

ros y todo lo que puede apaciguarla por un momento, del cual los mismos colonos no pueden siempre escapar.

Pero de repente aparecen en bandadas las aves de paso, los cisnes, los gansos y los patos; y todos se arman para darles caza: llega, en fin, en junio el deshielo de los ríos, y el pescado que hormiguea, forma el alimento principal de los hombres y de los perros. Estos echan á los renjíferos hácia los ríos, donde los cogen. Las mujeres hacen provision para el invierno de algunas yerbas aromáticas, algunas bayas; alegre vendimia de aquellos miserables países. En los primeros frios del otoño, los habitantes rompen el hielo de los ríos, para coger el pescado que no ha huído aun; después cuando llega el invierno, tienden lazos á las zorras, á las martas y á las ardillas, ó persiguen con perros á las dantas y los osos. El perro es el amigo, el recurso de aquellos desgraciados. Le enganchan á los trineos que llevan los víveres y las mercancías, y alimentados con arenques helados, hacen con esta carga ciento cincuenta millas por día, adivinando el sendero en medio de las nieblas y de la oscuridad, y la cabaña sepultada bajo la nieve que debe proporcionarles un abrigo. En verano remolcan las barcas, y en caso de necesidad defienden á su amo contra los osos.

Wrangell empleó seiscientos perros y cincuenta trineos en sus correrías por el mar Glacial, con el objeto de poder llevar sus instrumentos y provisiones. La estremada intensidad del frío hacia que las observaciones fuesen muy difíciles y el menor soplo formaba sobre el cristal de los lentes una costra de hielo. En medio de tales sufrimientos, llegó al cabo de Schelagskoi, término asignado á su viaje.

Durante aquel tiempo, su compañero Mathiushkin había ido á la feria de Ostrownoi, situada bajo

los 68° de latitud, donde acuden los rusos y los chukskos nómadas; estos últimos van allí con renjíferos desde la estremidad oriental del Asia, en donde recogen los dientes de vacas marinas y pieles, que venden y cambian en diferentes mercados en sus correrías de un año. Compran á los americanos, por media libra de tabaco, una piel que vuelven á vender, por dos libras del mismo género, á los rusos, que á su vez sacan el doble. Pero lisonjean sobre todo de una manera irresistible la avaricia del cazador de la Siberia con el cebo del aguardiente. Estos chukskos, siempre nómadas, conservan orgullosamente su libertad, compadeciéndose de aquellos á quienes los rusos se la han arrebatado. Tienen al renjífero que les ayuda, así como los tonguses al perro; no sólo les sirve como animal de tiro, sino que también les proporciona su piel, con la que hacen sus tiendas, y también su carne y su leche. Están bautizados; pero esto es todo lo que tienen de cristianos. Los libros esparcidos por la Sociedad bíblica de San Petersburgo no han destruido entre ellos la poligamia, ni la costumbre de dar muerte, tanto á los ancianos como á los niños defectuosos, y recurrir al schaman, que es el mago, el médico y el consejero de la tribu (10).

La Siberia tiene una nueva importancia con sus minas, que, explotadas antiguamente, como ya hemos dicho, han producido en este siglo en los montes Urales inesperadas riquezas. Ha resultado que el hierro que se buscaba primero en aquellas regiones, se ha descuidado por el oro y la plata.

(10) Nuevos y terribles padecimientos en estas regiones nos han sido descritos por Middendorf, que en 1843 recorrió la Siberia septentrional.

CAPÍTULO XXVI

PROGRESOS DE LA GEOGRAFIA Y DE LA NAUTICA.—DERECHO MARÍTIMO.

Tantos viajes habían estendido el conocimiento del mundo y ofrecido una amplia cosecha de hechos nuevos á la ciencia, que, ejercitándose en un campo más vasto, se fortificó y llegó á facilitar los descubrimientos. Ya hemos visto cuantos errores habían acompañado á las primeras expediciones; y ¡cosa notable! varias de aquellas expediciones debieron á estos errores su primer impulso, ó la constancia con que se continuaron. Los descubrimientos de Colon y de Gama hicieron evidentes las faltas en que había incurrido Tolomeo, único guía de la Edad Media. Los hermanos Apiano de Sajonia, y después de ellos Ribiero, representaron en sus mapas los nuevos descubrimientos. El de Gema Frisius fué mejor que los suyos; después Sebastian Mustá mereció ser comparado á Estrabon.

Deben añadirse á las demás dificultades de este trabajo la imperfección de los datos sobre los países descubiertos. Los españoles guardaban sobre esto un misterio impenetrable, hasta el punto de comprometer la gloria de los primeros descubridores. Llenos los holandeses de habilidad, emprendedores y exactos, proporcionaron, menos que ningún otro pueblo, nociones geográficas, por desconfianza y envidia de sus rivales, sobre todo con respecto á la China. Los escritos de los misioneros estaban dictados con frecuencia, más bien por el sentimiento que por la inteligencia; sin embargo, para ciertos países, por ejemplo la China, sus informes son aun lo más exacto que tenemos.

Pedro Nuñez señaló y trató de rectificar los defectos de la proyección. Aplicó Ortelio la erudición á la geografía antigua. Gerardo Mercator reimprimió á Tolomeo, de manera de destruir las opiniones falsas, aprendidas en el estudio de aquel escritor. En el siglo xvii la obra comenzada tomó estension. El erudito Cluverio y el astrónomo Ric-

cioli reformaron la ciencia, y Cellario redujo á un sistema regular la geografía antigua.

Auger Ghisleu, de Busbecq, flamenco, habiendo sido enviado á Constantinopla por Carlos Quinto como su embajador cerca de Soliman II, indagó allí las costumbres de los turcos con una sagacidad entonces desconocida, trajo á Europa diferentes manuscritos griegos y latinos, y publicó el *Monumento ancirano*, y marchando después á Francia acompañando á este reino á la esposa de Carlos IX, estudió aquella corte como buen diplomático, confesando De-Thou haberle servido de mucho las observaciones que aquél hiciera sobre ella. Juan Lævenklau, buen latino y helenista, sabía también el turco, y tradujo de este idioma los anales otomanos, que continuó desde el año 1550 hasta el 87, además de componer una historia de los turcos que abrazaba hasta 1552.

