

TEOD. — Tambien debe atribuirse no solo á la fuerza centrífuga de esas aguas en *a* que vence la fuerza de la atraccion, sino que tambien concurren para esa marea las aguas de los costados *bb*, que á causa de la fuerza centrífuga intentan apartarse del centro comun C por las líneas *bm*, *bn*; pero como el centro de la tierra las tira por la línea *bT*, obedecen las aguas á ambas fuerzas, rodando por la superficie de la tierra; y acudiendo de una y otra parte van á juntarse en el punto *a*, formando segunda *pleamar*. Aquí teneis la causa de las mareas llenas; y de lo mismo se colige que en *bb* ha de haber una gran *bajamar* ó marea vacía; pues alejándose las aguas de *bb*, unas hácia la parte de luna en virtud de la atraccion, otras hácia la parte opuesta á causa de la parte centrifuga, para formar las mareas llenas en *a* y en *i*, naturalmente ha de haber una gran falta de aguas ó *bajamar* en *bb*; esto es, en los dos lugares que estan en cuadratura con la luna.

SILV. — Yo no puedo dar voto en este punto, porque juega sobre las leyes del movimiento, en que no soy profesor; pero segun lo que tenemos tratado, lo hallo todo muy fundado.

TEOD. — Yo confieso que en el sistema newtoniano no encuentro esplicacion que mas me agrade, y fuera de él nada me parece verosimil en este particular. ¿Qué decís, Eugenio?

§ VII.

De las circunstancias particulares que se observan en el flujo y reflujo del mar.

EUG. — Si á vos os agrada, que descubris dificultades que yo no veo, ¿qué será á mí que tengo menos luces, y me dejo llevar mas fácilmente de la primera aparente belleza de las cosas? Pero quisiera saber si en este mismo sistema me podreis dar la razon de algunas variedades que se observan en las mareas, pues unas veces son muy grandes, y otras no.

TEOD. — En las lunas nuevas y en las llenas son las mareas mayores, y las llaman *mareas vivas*, y entonces sube el agua á mucha mayor altura en la *pleamar*, y baja mucho mas en la *bajamar*; y así debe ser, porque al modo que la luna atrae las aguas tambien las atrae el sol; pero la marea que se atribuye al sol es muy pequeña á causa de la gran distancia de este astro. Ahora bien, en las lunas nuevas, como el sol y la luna estan en una misma línea respecto de la tierra, concurre la atraccion del uno con la del otro; y si el sol habia de elevar las aguas 3 palmos, y la luna 10 ó 11, concurriendo ambas atracciones suben las aguas 13 ó 14 palmos, y habiendo en las mareas llenas mayor volumen de aguas, precisamente en los lugares de donde viene esa agua, y queda la mar vacía, ha de haber mayor falta de agua, y la *bajamar* será mas visible.

SILV. — Pero en las lunas nuevas no solo es muy grande la marea en el hemisferio correspondiente á la luna y al sol, sino tambien en el opuesto, y allí no hay atraccion del sol que aumente la marea.

TEOD. — Siempre que un cuerpo se mueve alrededor de algun punto tiene fuerza centrífuga; y en el sistema newtoniano, moviéndose la tierra alrededor del sol en la órbita anua, tambien tiene su fuerza centrífuga, que poco mas ó menos es igual á la fuerza de la atraccion del sol. En virtud de esto, el sol por sí solo, aunque no hubiese luna, siempre causaria dos mareas, una á medio dia en la haz vuelta hácia él, otra á media noche en la opuesta: la marea del medio dia seria causada por la atraccion del sol, y la de media noche por la fuerza centrífuga de las aguas respecto del mismo astro. Vamos ahora á la conjuncion del sol con la luna en las lunas nuevas: entonces se junta la atraccion del sol con la de la luna, y ambas hacen una marea muy grande en la haz que está hácia el sol, y se junta la fuerza centrífuga de las aguas respecto del sol con la fuerza centrífuga respecto del centro comun, y hacen una marea grande en la haz opuesta al sol y á la luna.

SILV. — Téngolo entendido.

EUG. — Y en la luna llena, ¿cómo sucede eso?

