

si en la cámara de un navío que navega con viento en popa se jugase á los trucos, no advertirian los jugadores en los movimientos de las bolas diferencia de cuando jugasen estando parado el navío, y en esto concuerda en el dia todo el mundo, Silvio, ¿no reparais que avanzando la bala hácia el oriente tambien la tierra se le va escapando, y que corriendo la bala hácia el poniente, mientras viene por el aire se le va metiendo el suelo por debajo? Suponed que la pólvora sola puede hacer á la bala correr 50 brazas, y que esta es la distancia á que está el blanco, y que la tierra en ese tiempo correrá 50 brazas por ejemplo. Cuando el cañon ó pieza de artillería se dispara hácia el oriente, va la bala con 80 grados de velocidad, 50 que le dió el impulso de la tierra, y 50 de la pólvora; pero entre tanto avanzó el blanco con la tierra 50 brazas hácia el oriente; y ya por esta cuenta es precisa á la bala toda esa velocidad para llegar al blanco, porque los 50 grados son para vencer la distancia del cañon al blanco, y los 50 para suplir lo que él entre tanto anduvo con la tierra. Pues ahora volvamos la pieza hácia el poniente. Como el ímpetu de la tierra hace á la bala correr 50 brazas hácia el oriente, aunque la pólvora le dé impulso para correr 50 hácia el poniente, no le comunicará toda esa velocidad, pues ha de rebajarse el ímpetu de la tierra en contrario, y solo irá la bala con 20 grados; de suerte que no podrá correr mas que 20 brazas hácia el poniente; pero entre tanto el blanco moviéndose con la tierra se vino acercando á la bala, y así andando el blanco hácia acá 50 brazas y la bala 20 hácia allá, se com-

pleta la distancia de 50 brazas que habia entre uno y otro, y dará la bala en el blanco. Creedme, amigo Silvio, que si este sistema tuviera algun embarazo con la física no lo protegerian aquellos que han llegado á una en cierto modo escrupulosa y excesiva observacion de las mas pequeñas leyes del movimiento para cualquier efecto. Ahora los fundamentos que este sistema tiene á su favor alguna fuerza mas llevan, bien que no es tanta como ellos quieren, y como era precisa para que se permitiese francamente que se siga como *tesis*.

## § VI.

De las razones físicas que favorecen á los copernicanos.

SILV. — No me parece que serán muchos sus fundamentos.

TEOD. — El gran cardenal Polignac siendo muy buen católico y muy docto, como gloria que fue de la púrpura cardinalicia, juzgaba lo contrario de lo que vos juzgais. En su admirable libro del *Anti-Lucrecio*, despues de referir algunos sistemas del cielo, queriendo hablar del copernicano le hace esta introduccion. Mas por quanto el amor de la verdad me obliga, confieso que aquella sentencia me arrebató del todo, que afirma, etc. <sup>1</sup>. Esto decia aquel

*Sed quia cogit amor veri, sententia totum,  
Me rapit illa tamen, quæ per se clara refulget,*



gran cardenal : yo no me atrevo á decir tanto, sin embargo de que despues de su muerte se han descubierta muchas razones muy dignas de atencion, y ademas de eso el sumo pontífice Paulo III recibió con benignidad el sistema copernicano que su autor le dedicó, y Urbano VIII, cuando era cardenal Barberino, en una oda siguió este mismo sistema, bien que despues le reprobó. De donde se infiere que no es tan fuera de razon como decís. Mas para mí las razones mas fuertes son estas dos. La primera se saca de la figura de la tierra, y la segunda del movimiento de los péndulos. En cuanto á la figura de la tierra ya se da en el dia por demostrado que ella no es perfectamente esférica ni oval, como algunos en otro tiempo afirmaron, sino de figura de *esferoide*.

EGG. — No entiendo ese nombre.

TEOD. — Yo os lo explicaré : *esferoide* corresponde á la figura de una naranja, y es una esfera un poco rebajada en dos puntos opuestos <sup>1</sup>; así la

*Ac mihi Divinam præstantius explicat artem.*

Y un poco despues dice así :

*At licet ad terram quod pertinet, illa disertè  
Expediat, quia nempe eadem se præbet imago,  
Vel si spectator, vel si spectata moventur,  
Plura tamen Copernicio systemate clarent,  
Quæ numquam evolvet Ptolomeus, etc.*

Anti-Lucret., lib. VIII, desde el vers. 160.