Llamado Juan Pedro Maffei, de Bérgamo, á Lisboa por el rey cardenal para describir las conquistas de los portugueses en las Indias, escribió su obra en un latin correctísimo, y á consecuencia de esto consiguió permiso para recitar los rezos en griego, á fin de que las incorrectas frases del breviario no adulterasen su pureza ciceroniana. Pedro Della-Valle publicó en cincuenta y cuatro cartas los viajes que hizo desde 1614 al 26 por Siria y Persia, siendo muy buen observador, y dando mucha vida á su narración, con la de sus aventuras particulares. Fray Leandro Alberto, boloñés, hizo una descripción de la Italia (1550) dando acerca de ella muy buenas noticias, aunque extraviándose algunas veces por seguir á Annio de Viterbo: asunto tratado también en una obra póstuma de Juan Antonio Magini (1620). Ferrari publicó en 1627 el primer *Lexicon geographicum*, compuesto de 9,600 artículos: Purchas, sacerdote in-

glés, después de consultar 1,200 autores, dió á luz el *Peregrino* (1613-25) coleccion de viajes á todos los países, repertorio no muy exacto, pero de gran utilidad á los contemporáneos; y Adán Oleario, holandés, embajador del duque de Holstein en Moscovia y Persia, desde 1633 á 39, escribió en alemán sus viajes, que se tradujeron muchas veces, en los cuales describe perfectamente la barbarie de Rusia y el despotismo de Persia, siendo narrador prolijo sin ser enojoso, porque observa con atención y refiere con lealtad.

Varios fueron los que comentaron las geografías antiguas, y aun se escribieron algunas nuevas; pero ninguna señalada. Benito Bordone compuso el *Isolario* (Venecia, 1528). Varennio, acaso alemán, refugiado en Holanda, imprimió la *Geographia generalis, in qua affectiones generales telluris explicantur* (Elzevir, 1650), obra maestra en la cual se tratan las cuestiones sobre la parte física del globo bajo un punto de vista más general todavía que lo hizo Acosta (*Historia general de las Indias*, 1590). Por su residencia en Holanda, pudo aprovecharse de las vastísimas relaciones comerciales de este país, y además de una notable descripción de la tierra en general, son dignas de fijar en ellas la atención la enumeración de los sistemas de montañas y de las relaciones que existen entre sus direcciones, y la forma general de los continentes, la descripción de los volcanes apagados, y existentes, la distribución general de las islas y archipiélagos, las investigaciones sobre la profundidad del Océano deducida de la altura de sus costas, la demostración de la igualdad de nivel de todos los mares abiertos, la de la dependencia entre las corrientes y los vientos dominantes, y de la dirección de éstos como consecuencia de la variedad de temperaturas, la exacta descripción de la corriente equinoccial de Oriente á Occidente, y las indicaciones sobre la formación de las islas por elevaciones del fondo del mar (1). La ejecución gráfica de las cartas geográficas hizo también notables adelantos.

En la colección geográfica aneja á la Biblioteca Nacional de París, además de los monumentos originales que encierra, existen copias de los más preciosos que se conocen en la historia de la geografía. Entre ellos se cuentan la copia del mapamundi circular de Turin, que se cree ser el siglo X, la del de Leipzig, del XI: el rectangular de la biblioteca Cottoniana, de la misma época: otro pequeño, citado en las *Antiquitates americanæ* de la sociedad histórica de Copenhague: una carta itineraria alemana, que es de los primeros grabados en madera, en la que se ve una brújula, y las millas están señaladas con puntos: las cartas de Marin Sanuto, de 1321, y de los hermanos Zeno, de 1380: otra pisana, y la copia de un atlas catalán de 1375: tres cartas del mismo Borgiá, del geno-

(1) *Magna spirituum inclusorum vi, sicut aliquando montes a terra profusos esse quidam scribunt.* Pág. 225.

vés Bartolomé Pareto, formadas sobre la de Andrés Bianco de 1436, y parte del mapamundi de fray Mauro; dos atlas de Benincasa, de 1466 y 67, y el mapamundi de Martin Behaim, del año mismo en que se descubrió la América. Paso en silencio las muchas ediciones que se hicieron de la Tabla Peutingeriana y de Tolomeo, después de la de 1475, y cuya serie pone de manifiesto los descubrimientos que sucesivamente se hicieran. Siguen después la *Cassellina geográfica*, de Milan; el atlas del Mar Rojo de Juan de Castro, de 1541, portulanos, aun de geógrafos desconocidos, y diferentes cartas marítimas y particulares. Últimamente logró adquirir una tabla cosmográfica de Ratisbona, de 1603, grabada en piedra litográfica, y las rarísimas cartas unidas al poema geográfico de Berlinghieri, de 1481. En la referida colección no faltan tampoco cartas geográficas orientales, entre otras algunas de Edrisi, y otras de China, rectificadas por los jesuitas, además de las que existen en relieve, obra de Lartigue y de otros, y hay también instrumentos de geografía, gnomónica y astronomía, como astrolabios de cobre, el más antiguo de los cuales fué construido por el hijo del califa Moctafí Billah, hacia el año 320 de la egira, con caracteres cúficos, el globo celeste de 461, que estaba en otro tiempo en Milan, y que es anterior en un siglo al descrito por Assemani, y otros varios, igualmente que anillos astronómicos y brújulas chinas.

La primera cosa que importa en la geografía, la que Bacon definió la ciencia del espacio, es determinar exactamente la situación de los países que se describen. En cualquier punto del esferoide terrestre se puede concebir un plano vertical que contenga el eje sobre el cual se efectúa su rotación cotidiana, y este plano se llama el meridiano de un lugar, dándonos su trazado geométrico las observaciones astronómicas. Todos los meridianos se cortan siguiendo el eje de rotación que les es común, de modo que se podrá determinar la posición de un punto cualquiera tomado sobre la superficie terrestre, cuando se conozca, sobre su meridiano local, la distancia angular de su zenit al polo más próximo, y el ángulo que este plano forma con otro meridiano determinado. El primer elemento da por complemento la altura del polo sobre el horizonte del lugar, ó sea la *latitud geográfica*, y el otro se llama *longitud geográfica*. Se cree que Martin de Tiro, ha sido el primero que ha indicado en los mapas los grados de distancia de un país con relación á un meridiano, tomado por punto principal (*longitud*), y los grados de elevación sobre el Ecuador (*latitud*) (2). Pero los

(2) Los árabes adoptaron el nombre de *longitud* para designar la extensión de la tierra desde Occidente á Oriente, y el de *latitud* para indicar la de Mediodía á Norte. Algunos tomaron también por primer meridiano el de Tolomeo: otros lo fijaron en la costa africana, como Abulfeda,

antiguos caminaban de tal manera al acaso, que en los países más conocidos entonces, como Constantinopla, que es la ciudad mejor indicada, está colocada por Tolomeo dos grados más al Norte; los árabes la pusieron aun dos grados más; y cuando el turco Amurat hizo determinar su verdadera posición á los 41° 30', pareció escandaloso que los bárbaros se atreviesen á corregir á los infalibles clásicos.

