto desplazado un ángulo igual al de la latitud.

En los polos, todos los días del año el sol daría una vuelta arrastrando su vientre por el horizonte (por la refracción en la atmósfera, se lo verá un par de grados más alto). En un planeta semejante, los días y noches duran siempre 12 horas, y no hay estaciones.

El caso real

Nuestro tejano arranca más aplausos del público revoleando su lazo en círculos que ascienden y descienden, pero siempre horizontales. En su círculo más alto, alcanza y supera la

altura mínima al mediodía, ocurre el 21-6. Los días tienen (su parte diurna) duración desigual, más largos en verano y más cortos en invierno.

En el trópico de Capricornio, o trópico sur, hay un día del año (el 21-12) en que el sol pasa por el cenit. En latitudes tropicales, esos días son dos, y en el Ecuador, esos dos días son el 21-3 y el 21-9.

En latitudes más al sur o más al norte que 66,5 grados, que es el complementario del ángulo 23,5 grados, ocurre el fenómeno de la noche polar y del día polar: el sol, durante meses, deambula en círculos sobre el cielo, sin llegar a ponerse, o hace lo propio por debajo del horizonte, sin amanecer. En los polos pro-

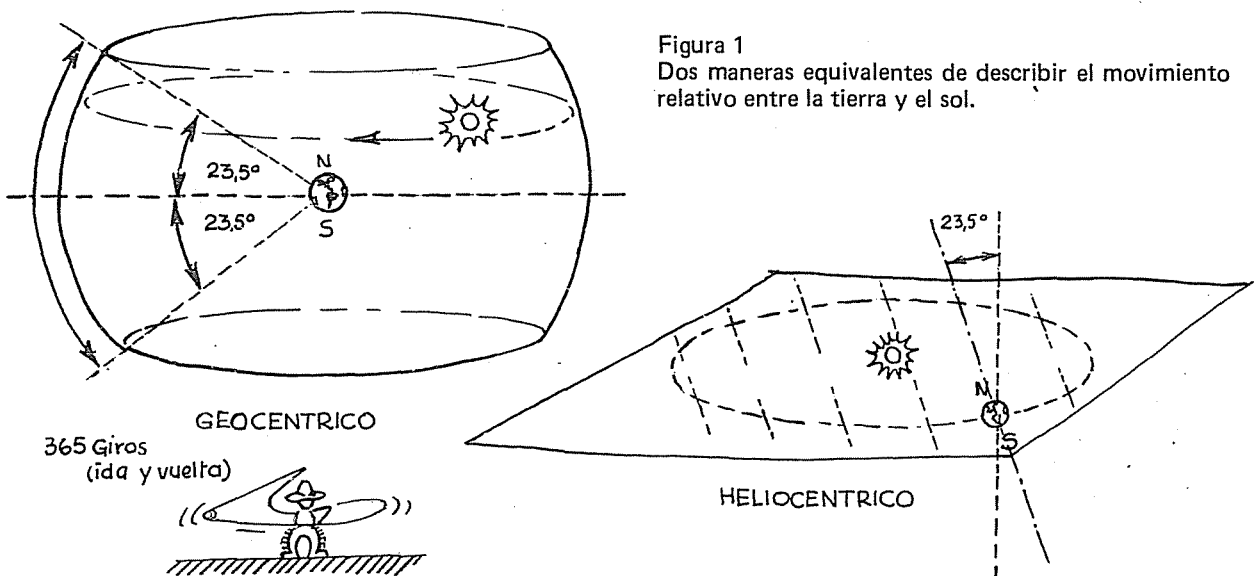


Figura 1
Dos maneras equivalentes de describir el movimiento relativo entre la tierra y el sol.

altura de su mano en alto, y por lo bajo casi toca el piso. Si hiciera eso cada 365 vueltas, y si la sogá recta barrierá un ángulo de 23,5 grados hacia arriba y hacia abajo, la argolla del lazo sería una buena réplica del sol en su movimiento anual alrededor de la tierra. Cuando el lazo está en alto, es verano en su cabellera, e invierno en su barbilla. Cuando el lazo está a la altura de su cabeza, es primavera y otoño (figura 1).