TEOD. — Como entonces el sol, la luna y la tierra se hallan en una misma línea, el sol por ejemplo en el poniente, y la luna en el oriente, concurre la atraccion del sol con la fuerza centrífuga de la luna, y la atraccion de la luna con la fuerza centrífuga del sol; de suerte que la marea llena *primaria* del

sol siempre concurre con la marea *secundaria* de la luna, y la *primaria* de la luna con la *secundaria* del sol, y por esto son tan grandes. Pero en las cuadraturas de la luna son las mareas muy pequeñas, porque concurre la *bajamar* del sol con la *pleamar* de la luna; y si la luna habia de elevar el agua 44 palmos, debemos descontar los 5 de la *bajamar* del sol, y solo quedan 8, y por la misma razon es entonces mas pequeña la *bajamar*; porque a biendo de bajar el agua por causa de la luna 44 palmos, como allí concurre la *pleamar* del sol que son 5, solo baja el agua 8 palmos.

EUG. — Ya lo entiendo, y veo que todo concuerda admirablemente. Pero los marinos observan en el año dos tiempos, en que las mareas son estraordinariamente grandes, y las llaman *cabezas de agua* si no me engaño.

TEOD. — Son en marzo y setiembre, y proceden de que los dos astros sol y luna se encuentran cerca del ecuador. Si nosotros pusieramos el sol y la luna en los polos no habria ninguna marea, porque en todas las partes de cualquier paralelo al ecuador estaria el agua á una misma altura, y con la revolucion diurna de la tierra las playas siempre mirarian á la luna ó al sol de un mismo modo, y siempre tendrian una misma altura de agua. Luego cuanto mas fuéremos trayendo los astros hácia el ecuador mayores serán las mareas. Ved aquí porque en las conjunciones que suceden cerca de los equinoccios son las mareas mayores que en lo demas del año; y es, que cada uno de los astros obra por línea mas proporcionada á ese efecto.

EUG. — No sé que tiene esto de llevar las cosas desde sus principios, que todas las circunstancias, aun las mas menudas, van saliendo naturalmente.

TEOD. — Advierto ahora dos cosas que merecen atencion: una es que la mayor fuerza de las mareas no es rigurosamente en el dia de *luna nueva* ó *luna llena*, sino dos dias despues, y es la razon, porque el balance de las aguas ganado en unas mareas va facilitando el movimiento de las otras que se siguen, aunque en ellas ya sea menor la fuerza de la atraccion, como en efecto ya lo es en los dias que van de la luna nueva adelante. La otra cosa es, que tampoco la mayor altura de la marea es al instante que la luna toca en el meridiano de ese lugar, sino dos ó tres horas despues. La razon que los newtonianos dan es esta. Supongamos que la luna está ahora en el meridiano de Lisboa; atrae y tira hácia este meridiano, no solo las aguas que se hallan á poniente, sino tambien las que estan á levante: estas últimas vienen andando hácia nosotros en fuerza de la atraccion de la luna; pero al mismo tiempo, como en este sistema se revuelve la tierra de poniente á levante, llevan las aguas movimiento hácia poniente. Esto supuesto, siendo las aguas del meridiano llevadas por la tierra con ímpetu hácia levante, y empujando la luna las de allá hácia acá, se han de encontrar recíprocamente, y haciendo un gran cúmulo formarán una marea muy llena en los parages que disten algun tanto de nuestro meridiano hácia oriente, por el cual ya la luna habia pasado dos ó tres horas antes.

SILV. — Esa esplicacion es ingeniosa.

EUG. — Y supuestos los principios naturalisima.

SILV. — Pero yo he oido decir que junto á Bristol suben las mareas á la altura de 45 pies; que en otras partes la marea es casi imperceptible, y en otras mediana. ¿De qué pueden nacer estas desigualdades?