Los errores eran aun mayores en las longitudes: así era que el Mediterráneo comprendía en la carta de Tolomeo, desde el Peñon de Gibraltar, hasta el fondo de la bahía de Ixo, 62°, en lugar de 41°; lo que forma una diferencia de 1,300 millas. Por esto dice Delambre: «La geografía de los antiguos no ofrece posición alguna verdadera que pueda servir de apoyo; las latitudes varían frecuentemente en más de 1°, las longitudes no podían haberse fijado ni aun con aproximación de 2° sino en algun caso muy extraordinario; no son raros los errores de 3 y 4° con respecto á un mismo país, y son mucho mayores todavía refiriéndose de un país á otro. La corografía puede sacar algun provecho del estudio de los antiguos; pero en cuanto á las posiciones absolutas, no hay una sola en la cual tenga yo la más pequeña confianza á no encontrarla confirmada por las observaciones modernas, en cuyo caso una determinación debida á la casualidad, no sería á lo sumo más que un objeto de curiosidad.»

Estos errores fueron evidentes cuando la astronomía se perfeccionó; pero como la veneración hacia los antiguos oponía obstáculos al reconocimiento de la verdad, Kepler se vió obligado á demostrar con ejemplos irrecusables cuánto se habían equivocado en sus cálculos los sabios (3). La

10° más á Levante, y otros adoptaron el de los indios, que le hacen pasar al través de la isla de Ceilan. Este es la *cúpula de la tierra*, es decir, el punto central, lo cual solamente hace poco fué advertido en sus libros por Reinaud, en la traducción de la *Geografía* de Abulfeda explicando el sentido de las indicaciones que sobre esto mismo se encontraban en Rogerio Bacon y Cristóbal Colon.

(3) Kepler no ponía entre las dos bien conocidas ciudades de Roma y de Nuremberg, mas diferencia que un grado de longitud, al paso que se había fijado de 9° á 2° 30' por los geógrafos siguientes:

Por Regiomontano á	9°
— Werner	8°
Después del eclipse de 1497,	7°
Por Apiano	8° 30'
— Mestlin	8° 15'
Stoffler	4° 30'
Por el mismo Apiano	3° 45'
— Magini	6° 30'
— Schoner	3°
— Stadel	3° 15'
— Jansen	2° 30'

La de dos lugares colocados en la misma latitud, como Ferrara y Cádiz, varían aun más:

Tolomeo, edición de 1475,	27° 20'
-------------------------------------	---------

incertidumbre debía aun ser mayor con respecto á los países descubiertos últimamente y situados en las estremidades del Asia.

Es sabido que las longitudes y latitudes se marcan por el cruzamiento de los círculos meridianos con los paralelos. En estos últimos su largura disminuye con relación á la del Ecuador en razón del radio coseno de latitud; y á fin de que la línea loxodrómica corte todos los meridianos bajo un mismo ángulo, se les representa en las cartas por medio de paralelas, de lo que resulta, que los lugares no se encuentran en su verdadera situación. A fin de obviar este inconveniente, imperceptible en escalas pequeñas, pero muy notable en las extensas, el escocés Eduardo Wright y el flamenco Gerardo Mercator (4) inventaron las cartas reducidas, en las cuales los meridianos, aunque representados todavía por paralelas que cortan en ángulo recto los círculos paralelos, se hallan divididos en partes desiguales, que aumentan desde el Ecuador hacia los polos según la ley que hace decrecer los grados de longitud en los círculos paralelos, en razón del radio de la secante del arco de latitud (5). De esta manera el mapa puede considerarse como una serie de cartas planas en escalas diversas, reunidas una á otras.

Alberto Dureró y Enrique Glareano inventaron el arte de grabar en cobre los segmentos estéricos, y después de haberlos tirado sobre el papel, el adoptarlos á los globos, los cuales pudieron de este modo multiplicarse; pero algunos particulares se hicieron construir otros con grande coste y trabajo, como el que construyó el veneciano Marco Vicenti Coronelli para el cardenal de Estrés. De este mismo son los dos globos que existen en la Biblioteca Nacional de París, que tienen 12 pies de diámetro, y también otros varios más pequeños. Coronelli publicó también más de 400 mapas, y fundó en su patria una academia de geografía. Pe-

Tablas Alfonsinas, edic. de	1492, 27° 30'
Apiano	1540, 27° 5'
Mauro Florentino	1557, 28° 13'
Gemma Frisio	1578, 27° 55'
Tablas de Ridolfi	1627, 17°
Argoli	1638, 24° 55'
Riccioli	1672, 49° 27'
Schott	1677, 26° 50'
Lalande	1789, 17° 52'

(4) La primera carta de Mercator con las latitudes prolongadas es de 1553; pero no se construyó con principios bien establecidos, los cuales fijó luego Wright en el año 1590.

(5) Determinado el radio 1,000,000, se deduce por cada minuto el valor de la secante, después se suman á un tiempo todos los aumentos de la secante del ángulo, aumentando un minuto sobre la secante del precedente hasta 60°, y de este modo se tiene la longitud que debe darse al meridiano de la carta reducida por cada grado. De esta manera, el grado de longitud, en el paralelo correspondiente al 60° de latitud, es la mitad del grado medido sobre el Ecuador, y el del meridiano es el doble de la medida real.

dro el Grande envió una fragata para conducir el globo que Oleario construyó desde 1654 á 64, con objeto de que adornase su capital: J. B. Poisson construyó también uno para el hijo de Napoleon, del diámetro de un metro y siete centímetros, y este mismo hizo después otro mayor para el Louvre, en 1814. El profesor Zenno y Krummer han construido en Berlin globos en relieve, en donde están marcadas las ondulaciones del suelo, trabajo que después se ha aplicado á los mapas, y por último en el georama construido en Paris por M. Delanglard, el espectador, puesto en el centro de un globo de 120 piés de circunferencia, ve á su alrededor, merced á la transparencia de aquel, todas las regiones de la tierra, cuyo tamaño aparece todavía mayor por las ilusiones de la óptica.