<sup>1</sup> Hablando geométricamente, es una *elipse* que se mueve sobre su *eje menor*; así como la esfera es un círculo que voltea sobre su diámetro.

tierra no es perfectamente redonda, porque en los polos está mas baja, y en la *línea ó ecuador* mas alta ó levantada. Ahora bien, esta diferencia de altura desde la superficie de la tierra hasta su centro, aunque respecto de todo su volumen es pequeña, en realidad en sí es muy grande, porque viene á componer poco mas de cinco leguas, de suerte que el diámetro de la tierra, tirado de un punto del ecuador á otro contrario, tiene mas de diez leguas mas que el diámetro tirado de polo á polo. Ya dos grandes filósofos, suponiendo el movimiento diurno de la tierra, habian llegado á conjeturar por sus cálculos, y probaban que la tierra no era ni podia ser perfectamente redonda, y que debia ser mas levantada por el ecuador. El primero fue Huigens <sup>1</sup>: el segundo Newton <sup>2</sup>. Estos hombres, guiados del cálculo y de los principios de la física, decian que si la tierra se revolvía alrededor de su eje, todos los cuerpos, especialmente los fluidos, habian de hacer fuerza para huir del eje hácia fuera; porque es ley constante (segun os mostré cuando hablé de la honda) que todo cuerpo que se mueve en círculo forcejea por alejarse del centro, y esto se llama tener fuerza *centrifuga*, la cual siempre es mayor cuando es mayor el círculo <sup>3</sup>, ó cuando se aumenta la velocidad <sup>4</sup>. Suponed, pues, que la tierra se revuelve sobre el eje que va de un polo

<sup>1</sup> *Discours sur la cause de la pesanteur*, pág. 115.

<sup>2</sup> *Philosoph. natural. princip. mathem.*, lib. III, prop. 10.

<sup>3</sup> Siempre crece en razon de la distancia del centro.

<sup>4</sup> Tambien se aumenta en razon del cuadrado de la velocidad, ó en la razon inversa de los cuadrados de los tiempos periódicos.



al otro, y que los cuerpos fluidos hacen fuerza por apartarse de este eje; no obstante el peso que los hace cargar hácia el centro, necesariamente ha de estar el agua en el ecuador mas alta que en los polos y lugares circunvecinos. Hagamos aquí una (Fig. 25). El agua de N ó S (en caso que esta bola

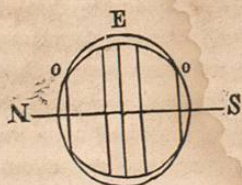


Fig. 25.

ande sobre su eje) huirá para oo, ni la pesadez le estorbará el que huya, porque esa gravitacion no es hácia el eje N, sino solo hácia el centro; y así retirándose el agua un poco del eje hácia fuera no va contra la gravedad, porque no se pone mas distante del centro. Pero en el ecuador y lugares vecinos á él, no puede el agua desviarse del eje sin apartarse tambien del centro; luego tenemos ahí dos fuerzas encontradas, una que es el peso, el cual la empuja hácia el centro, y otra que es la fuerza centrífuga, que la hace huir del centro hácia fuera, y levantarse hácia arriba; y cuando hay dos fuerzas encontradas, la mas pequeña queda vencida; pero siempre disminuye algun tanto el efecto de la otra que la vence, porque la cansa y debilita. Aquí el peso vence, pero queda disminuido; de suerte que aunque el agua no huye del todo ni salta hácia el aire, siempre queda mas ligera que la de los polos; y por eso para equilibrarse en el peso con ella necesita mayor altura. Ved aquí el fundamento de estos filósofos para conjeturar que la tierra habia de ser mas elevada por el ecuador; porque allí los cuerpos no

habian de pesar tanto, disminuyendo la fuerza centrífuga un poco la fuerza de la gravedad; y por esta misma razon dicen ellos que Júpiter (cuyo movimiento de rotacion es velocísimo, pues se absuelve en 9 horas) tampoco es perfectamente redondo, sino que sensiblemente es mas alto por su ecuador que por los polos segun las mas exactas observaciones.

SILV.— Pero todo eso es en el supuesto de que la tierra se mueva; negándose esa suposicion va por el suelo todo ese discurso.