La figura 2 muestra el caso de una latitud subtropical. El sol sale por el este y se pone por el oeste sólo en dos días del año: el 21-3 y el 21-9. La máxima altura solar se observa en el mediodía del 21-12 (en el hemisferio norte sería el 21-6). El sol nunca ocupa el cenit. La

piamente, esto sucede alternativamente cada 6 meses, y en latitudes no tan polares, pero sí dentro de los círculos, esas épocas tienen duración variable. En un punto del círculo polar, hay un solo día en que el sol apenas asoma su coronilla en el horizonte, para ponerse inmediatamente (es el 21-6 en el círculo polar sur), y un solo día en que el sol roza el horizonte sin llegar a ponerse (el 21-12).

Tanto en el modelo heliocéntrico como en el geocéntrico pueden verse con facilidad las causas de las estaciones: los hemisferios norte y sur se turnan en su exposición hacia el sol, y esto ocasiona que mientras uno de ellos tiene el verano, el otro soporta el invierno. Curiosamente, algunas personas atribuyen las estacio-

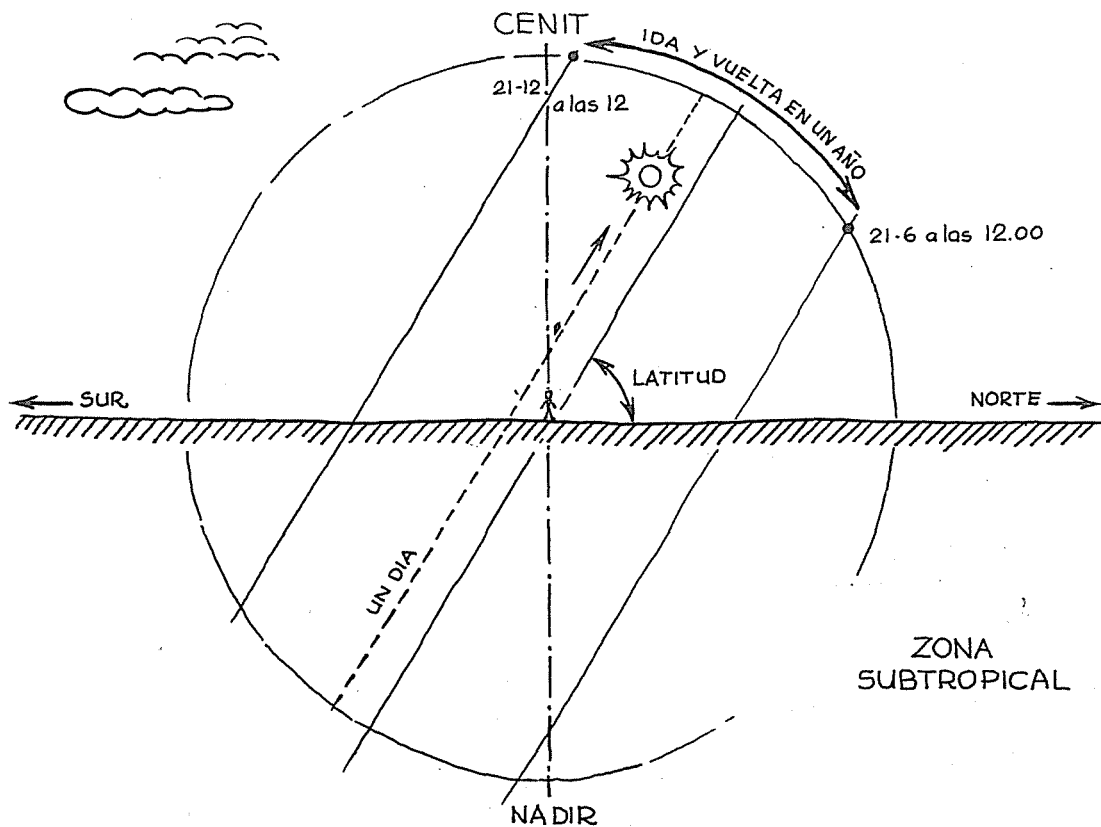


Figura 2
El este está a espaldas del lector, y el oeste al frente. El sol describe un círculo diario, como cuando se enrolla en un ovillo.

nes a la variación de la distancia al sol, sin percatarse de que en tal caso las estaciones serían simultáneas en ambos hemisferios.