Coronelli, Merian, el holandés Blæw y el sueco Bureo, se dedicaron á fijar con precision los detalles en las cartas, procurando la mayor exactitud en las distancias, y en vez de las figuras caprichosas y de los monstruos que solian adornarlas, las acompañaron con datos estadísticos, aunque la geografía sólo se considerase entonces como auxiliar de la historia, no habiendo llegado todavía á formar un ramo aislado con su objeto independiente y exclusivo. Comparando aquellas cartas podria deducirse la marcha progresiva de los conocimientos geográficos, si pudiéramos creer que los editores procuraron publicarlas cada vez más perfeccionadas. El que confronte la que acompaña al *Novus Atlas* de Blæw, de 1648, con el de Ortelio de 1612, encontrará muy poco adelanto: el estrecho de Aniano se halla todavía separando la América del Asia hacia el 60° de latitud: se ve aun en la costa Nordeste el mar de Dawis: la Estotilandia cedió su puesto á la Groenlandia: el Canadá está algo mejor delineado, y mucho más perfecta la Escandinavia: al Sur, la Tierra del Fuego termina en el cabo de Hornos, no uniéndose con la Tierra Austral: al Este, la Corea se presenta como una isla oblonga, desaparece el mar de Aral, y la muralla de la China se extiende al Norte de 50° paralelo, y por último la India es muy pequeña, é inexacto el Caspio.

En 1651 Nicolás Samson publicó el mejor mapamundi, y otro su hijo en el año 93, los cuales si se comparan, ofrecen muy pocas diferencias, aunque hay en el último algunas mejoras. El Caspio no se prolonga de Este á Oeste, sino de Norte á Sur: hay alguna más exactitud en el trazado de las costas europeas, y principalmente en las de la Escandinavia, y también en las de la Nueva Holanda, excepto por la parte oriental: la Corea se halla convertida en península, y desaparece ya Cambalú, imaginaria capital de la Tartaria, á pesar de que se extiende todavía en el centro de ésta un vasto lago. En cambio falta el de Aral, y no se hace mención de la Siberia: los montes Altaís se sitúan mucho más al Norte de lo que realmente están, y en Africa, el Nilo nace de un lago denominado Zairo, hacia el 12° paralelo Sur, hasta el cual se

prolonga el imperio de Monomotapa para reunirse á la Abisinia.

Cuando se discutieron entre Newton, Huygens y Cassini las cuestiones que surgieron sobre el aplanamiento del globo por los polos, mereció ya estimación y crédito la geografía matemática, y se procuró aplicar á las cartas la exactitud de las observaciones celestes. El último de estos geógrafos publicó en 1668 sus tablas de emersion de Júpiter, calculadas por el meridiano de Bolonia, y en 1693 por el de Paris, y Picard hizo con arreglo á ellas sus cálculos en el observatorio de Uranienburg, en Dinamarca, cuya diferencia con el meridiano de Paris fijó con una precision hasta allí desconocida. Entonces fué comisionado juntamente con Lahire para levantar la carta general de Francia, que se encontró mucho más pequeña de lo que generalmente se juzgaba. En el interin, Cassini trazaba sobre el pavimento del observatorio de Paris un planisferio con 39 posiciones que acababan de fijarse, y pronunciándose contra aquel necio respeto á la antigüedad que prohibia hasta las observaciones más precisas, indujo á Chazelles á rectificar la carta del Mediterráneo, al que se representaba 300 leguas más largo de lo que es. Halley, discípulo de Newton, mientras que determinaba en Santa Elena la posición de 350 estrellas, vió el paso de Mercurio sobre el sol, y conoció las importantes inducciones que de él podrian hacerse para determinar la paralaje del sol. Aun fué de mayor importancia el paso de Vénus, durante el cual habia indicado las observaciones que debian hacerse. Este fué quien por primera vez echó los fundamentos de la geografía física, y habiendo publicado las *Variaciones magnéticas* y la *Historia de los monzones*, el rey le facilitó un buque para que con él pudiera acreditar en el Atlántico la verdad de sus teorías, lo cual hizo en efecto.

Esto no obstante, los más se obstinaban en seguir los métodos antiguos, arrastrados por su respeto á los clásicos: las longitudes de Tolomeo les hacian insensibles á los grandiosos descubrimientos de la astronomía moderna, y los falsos cálculos de las medidas antiguas les hacian desfigurarse de un modo extraño así los diferentes países como el globo entero. Por fin, Guillermo Delisle, amigo de Cassini, se ocupó desde su primera juventud en construir un mapamundi, y los mapas de Europa, Asia y Africa, sin tener en cuenta para nada las opiniones precedentes, y atendiendo sólo á los datos que le suministraba la astronomía, combinados con las relaciones de los viajeros célebres de la época, como la de Chardin para la Persia (1625-88), la de Bernier para la India (1643-1713), las del P. Labat para las islas de América y para el Senegal, las de los jesuitas en cuanto á la China y Tartaria, y otras muchas, con lo cual llevó á cabo una verdadera revolucion, aunque ésta ya se hallase preparada. En sus trabajos redujo el Mediterráneo á sus verdaderos límites, y acortó el Asia oriental quinientas leguas, in-

troduciendo variaciones análogas en los demás países.

D'Anville y Busching, animados del mismo espíritu, dispusieron de mayor abundancia de medios. El primero excluyó de la geografía antigua las quimeras que la oscurecian, y llegó á fijar el valor de las medidas empleadas por los clásicos, engañándose muy raras veces en sus agudisimas conjeturas, fijando con precisa exactitud la posición de los nuevos descubrimientos y multiplicando los detalles. Busching dió la preferencia á los modernos, y sirviéndose de los datos que obtuvo, hasta de los países del Norte, describió el estado de los diferentes reinos con una exactitud minuciosa aunque muy espuesta á cambios; pero si bien escribía mejor que D'Anville, nunca supo ó quiso presentar aquellos grandes cuadros que tanto agradan y son de tan gran utilidad.

Los adelantos de la astronomía física, ayudada por la aplicación de poderosos métodos de análisis, y ocupada en contemplar la teoría de las mareas y en investigar las desigualdades lunares y la errante marcha de los cometas, ayudaron en gran manera á la náutica y á la geografía, habiéndose ésta elevado en nuestros dias á la categoría de las ciencias exactas, y reuniendo además el mérito literario. Durante las guerras de la Revolucion, se levantaron con toda exactitud los planos y mapas militares: los diferentes Estados de Europa quisieron tener buenas cartas geográficas de sus territorios, y en muchos de ellos se construyeron con mayor minuciosidad con objeto de que sirviesen para el catastro. Al presente la geometría y la astronomía concurren juntas á la perfeccion de los mapas: sociedades particulares fomentan los trabajos geográficos: se perfecciona la geodesia: se crea la geografía comparada: las noticias estadísticas y las alturas perfectamente determinadas sobre el nivel del mar, reemplazan á los caprichosos adornos de las cartas: aplicanse en provecho de éstas los adelantos del arte del grabado; la geología rinde también á esta ciencia un nuevo tributo (6), y las naciones, por último, se comunican recíprocamente sus descubrimientos y los datos que respectivamente adquieren.