TEOD.— Pues esperad. Algunos años despues que se hizo este cálculo fueron enviados hombres peritísimos á medir la figura de la tierra. A unos se les encargó que midiesen su vuelta ó convexidad junto á la línea, á otros que junto á los polos. Al Perú, que se halla en la América, cerca de la línea, fueron enviados MM. Godin, Condamine y Bouguer, de la academia de las ciencias, y los acompañaron dos matemáticos españoles llamados don Jorge Juan, comendador de Malta, y don Antonio de Ulloa, que escribieron la historia de estas observaciones; y á Torne en Laponia fueron enviados MM. Maupertuis, Clairaut y Camus, hombres todos dignos de semejante empresa; y con efecto hallaron la tierra mas levantada que el ecuador poco mas de 5 leguas con alguna diferencia de lo que habia calculado Newton. En esto todos concuerdan el dia de hoy. Vaya ahora el argumento: si la tierra está quieta y no se revuelve alrededor de su eje, el agua en todas partes ha de pesar lo mismo; luego el agua del mar en el ecuador, que está 5 leguas mas alta que la de



los polos, ¿por qué no se ha de derramar hácia los costados, esto es, hácia los polos? ¿Con esa facilidad se mantienen en peso 3 leguas de altura de agua? El equilibrio de los líquidos pide que sus superficies se conserven á una misma altura, por cuya razon debe la superficie del mar estar por todas partes á una misma distancia del centro; pero la esperiencia muestra lo contrario. Este argumento en mi dictamen tiene mucha fuerza; pero como cada dia se estan descubriendo cosas nuevas, ¿quién sabe si de aquí á algunos años se hará algun nuevo descubrimiento por el cual se averigue la causa de este efecto, sin que sea la que quieren los copernicanos?

SILV. — Yo no entiendo de esas demostraciones, y siempre dudo de esas medidas, ni sé como se pueden tomar.

TEOD. — Tampoco yo lo sabia antes de estudiarlo: no me puedo detener mucho en esto, que si no yo os diria como se habian tomado.

ERG. — Venga el otro fundamento que deciais.

TEOD. — Alguna semejanza tiene con este. Supuesto lo que queda dicho, en caso que la tierra se moviese alrededor de sí misma todos los cuerpos en el ecuador y lugares cercanos habian de pesar menos, y por consiguiente caerian con menos velocidad hácia la tierra, á causa de debilitarse el ímpetu ó fuerza que los arrastraba. De aquí se seguiria que las péndolas de los relojes se habian de mover mas despacio, siendo así que su movimiento proviene de que caen, y con esa fuerza que ganaron al

caer vuelven á subir: luego siendo menor la velocidad de los cuerpos al bajar, tambien será menor al subir con el ímpetu adquirido en la bajada; y en fin tenemos que las péndolas harian sus movimientos mas despacio en el ecuador que en los lugares próximos á los polos. Esto es lo que la razon y las leyes del movimiento muestran que sucederia en caso que la tierra se moviese.

SILV. — Pero no sucede así.

TEOD. — Tambien hoy es cosa constantemente sentada que en el ecuador son las vibraciones de las péndolas mucho mas lentas que en las regiones próximas á los polos; de suerte que una misma péndola que en el ecuador hacia en determinado intervalo de tiempo cierto número de vibraciones, ya en París, que dista mucho de la línea, hacia muchas mas vibraciones, y en Laponia, que está mucho mas distante á la parte del norte, hacia todavía mas, como exactísimamente lo observaron los académicos enviados á medir la figura de la tierra, así los que fueron al Perú como los que pasaron á Laponia. Pero ademas de estos académicos ya otros muchos antes de ellos habian hallado esta diferencia, y advertido que las péndolas cuanto mas cerca del ecuador tanto mas despacio se movian. Y siendo evidente que un péndulo cuanto mas corto es tanto mas ligero anda, sin que en esto se atienda ni á la materia de la varilla ni á su peso sino solo á la longitud, es ya cosa sentada entre todos los astrónomos que cuando los lugares estan mas cercanos al ecuador es preciso acortar las péndolas, para que en las vibraciones concuerden con las otras que ha-



cen sus movimientos en lugares distantes de la línea.

EUG. — ¿Y qué responden á ese argumento los que no son copernicanos?

