

de tratar. Calculando los señores Stone y Croll los efectos de estas variaciones en las desigualdades de duración de las estaciones terrestres, han demostrado que eran mucho mayores que los que proceden de la excentricidad actual. Por ejemplo, cien mil años antes del de 1800, la excentricidad de la órbita era casi el triple de la actual, resultando de aquí una diferencia de veintitrés días de exceso del invierno que caía en el afelio sobre el verano que caía en el perihelio, diferencia que llegaba á veintiocho días en una época dos veces más remota, y remontándose hasta á ochocientos cincuenta mil años más allá del mismo punto de partida, se encuentra una diferencia de treinta y seis días.

Puede convenirse en que tan gran exceso de duración del invierno sobre el verano ocasione un enfriamiento intenso, capaz de producir fenómenos glaciales en grande extensión; tanto más cuanto que el prolongado y frío invierno de la época considerada sucedía á un verano corto, pero muy caluroso, y por consiguiente los fenómenos de evaporación aumentaban de intensidad al mismo tiempo que los de condensación. La hipótesis de Croll—nombre del sabio que la formuló por primera vez—consiste, pues, en explicar la aparición de los períodos glaciales por el efecto simultáneo de las variaciones de la excentricidad terrestre y de los movimientos combinados de la precesión y del perihelio, en las épocas en que dicha excentricidad llega á su máximo. Hácese á esta hipótesis una objeción que únicamente los geólogos son competentes para admitir ó rechazar, á saber, que el período de 10,500 años es muy corto; y que aun considerándolo como subdivisión de un período mucho mayor que comprende tantas veces 10,500 años como lo permite la existencia de una excentricidad considerable, siempre resulta una duración insignificante.

No pretendemos discutir aquí las razones que militan en pro ó en contra de las varias hipótesis propuestas; nuestro objeto ha sido únicamente demostrar la importancia de las perturbaciones seculares experimentadas por el planeta á causa de la gravitación universal, para conocer mejor las cuestiones relativas á la historia de su pasado, y por lo mismo á su historia futura.

CAPÍTULO VI

LAS MAREAS

I

MAREAS OCEÁNICAS. —DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL FENÓMENO

Las mareas son otra prueba manifiesta de la acción de las masas de la Luna y del Sol sobre la Tierra, y también un fenómeno de la segunda categoría, es decir, producido por la propensión de las moléculas del cuerpo atraído á dirigirse á los centros de los cuerpos atrayentes. En este caso es la movilidad de las aguas de los océanos y de los mares la que produce sus oscilaciones periódicas por efecto de la influencia de los dos astros, y en este caso también veremos cómo resulta una reacción que debe alterar, si bien en un espacio de tiempo sumamente largo, la duración de la rotación del globo terráqueo sobre su eje.

El fenómeno de las mareas tiene demasiada importancia para la física terrestre para

que no entremos en algunos detalles sobre sus circunstancias y sobre su causa. Empecemos por describirlas.

Nadie ignora que las costas del Océano ofrecen dos veces al día, con unas 12 horas y 25 minutos de intervalo, el espectáculo de la marea creciente; las aguas suben poco á poco, invaden la playa, cubriéndola á una altura cada vez mayor, y después de crecer seis horas llegan á su máximo.

Apenas llegado el momento de la *pleamar*, cesa el *flujo*, empieza la marea descendente, y el *reflujo* sucede al flujo. El mar se retira entonces de la playa que había invadido y baja poco á poco hasta su punto de partida, resultando entonces la *bajamar* ó *marea baja*. En seguida empieza de nuevo otra marea creciente, seguida de una bajamar y así sucesivamente.

Hay que advertir que el instante de la bajamar no es precisamente la mitad del intervalo que separa dos pleamares consecutivas, porque el flujo dura menos que el reflujo, ó si se quiere, el mar invierte más tiempo en bajar que en subir. Esta diferencia varía según los puertos, y siendo solamente de 16 minutos en Brest, llega en el Havre á 2 horas 16 minutos.

Tal es en conjunto el fenómeno de las mareas. Si no se hubiera pasado de la observación de esta periodicidad de los movimientos del mar, la ciencia no habría penetrado muy profundamente el misterio de sus causas; no habría podido predecir, como lo hace hoy con toda seguridad, la intensidad de las mareas en los diferentes puertos, ni las épocas precisas de las más altas, que tan preciosas indicaciones proporcionan á la navegación.

Antes de pasar á exponer las causas de este fenómeno, precisaremos más los hechos para proceder conforme á la marcha natural de la ciencia.

Hemos dicho que el intervalo que media entre dos pleamares es de 12 horas 25 minutos. De aquí resulta que la pleamar tiene un retraso de 50 minutos cada día, y por consiguiente, el período diario del fenómeno es precisamente igual al día lunar (1), que dura también 24 horas 50 minutos. En otros términos, los retrasos sucesivos de las pleamares son los que presentan los pasos sucesivos de la Luna por el meridiano. Si se anota, pues, la hora del flujo en un puerto, será fácil averiguar la hora en que tendrá lugar otro día. Los marinos, aprovechándose de esta circunstancia, adoptan sus disposiciones en consecuencia, según que quieran entrar dicho día en el puerto ó salir de él.

Fijémonos además en otra circunstancia: 50 minutos diarios de retraso dan en unos 14 días y tres cuartos un retraso total de 12 horas, ó sea uno de 24 horas ó de un día en 29 días y medio, es decir, en el período de una lunación.

Así pues, las horas de las mareas en un puerto determinado son las mismas cada quince días, con la diferencia de que las de la mañana vienen á ser las de la noche y recíprocamente. Al cabo del mes lunar, la hora vuelve á ser exactamente la misma.

Los hechos que consignamos aquí se refieren solamente á las horas de las mareas y á sus variaciones. Ocupémonos ahora de la intensidad del fenómeno.

Esta intensidad es á su vez muy variable en un mismo mar y en un mismo puerto; pero aun en este caso se presenta una periodicidad notable, que demuestra la conexión que tiene el fenómeno con las posiciones relativas del Sol, de la Luna y de la Tierra.

(1) Intervalo que transcurre entre dos pasos sucesivos de la Luna por el mismo meridiano superior.