Nadie ignora que la determinacion de una longitud corresponde á la de la hora que se cuenta en el mismo momento en dos puntos diferentes, por la observacion de un fenómeno instantáneo visible en aquellos dos puntos. Se habia esperado que los eclipses de sol y luna darian una precision exacta por medio de la immersion y de la emersion instantánea del borde ó de una de sus manchas en la sombra; de lo cual resultaban equivocaciones inevitables, en razon á que la extremidad de la sombra no está nunca cortada de tal

modo, que la aparicion del fenómeno sea absolutamente contemporánea en dos sitios diferentes (7). El descubrimiento de los satélites de Júpiter en 1610, gloria de Galileo, ofreció un medio mejor de solucion: propuso al rey de España aplicar el cálculo de sus eclipses á la geografía y á la náutica, pero no se le dieron oídos. Los holandeses enviaron á Florencia á Hortensius y Blæu para obtener de él mismo noticias sobre el particular, pero la imperfeccion de los telescopios fué causa de que no se sacasen tan pronto ventajas de este procedimiento. Más tarde se aprendió á servirse de las ocultaciones de estrellas causadas por la luna: la gran distancia hace imposible equivocarse ni en un segundo en la determinacion del tiempo, porque se efectúa la desaparicion y la reaparicion en el mismo instante en dos sitios á la vez.

Fácilmente se comprende que sólo pueden hacer uso de estos medios los que se hallen en tierra firme: en la mar existen recursos más fáciles, como la altura de la luna en el horizonte, y su distancia del sol y de los otros astros. En efecto, sin aguardar á que se manifieste el fenómeno celeste, basta conocer el cambio de la distancia angular entre dos astros de movimiento conocido, para saber á punto fijo la posición en que uno se encuentra. Sólo se necesita que el astro se mueva con bastante rapidez, para variar en veinte y cuatro horas respecto de las estrellas que pueden servirle de punto de comparacion (8). Formáronse con este objeto tablas en que están determinados previamente todos los eclipses y todas las ocultaciones en un lugar de una posición exacta (9). Respecto á la latitud, se proveen los navegantes de las tablas solares, que señalan día por día la distancia de este astro con relacion al Ecuador, ó su declinacion, por cuyo medio se puede encontrar á todas

(7) Además de que sólo pertenece á los astrónomos muy ejercitados la operacion para deducir las longitudes de los eclipses solares, nunca son de una exactitud precisa los resultados que ésta ofrece. En efecto, habiendo observado tres sábios ilustres con una atencion estremada el del 5 de setiembre de 1792, se halló que la longitud de Nápoles era de 47° 32", segun Lalande; de 47° 40", segun Wurm, y de 47° 20", segun Triesnecker.

(8) Este método, llamado de las distancias lunares, fué indicado por Werner de Nuremberg en 1513 (*Nota in Ptol. Geog.* lib. I), desenvuelto por el sajón Apiano diez años después, y encomiado por Kepler; pero las ventajas que ofrecia eran dudosas, á causa de la inexactitud de las tablas astronómicas. El viajero dinamarqués Niebuhr hizo uso de él, y desde entonces, mejorado por Borda, Delambre, Burg y Laplace, fué ya muy fácil y seguro con el auxilio de instrumentos exactos, de tablas de una incomparable precision y de fórmulas muy variadas. Véase DUBOURGUET, *Tratado de navegacion*, lib. III, 10.

(9) De este número son: el *Conocimiento de los tiempos*, de los franceses; el *Almanaque náutico* de los ingleses; el *Calendario del navegante*, de los dinamarqueses, y las *Efemerides náuticas*, de Lisboa.

(6) Elías de Beaumont y Dufrenoy publicaron en 1843 la *Carta geológica de la Francia*, en seis mapas, acompañados de un texto en 3 tomos en 4.º

horas la latitud de un punto, rebajando de la altura del sol su alejamiento del Ecuador. Con el fin de aumentar los medios de determinación, se ha calculado también la distancia en que están las principales estrellas respecto al Ecuador, y el intervalo entre su paso por un meridiano dado, así como el paso del punto de la eclíptica correspondiente al equinoccio de primavera. De este modo se pueden sustituir las estrellas al sol en la averiguación de las latitudes. Se averiguó después que el mejor método para determinar la elevación del sol es el que resulta de la longitud de la sombra; pero para llegar á la precisión actual, ha sido necesario primero perfeccionar los instrumentos, es decir, los círculos repetidores de Meyer, los telescopios y los relojes.

Medida del tiempo.—La sucesión periódica de los fenómenos naturales fué la primera medida del tiempo. Parece que los antiguos egipcios dividían en veinte y cuatro horas el espacio de un día á otro, pero este uso no se introdujo en la vida civil. Los griegos y los romanos empleaban el día natural, y dividían en doce horas el tiempo que media entre la salida y la puesta del sol, siendo por consiguiente más largas las horas en verano que en las otras estaciones. El gnomon es de un uso muy antiguo; se sabe que consiste en una línea recta que traza la sección del meridiano celeste sobre un plano inclinado cualquiera; pero dándole el sol á medio día, y pasando los rayos al través de una estrecha abertura, ó haciendo proyectar la sombra de una lámina delgada, indican el verdadero medio día. La historia sagrada hace mención de él en Ezequiel, y en los libros chinos se lee que era también empleado en una época muy remota, para las observaciones celestes. Se dice que fué introducido en Grecia por Anaximandro, quien lo conoció de los caldeos. Los romanos encontraron uno en Sicilia, y se lo llevaron á su ciudad, pero eran entonces bastante ignorantes para no comprender que habiendo variado la longitud, ya no podía servir.

Para saber la hora y sus subdivisiones cuando el sol no brilla sobre el horizonte, se recurrió á medios artificiales. El primero fué la clepsidra, que es un vaso del cual sale cierta cantidad de agua en un tiempo dado. Tales debían ser los relojes descritos por Vitruvio, cuya invención se debe, al parecer, á Ctesibios y á Heron, geómetras de Alejandría, hacia mediados del siglo segundo antes de Jesucristo. Se engañaban, sin embargo, los antiguos, al creer que el agua descendía con una celeridad uniforme, puesto que corre más lentamente á medida que disminuye la presión. Amontons la adaptó en los tiempos modernos á la navegación y Tycho-Brahé á las observaciones astronómicas, después de haberla perfeccionado.