TEOD. — Si la tierra fuera toda igual no habria esa diversidad en las mareas; pero la desigualdad de los sitios causa una desigualdad en el movimiento de las aguas. Las mareas que nosotros experimentamos aquí en el Tajo, no tanto proceden inmediatamente de la atraccion de la luna aquí como de la comunicacion del Tajo con el Oceano; del mismo modo en el Mediterraneo, que es un grandísimo estanque de agua, no puede haber mareas sino comunicándole el Oceano el aumento de las aguas al tiempo de la *pleamar*; pero siendo el Mediterraneo un estanque inmenso, cuya boca es el estrecho de Gibraltar, por mucha agua que entre por ese estrecho en el tiempo de 6 horas no puede ser muy perceptible repartida por todo el Mediterraneo; al cabo de las 6 horas, como en el Oceano es *bajamar* comienza á salir del Mediterraneo el agua que habia entrado, y de este modo solo en los lugares cercanos al estrecho será la marea mas visible. Tampoco puede ser perceptible donde no hubiere punto fijo para que se conozca la altura del agua: ved aquí porque en el mar grande no se puede echar de ver. Tampoco se puede percibir la marea cuando la agitacion de las olas fuere tal que no se conozca bien el nivel de las aguas; pero de ordinario suben á mayor altura de la que pedia el

nivel con el Oceano, porque corren con ímpetu, y suben mucho mas de lo que debian subir por las leyes de la atraccion ó fuerza centrifuga. Ultimamente, como unos lugares tienen comunicacion subterranea con otros, subiendo allí el agua á mayor altura por las leyes del equilibrio, debe naturalmente elevarse tambien en aquellos con los cuales ocultamente se comunican : y de este modo puede haber muchas mareas dentro de 24 horas : en otras partes hay varias ensenadas ó estrechos, varias cierras de peñascos debajo del agua, varios vientos que soplan con esta ó aquella direccion, y causan una gran perturbacion en la corriente de las aguas, y por consiguiente en las mareas.

EUG. — Solo me resta preguntar porque se atraen las mareas tres cuartos de hora de un día para otro.

TEOD. — Como siguen el movimiento de la luna, y esta anda hácia levante mas ligera que el sol, cuando este vuelve al meridiano aun faltan 50 minutos para que llegue la luna, y hasta entonces no vuelve á ser la *marea llena* que sigue á la luna.

SILV. — Habeis hablado de Benito de Moira y como si me bailase por la cabeza que construisteis una máquina para probar su doctrina.

TEOD. — En efecto es así ¹.

¹ Por los años de 1745 Benito de Moira comunicó al Padre Almeida su doctrina, y este la publicó en 1761 : algunos años despues, dando lecciones de física en Bayona y en Auch, para hacer sensible este sistema, y demostrar que era verdadero, imaginó una máquina, que dejó en el colegio de Auch, y puso otra en la Academia de las Ciencias de Lisboa.

EUG. — Decidme algo sobre este particular, pues me intereso en las cosas que revelan vuestro mérito.

§ VIII.

Doctrina de Benito de Moira.

TEOD. — Repárese en la (Fig. 40). Todos dan por sentado que la atraccion es reciproca entre los cuerpos en razon de sus masas. Como la tierra, pues, es mas pesada que la luna, y se atraen mutuamente, en el espacio de un mes giran la tierra y la luna alrededor de un centro comun I, el cual es tanto mas cercano al centro de la tierra que al de la luna, cuanto mas es pesada la tierra que la lu-

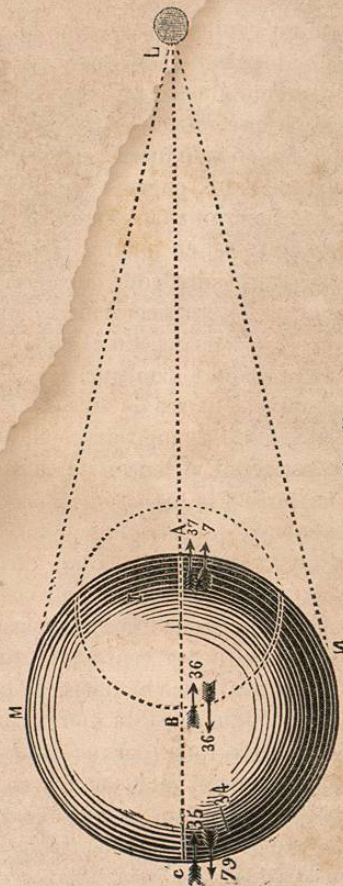


Fig. 40.