Más casos hipotéticos

Nada cuesta imaginar un planeta que tenga un movimiento semejante al de la tierra, pero con mayor inclinación en su eje. La descripción del clima solar sólo cambiaría en que los círculos polares y los trópicos están más cerca unos de otros. Si la inclinación pasa a ser de 45 grados, en tal planeta los círculos polares coincidirán con los trópicos, y no existirá la zona subtropical, o estará restringida a sólo un par de líneas. En un punto del trópico-círculo polar, hay un día del año en que el sol no se pone, pero a "medianoche" roza el horizonte y al mediodía se lo ve en el cenit.

Si ahora imaginamos una inclinación de 90 grados, es decir el eje contenido en el plano de la órbita, el caso es mucho más extraño: los dos círculos polares coinciden con el Ecuador; los dos trópicos se han convertido en puntos coincidentes con los polos; toda región del

planeta estará comprendida entonces entre los trópicos. ¡Todas las orquestas serán tropicales! Los esquemas de pensamiento climático se nos quiebran, y ya no entendemos qué significa, ahí, un clima tropical, o una vegetación tropical. Sin duda, no significa cocoteros ni jóvenes practicando surf o buceando en busca de perlas, puesto que en tal planeta probablemente no habría regiones habitables. El 21-3, en el Ecuador, habría un día idéntico al actual, con el sol saliendo y poniéndose donde debe, y culminando en el cenit. Pero, pasan los meses, y el sol sale cada vez más al norte, y también se pone más al norte, hasta que el 21-6 se lo ve exactamente sobre el horizonte, al norte aparentemente inmóvil durante días, en un permanente atardecer, hasta que vuelve.

En los polos, el sol calcinaría y pondría al rojo la arena, al permanecer casi fijo durante toda una temporada en el cenit, mientras describe círculos de amplitud cada vez mayor, hasta bordear todo el horizonte tres meses después. Siguen 6 meses de cerrada noche po-

lar, en la que hasta el aire se congelaría. Clima inhóspito.

Otra vez en casa

Después de este intento de flexibilización de nuestra imaginación climática, bien podemos proponernos considerar que el clásico esquema de las cuatro estaciones tiene una validez relativa a la latitud. De este modo, a un venezolano le resulta completamente ajena la lámina de la playa, las hojas caídas, el muñeco de nieve y las flores y mariposas. El capta los cambios de estación por señales mucho más sutiles, a veces cambios en la dirección del viento, pequeñas diferencias de temperatura y cantos de cigarra. La permanencia territorial nos lleva a perder de vista esta relatividad, y así es frecuente leer en libros de historia que las tropas aliadas desembarcaron en Normandía en la primavera de 1942 (¿en la primavera de quién?), o encontramos que los ideales de fraternidad *universal* de la Revolución Francesa sólo alcanzaron al hemisferio norte, zona subtropical, en lo que atañe a los nombres de los meses, y hasta un ingenuo agente de turismo ofreció una vez un viaje al Ecuador, pero no lo recomendaba en verano (!). A propósi-

to, ¿cómo llaman los ecuatorianos a sus estaciones? ¿Tienen estaciones?

La influencia de los astros

El movimiento relativo del sol tiene decisiva influencia en la vida de los seres humanos: determina la rutina diaria de trabajo y descanso, siembras y cosechas, temporadas anuales de vacaciones, períodos de sesiones ordinarias en las Cámaras, alzas y bajas estacionales en precios de alimentos y combustibles, curva de consumo eléctrico, e infinidad de otras influencias. Curiosamente, cuando se le pregunta a una persona si cree en la influencia de los astros en la vida humana, responde que no cree; o bien, si cree, menciona astros de efectos energéticos insignificantes, como Júpiter y Venus.

La curiosidad inicial

En los casos en que los elementales conocimientos cosmográficos aquí descritos no resultan a un sujeto necesarios para su trabajo, el interés por el tema suele estar dado por la necesidad de hacer alguna aplicación práctica sencilla, por ejemplo orientar un reloj de sol o un heliofanógrafo, o responder las preguntas de un hijo.