Hacia el año de 1000 se había conseguido llegar á una combinación mejor, que consistía en un peso unido á una cuerda, cuya tensión hacía girar una rueda sobre la cual estaba arrollada. De

aquí nacieron después los relojes de contrapeso, remediándose la aceleración del movimiento por las oscilaciones de la péndola, y después poco á poco por el admirable aparato, que se llama escape de corona, de muelles y de rueda catalina. Estas invenciones procedían de los monges, que cavilaban mucho para precisar la hora de los oficios. En 1344 fué colocado un reloj en la torre del palacio público de Pádua, y después otro en la de San Eustorgio, en Milan, al cual iba unido un juego de campanas. A este lado de los Alpes, se colocó el primer reloj de campana en 1370, en el palacio de Paris en tiempo de Carlos V de Francia. Después se complicaron los relojes con diferentes caprichos, así en su forma exterior como en sus campanas para las horas.

Ocurrió la idea de sustituir un resorte al contrapeso, y quedaron inventados los relojes de faldriquera. Los había en la corte de Enrique III y de Carlos IX, y se les llamaba *huevos de Nuremberg*, por su forma ovalada y por el lugar donde se construían. Cuando no fueron ya un juguete para las gentes ricas, sino un objeto de atención para los doctos, se aplicó la espiral á la péndola y se arrolló la cuerda á la pirámide, por cuyo medio se obtuvo el movimiento uniforme, y se pudieron marcar los minutos y hasta los segundos. Se pretende que el primero que empleó el reloj para las observaciones astronómicas fué Walter de Nuremberg á fines del siglo xv, y ochenta años después Tycho-Brahé empleó muchos con este objeto.

Galileo había remediado la tosca construcción de los relojes, descubriendo el isocronismo de las oscilaciones de los péndulos. Huyghens lo aplicó después á un sistema de ruedas destinado á reemplazar la péndola y á secundar la fuerza motriz, únicamente en cada una de las vibraciones iguales del regulador, mientras que éste recibiría de esta fuerza sólo la impulsión necesaria para mantener el movimiento. Presentó el primer reloj construido de este modo á los Estados de Holanda en 1657, y al año siguiente publicó el primer tratado sobre la materia. Se dedicó también á obtener un mecanismo que no se alterase con el balance del mar. Ofreciéndole, pues, la geometría la cicloide, curva sobre la cual oscila en tiempos siempre iguales, un cuerpo pesado, sean los que fueren los arcos que describa, construyó un péndulo cuyo disco debía describir líneas cicloidales, sistema ingenioso pero que carece de exactitud. Este mismo fué el que enseñó á unir en los relojes de bolsillo la espiral á la péndola para obtener el libre escape. El primer reloj construido según este procedimiento, fué obra de Thuret, en Paris, 1674. El inglés Barlow descubrió en 1676 la repetición para los relojes fijos, y diez años después para los de bolsillo.

Nada quedaba ya que inventar, pero quedaba mucho que perfeccionar para obtener la precisión que exigen la náutica y la geografía. Una vez conseguida la construcción de relojes que no se alterasen por el continuo movimiento de los buques,

habría ya lo necesario para precisar la longitud, porque indicarían con toda exactitud la hora que era bajo aquel meridiano, y comparando ésta con la del punto de arriba, la diferencia de tiempo indicaría la del meridiano. Los gobiernos de los Estados marítimos escitaron por medio de recompensas los descubrimientos de esta clase. El parlamento de Inglaterra propuso un premio de 20,000 libras esterlinas al que inventase un reloj que no variase más de dos minutos en cuarenta y dos días, lo cual debía bastar para precisar las longitudes cerca de medio grado.

El reloj de péndola fué mejorado por el escape de áncora, que permitió á los péndulos algunos ligeros movimientos, invención de Clement en 1680. Graham lo perfeccionó en 1710 y obtuvo el escape de descanso, esto es, de cilindro, en el reloj de péndulo, como ya se tenía en el reloj de balancín, evitando el resalto de la rueda de escape en cada oscilación del péndulo. Los escapes convenientes para los relojes astronómicos ganaron extraordinariamente con los trabajos de Le-Roy y de Le Paute; pero debieron más todavía á Berthoud, que encontró el escape libre y de fuerza constante. Así remedió la irregularidad producida por la continuación de la acción, por medio de un rozamiento durante el descanso del escape, haciendo que el regulador no recibiese de la fuerza motriz más que una impulsión instantánea.

Recibió después el reloj astronómico un nuevo adelanto por medio de la compensación que resulta del empleo de diferentes metales en la construcción de la varilla del péndulo, lo cual evita la prolongación producida por el calor. El cilindro no es aplicable á los relojes marinos, al paso que el escape de fuerza constante y el escape libre se adaptan á ellos perfectamente. Se hicieron, además, los ejes de las ruedas más delicadas de rubíes, con el objeto de que no se gasten con el uso, á lo cual se aplicaron Thompson, De Bauffre, Breguet y Berthoud. Harrison empleó también el oro en un aparato de compensación. Breguet, sobre todo, llevó á una estremada exactitud los cronómetros, y obtuvo el primer premio propuesto por los ingleses por un cronómetro que no variaba ni un segundo por día. Lehonardt, relojero de la Academia de Berlín, inventó en 1842 un reloj que señalaba hasta las milésimas de un segundo por medio de una aguja, que en un segundo recorre este cuadrante regularmente y sin sacudimiento (10).

Se sabe que los relojes dan el tiempo medio: el tiempo verdadero se obtiene por cuadrantes ó meridianos, que se perfeccionaron también, levantando mucho el espectro solar (11). Los astrónomos

compusieron tablas de ecuación que indican, día por día, la diferencia entre el tiempo verdadero y el tiempo medio.

Respecto á la indicación de las correcciones que en las observaciones deben hacerse, teniendo en cuenta el calor, la humedad, la densidad y las ilusiones ópticas, no decimos nada, porque son detalles técnicos que no entran en nuestro plan (12). En el día, un observador que se halle situado en un terreno sólido, está provisto de abundantes recursos para determinar su posición. Los relojes de compensador le marcan la hora con una estremada precisión; la vertical del lugar, determinada por el hilo á plomo ó deducida por el horizonte de las superficies quietas, le señala una línea recta, invariable. Desde este punto de partida, puede medir siempre las distancias angulares de los astros á su zenit, ó su elevación angular sobre el horizonte movable que le rodea. Catálogos exactos le ofrecen las distancias de todos los astros fijos á su polo visible, así como la de aquellos que, no cambiando nunca de sitio, tienen un movimiento propio. Le es muy fácil calcular la hora del astro para compararla con la que apunta su reloj; y además del examen de los fenómenos instantáneos, observados en diversos puntos, con relación al centro de la tierra, se deduce la longitud relativa de los dos observadores.