TEOD. — Unos responden que esto procede de que en la línea y lugares cercanos á ella con el excesivo calor que allí hace se estienden las varillas de las péndolas, y se vuelven un poco mas largas, de lo cual por leyes infalibles se sigue que han de moverse mas despacio.

SILV. — Esa respuesta lo deshace todo.

TEOD. — No es tan buena como parece, porque en Quito al mismo tiempo que estaba nevando andaba la péndola tan despacio, que fué preciso acortarla para que sus vibraciones concordasen con las de París. Ademas que este calor insufrible de la zona torrida con que antes nos asustaban, ya sabe Eugenio por esperiencia que es fabuloso. Si la calma se debe medir por la proximidad del sol, por san Juan mucho mas cerca está el sol de Lisboa que de la línea. Mas para que veais, Silvio, como se examinan estas cosas menudamente, una barra de metal de 50 pies de largo, puesta al calor ardentísimo del sol, se alargó una línea mas, y acá las péndolas en el ecuador si tienen 5 pies y 8 líneas de largo es preciso acortarlas 2 líneas, por lo cual si este efecto procediera del calor era preciso que allí donde frecuentemente se halla nieve hiciese un calor veinte veces mayor que acá en lo mas riguroso del estío.

SILV. — ¿Cómo haceis esa cuenta?

TEOD. — El calor de la línea, aun en tiempo de

mucha nieve, estiende por vuestro cálculo la péndola de 5 pies y 8 líneas hasta hacerla crecer 2 líneas; luego á la que tuviese 50 pies de largo habia de aumentarla 20 líneas para que tocasen 2 á cada 5 pies; pero vemos que acá el calor del estío mas fuerte solo hace crecer una línea á una barra de 50 pies; luego allá en la línea cuando hiela hace un calor veinte veces mayor que acá en la fuerza del estío.

EUG. — Yo no entiendo de esas cuentas, solo sé que hace grande calor, y en algunos parages muy poco, y que se halla mucha nieve por los montes.

SILV. — A mí me parece que esta mañana he leído en este mismo libro que eso de las péndolas no era así siempre.

TEOD. — Algunas observaciones hay que no concuerdan totalmente, antes parece que en algunos lugares poco distantes del ecuador las péndolas no menudean mas las vibraciones á proporcion de los grados de latitud ó distancia de la línea; pero creo que no pasan de dos ó tres las esperiencias<sup>1</sup>, las cuales podrian no haber sido hechas con toda la delicadeza y exactitud que estas materias requieren, y siendo en lugares muy cercanos á la línea no podia ser muy notable la diferencia; pero lo comun de ellas es que cuanto mas distan las péndolas del ecuador mas frecuentes son las vibraciones, especialmente comparando los lugares próximos á la línea con otros notablemente distantes, por ejemplo Lisboa; ó tambien si se compara á Lisboa con Pa-

<sup>1</sup> Wolf, *Elem. astron.*, § 582.



rís y Londres, ó á París con Laponia, etc., siendo siempre preciso acortar las péndolas cuando se hacian las observaciones en lugares notablemente mas llegados al ecuador. Pero esa y otras cosas, que andando el tiempo podrán descubrirse, tal vez llegarán á demostrar que ese efecto no procede del movimiento de la tierra.

EUG. — Para que los copernicanos no nos convezan basta que sus argumentos no sean evidentes: ¿no es así?

TEOD. — Así es; porque no habiendo argumento evidente, debemos estar por la literal y rigurosa inteligencia de la Escritura. Otros argumentos alegan ellos, que hacen poca fuerza. Uno es la tardanza que se advierte en la propagacion de la luz desde Júpiter hasta nosotros cuando el sol está en medio; porque observando el tiempo de los eclipses de los satélites de Júpiter, cuando al pasar por detras de él se meten en su sombra, siempre tardan un cuarto de ora en oscurecerse; pero cuando la tierra se halla entre el sol y Júpiter, pierden la luz un cuarto de hora mas presto. Esto lo atribuyen ellos á que como la tierra anda alrededor del sol con el movimiento anuo, está en esa vuelta unas veces mas cerca de Júpiter y otras mas lejos. Este argumento para mí no tiene la menor fuerza; porque en el sistema ticónico puesta la tierra inmovil, como Júpiter hace su órbita alrededor del sol, y conserva de él una misma distancia sensible, estando el sol y Júpiter en *conjuncion* tiene este planeta mucho mayor distancia de nosotros que estando en *oposicion*, segun ya os he dicho. Viendo las estampas de uno