En el mar es esto más difícil, porque no hay ni vertical fija ni péndulos, ni anteojos que tengan una dirección constante, y el centro de observación varía á cada instante. El espíritu humano tuvo que dar con este motivo una fuerte prueba de esa constancia que arrostra todos los obstáculos. Para sacar los ángulos verticales se toma el contorno le-

reformado enseguida á instancias de La Condamine, por Jimenez, tiene una elevación de 277 pies, 6 pulgadas, 9 líneas y media sobre el piso de la iglesia, y 377 pies, 4 pulgadas y 9 líneas $\frac{88}{100}$ sobre el mármol solsticial donde se hacen las observaciones de la oblicuidad de la eclíptica y de los movimientos aparentes del sol.

(12) Un astrónomo de los más célebres ha sostenido que en el día mismo, después de la introducción de los círculos repetidores, no existen en la tierra más que tres sitios cuya latitud sea conocida con una certidumbre tal, que no varía un segundo. En 1770 se calculó la latitud de Dresde, con una equivocación de poco menos de tres minutos. La del observatorio de Berlín ofreció hasta 1806 una incertidumbre de cerca de veinte y cinco segundos. En 1790, antes de las observaciones de MM. Barry y Henri, el error de latitud en la posición del observatorio de Manheim, era de un minuto y veinte y dos segundos; sin embargo, el padre Cristiano Mayer había hecho allí sus observaciones con un cuadrante de Bird de ocho pies de radio (*Efemérides de Berlín*, 1784, pág. 158, y 1795, página 96). Antes de las de Lemonnier, la verdadera latitud de Paris variaba próximamente en quince minutos. El Diario astronómico de M. Zach ofrece ejemplos propios para demostrar que un hábil observador, provisto de un buen sextante y de un horizonte artificial exacto, puede encontrar la latitud de un lugar sin más diferencia que seis ó siete segundos.

(10) Véase también á BARFUSS, *Gesch. der Uhrmacherkunst*. Weimar, 1836, y nuestra Cronología, § 31.

(11) El de la catedral de Milan viene por un agujero abierto en el techo; el de San Sulpicio á 80 pies de altura; el de Florencia, colocado en 1467 por Pablo Toscanelli,

jano del horizonte, puesto que la dirección del rayo visual varía poco en este límite por las ondulaciones ordinarias; y las variaciones producidas por la temperatura ó por la refracción, se corrigen con el auxilio de instrumentos exactísimos.

Pero para medir un ángulo es necesario hacer pasar sucesivamente un rayo visual por cada uno de sus lados, que se mantienen fijos, porque en el mar no queda fijo el lado inferior, si el ojo se separa para volverse hácia el cielo. Es preciso tratar de ver al mismo tiempo el horizonte y el astro en la misma línea recta. Para esto se hace uso de dos espejos, combinados de manera que reflejan los dos vértices del ángulo visual en un movimiento exactamente común; tal es el efecto del octante, inventado por Hadley en 1732, llamado así, porque la división de su estremidad comprende una octava parte de la circunferencia. Después se le substituyó el sextante, y en fin, los franceses adoptaron el círculo entero de Borda, mientras los ingleses conservaron el sextante, perfeccionándolo en su sistema de división. Así se obtiene, lo mismo en mar que en tierra, la medida de los arcos celestes. Para medir el tiempo se hace uso de los relojes marinos de resorte, de que ya hemos hablado, conservándolos con gran cuidado en la misma posición y temperatura y reduciéndose de este modo la operación á un cálculo facilísimo mediante las tablas que se tienen preparadas.

Figura de la tierra.—Desde muy temprano se consagró la atención de los sábios á reconocer con más exactitud la figura y las dimensiones de la tierra. Sabido es cómo se deduce por la distancia de dos estrellas la longitud de un grado sobre el meridiano terrestre, y cómo la fuerza centripeta más energética en el punto de la superficie de la tierra que está menos alejado del centro, acelera las oscilaciones del péndulo: y no nos detendremos por tanto en esplicaciones ociosas sobre el particular. Hemos dicho en otro lugar que los antiguos habian tratado de medir un arco del meridiano. Pero Posidonio, al comparar á Alejandria y Rodas, no habia advertido que no se hallaban bajo el mismo meridiano, lo cual es una condición esencial. Cuando las ciencias volvieron á tomar vuelo, se hicieron muchas tentativas en Europa para reconocer la verdad. Habiendo determinado Snellius en 1617 los arcos celestes comprendidos entre Alkmaer, Leida y Berg-op-Zoom, calculó segun la diferencia de la altura del polo en cada una de estas ciudades, las distancias meridianas terrestres de los tres paralelos, por medio de una serie de triángulos reunidos que partian de una base medida sobre el suelo, y así determinó el valor del grado terrestre en cincuenta y cinco mil veinte y una toesas. El inglés Norwood en 1635, midiendo cuidadosamente el grado comprendido entre Londres y York, lo encontró de cincuenta y siete mil trescientas toesas; pero quince años después pretendía Riccioli, segun las medidas tomadas en Bolognia, que llegaba á sesenta y dos mil novecientas.

Picard pudo hacer con más exactitud esta operación aplicando los lentes á los instrumentos de que se servía. En 1669 midió en la Picardia, con un cuidado muy poco común hasta entonces, una base de cinco mil seiscientos sesenta y tres toesas, cuya triangulación llevó hasta la catedral de Amiens, y el resultado fué señalar la longitud de un grado en cincuenta y siete mil sesenta toesas.

Iguales resultados obtenidos en otras partes hicieron considerar como cierta esta medida, y los sábios la tuvieron por tal hasta que se suscitó una nueva duda. Habiendo arreglado el astrónomo Richer su reloj de péndulo en París por el movimiento medio del sol, lo llevó á Cayena, distante apenas cinco grados del Ecuador, y observó que atrasaba 2' 28" por día. Midió exactamente la varita de un péndulo que daba los segundos en Cayena, y reconoció que era una línea y un cuarto más corta que lo que se necesitaba en París. El peso de un mismo cuerpo es diferente en estos dos sitios: el uno de ellos está por consiguiente menos apartado del centro de la tierra, de donde resulta que el globo no es redondo sino aplanado. Antes de este experimento habia ya deducido el mismo hecho por razones físicas el gran matemático holandés Huyghens; Newton que estudiaba entonces las leyes de la gravedad, lo acogió como cierto y se aseguró por medio de cálculos sutiles, no sólo que la tierra está deprimida en los polos, sino que su masa no es homogénea, y que aumenta de densidad á medida que se aproxima al centro.