y otro sistema fácilmente se conoce que en ambos la distancia de Júpiter á nosotros varia notablemente, y puede causar esa misma tardanza en la propagacion de la luz. Tambien pretenden algunos tomar argumento del viento Este que siempre reina en la línea; pero no hace fuerza, porque si él procediera de la rotacion de la tierra de poniente á levante, tambien se habia de sentir esta virazon por todas las otras partes, bien que mas suave, á causa de que todas las regiones se movian con la superficie de la tierra de poniente á levante. Otros argumentos deducen de la causa física de los movimientos de los cuerpos celestes; y segun entiendo, si por ventura es cierto que Dios los gobierna por las leyes de la gravedad é impulso que conocemos acá en los cuerpos terrestres, tienen razon; pero ¿quién nos ha de probar con evidencia que Dios sujetó los cuerpos celestes á las leyes de movimiento de los terrestres? Cuando tratemos de la causa física de este movimiento lo veremos con mas claridad. En fin, pueden deducir el movimiento de la tierra de la teoría de los cometas que se estableció entre todos los astrónomos despues de la aparicion pronosticada de este cometa del año de 59; y á este argumento se responde muy bien en el sistema ticónico, porque como el foco de las elipses de los cometas es el sol, moviéndose este y estando la tierra fija, tenemos al cometa correspondiendo á las mismas estrellas á que corresponderia visto desde la tierra, si ella anduviese y el sol estuviese parado.

EUG. — En conclusion ¿vos á qué sistema os inclináis?



TEOD. — Yo como *tesis* á ninguno me inclino; esto es, ninguno me atrevo á decir que es verdadero en realidad, porque cada cual tiene sus dificultades que no se deben despreciar : y ni la Iglesia tiene declarado por verdadero ninguno de los dos, ni hay demostracion evidente á favor de ninguno de ellos. Ahora como *hipótesis*, esto es, como mera suposicion que cada uno establece para esplicar en ella todos los efectos, me inclino al copernicano, usando de la licencia que me concede la Iglesia por un decreto de los cardenales diputados de la suprema Inquisicion en el año de 1620; y me inclino mas á este que al otro, no pasando de mera hipótesis, porque se esplican mejor en él los fenómenos y movimiento de los astros; en tanto grado, que hasta el P. Ricciola, jesuita, escelente astrónomo, teniendo bastante aversion á este sistema, como se conoce por los argumentos y modo con que le impugna, cuando quiere esplicar los fenómenos y formar los cálculos de los movimientos de los astros se vale de él. Hoy todos los astrónomos le adoptan con el mismo fin por la mas facil esplicacion de los efectos que se observan, y mejor calculacion de los movimientos. Pero la verdad solo Dios la sabe; porque, como he dicho, ninguno de estos dos sistemas está demostrado físicamente, ni definido por la Iglesia. Vamos á esplicar los movimientos de los astros.

EUJ. — En este punto nos hemos detenido mucho.

## § VII.

De los astros retrógrados y estacionarios.

TEOD. — Ahora conviene esplicaros como los astros unas veces caminan derechos, otros hácia atras, y otras parece que ni andan atras ni adelante : cuando andan hácia atras se llaman *retrógrados*, y cuando parecen parados los llamamos *estacionarios*.

SILV. — ¿Pues que los planetas andan á veces hácia atras y otras hácia adelante?

TEOD. — A lo que parece por lo que nos representan los ojos sí, pero en realidad no : pongamos ejemplo en Júpiter. Su movimiento propio en todos los sistemas, ya se sabe que es de poniente á levante : si este planeta apareció hoy junto á una estrella, y mañana se ve desviado de ella hácia el oriente, decimos que va derecho; pero si hoy, mañana y esotro día aparece siempre junto á la misma estrella, decimos que entonces está *estacionario*. Pero muchas veces sucede que despues de haber aparecido hoy junto con la estrella, mañana se ve algo desviado de ella hácia poniente, y al otro día todavía mas : en estos casos decimos que Júpiter anda *retrógrado* ó hácia atras. Todos los planetas tienen esto : ahora conviene saber de qué procede este efecto, y si esta irregularidad de movimientos es real ó solo aparente. Hemos de hacer separacion en-