Dedujose de estos cálculos y de las diferencias de longitud del péndulo, que el aplanamiento es de una 332ª ó de una 336ª parte del eje terrestre, de lo cual resultaba que no eran iguales entre sí los arcos del meridiano, sino más prolongados hácia los polos y ménos hácia, la parte más cóncava, es decir, hácia el Ecuador. Pero las medidas tomadas por Domingo y Jacobo Cassidi indicaban, por el contrario, que el grado disminuía hácia el Norte, de lo cual deducian que la tierra era prolongada hácia los polos, y que el elipsoide terrestre giraba sobre su eje mayor. Semejante deducción repugnaba á la teoría del equilibrio de los fluidos, por lo cual la rechazaron otros, naciendo de aquí graves discusiones. Se comprende que no bastaria nunca medir los grados contiguos para resolver el problema, siendo su diferencia demasiado mínima para no confundirse con los errores de observación, mayormente cuando los instrumentos no habian llegado todavía á la perfección que después adquirieron (13). Por el contrario, un grado medido en el Ecuador, daría algunos cientos de toesas

(13) Es sabido que los astrónomos de Milan midieron una larga base para la triangulación de la Lombardia. La de la Toscana, ejecutada poco antes por el padre Inghirami, habia tenido una base de muchas millas. Sin embargo, la que el baron de Zach dedujo con instrumentos perfeccionados, de una medida de algunos cientos de toesas, se aproximó á ésta perfectamente.

de diferencia con relacion á otro medido en el círculo polar.

En su consecuencia resolvió la Academia de París hacer ejecutar estas medidas en posiciones convenientes. La Condamine, Bouguer y Godin, partieron para el Perú, y el rey Felipe V les agregó los sabios españoles Jorge, Juan y Antonio de Ulloa. Hé aquí, pues, un viaje emprendido por un motivo desconocido hasta entonces: el interés de la ciencia. La Condamine multiplicó sobre aquellas cimas en que por primera vez se interrogaba á la naturaleza, las observaciones geográficas, naturales y filosóficas; recogió nociones positivas sobre la comunicacion entre el Orinoco y el río de las Amazonas, por medio del río Negro; Bouguer dió la descripción de todas sus operaciones en uno de los libros más científicos que se han publicado (14). Llegados á Quito, principiaron la medición de un valle de las Cordilleras que se prolonga doscientas millas al mediodía de esta ciudad, y continuaron sus operaciones durante diez años, á pesar de la incomodidad del clima y de lo desagradable de su método de vida. La inscripción colocada en estos sitios para perpetuar la memoria de esta abnegacion científica, refiere sus numerosas observaciones físicas, astronómicas y geodésicas, entre otras la de la longitud del péndulo que oscila allí en un segundo, lo cual les hizo emitir la opinion de que puede adoptarse aquella como medida universal. Si se les hubiese escuchado ¡cuánto provecho no hubiera podido sacar la geografía, cesando de marchar á tientas en medio de las diversas dimensiones usadas en los diferentes países!

Al mismo tiempo Maupertuis, Clairaut, Camus, Lemmonier y el abate Orthier fueron enviados al círculo polar, uniéndose á ellos Celsius, profesor de astronomia en Upsal, llevando consigo instrumentos de Graham y el sector del zenit, muy superiores á los que entonces se conocian. Acompañaban tambien Sommercaux en calidad de secretario y Herbelot como dibujante. Mientras que sus colegas hallaban en el otro hemisferio un sol ardiente y una vegetacion magnífica, éstos tuvieron que arrostrar los frios más intensos. En su consecuencia pudieron establecer su base de siete mil cuatrocientas siete toesas sobre la superficie helada del río Tornea, donde el frío bajó hasta los 37°, en términos que ni aun el vino podia conservarse líquido por un momento.

Dedujeron del término medio de sus observaciones, que el grado era de 57,438 toesas, es decir, 512 más que en París, al paso que el del Ecuador se habia encontrado de 57,753, lo que probaba la diferencia entre los dos diámetros en la proporción de 178 á 179. Pero la impericia de Maupertuis en la astronomia, hizo dudar de la exactitud de la operación, la cual se repitió por el

(14) *Traité de la figure de la terre*, 1749.

sueco Svanberg (1801) en el mismo sitio, en mayor estension y con mejores instrumentos, de la cual resultó una elipse mucho más aplanada, es decir, en proporción de 302 á 301. Los Cassini, con una buena fe demasiado rara en la historia de las ciencias, habian repasado sus cálculos y confesado los errores en que habian incurrido; así que su rectificación venia en apoyo de lo que habian negado anteriormente, pero además de esta rectificación, el hecho se hallaba confirmado por la medida de ocho grados hecha por la Caille entre Dunkerque y Perpiñan.

A las precedentes se añadió una nueva prueba cuando la Convención nacional organizó un sistema uniforme y estable de pesos y medidas, cuya regulacion debia sacarse del cielo. Se resolvió adoptar por unidad la diezmillonésima parte del cuarto del meridiano terrestre dándole el nombre de metro. Fué preciso, pues, asegurarse de nuevo con más escrupuloso cuidado de la medida de un grado. La operación fué ejecutada por Delambre y Mechain desde 1792 á 1796 sobre el arco entre cortado por los paralelos de Dunkerque y de Barcelona, con instrumentos muy exactos y círculos repetidores fabricados por Borda. No pareció, pues, posible dudar de su rigurosa exactitud. La unidad de medida se encontró así determinada, y sobre ella las unidades de peso y de capacidad. Pero los ingleses, partiendo del mismo principio, simplificaron la aplicacion é hicieron fácil la comprobacion, adoptando por unidad de medida (*yard*) la longitud del balancin ó péndulo que marca los segundos en una latitud dada. Sin embargo, se ha reconocido que esta longitud no es constante bajo la misma latitud, y que puede variar en el mismo lugar (15).

Los geómetras llevaron su atrevimiento hasta querer determinar con toda minuciosidad las ondulaciones de la curva del globo, pero el milanés Pablo Frisi demostró por la comparacion de las diversas medidas, que éste no siguió en su curvatura una regla rigurosa y constante. En 1817 el capitán Freycinet partió en la *Urania* para dar vuelta al globo, con el cargo principalmente de comprobar con el péndulo su curva en el hemisferio austral. Halló que las depresiones no se diferencian mucho de las que aparecen en el hemisferio septentrional, que pasan 1/305ª medida indicada por la teoría de las desigualdades lunares que van de 1/280ª á 1/282ª y que las paralelas no tienen una forma regular, es decir, que la tierra no es exactamente un sólido de revolucion. Las espe-

(15) Todo el mundo sabe que de esta unidad se dedujeron las de todas las medidas de longitud, capacidad y peso. Es singular que la libra china de diez onzas sea idéntica á la de 373 gramos, establecida en Asia por los romanos, y con la libra *troy* de los ingleses, y que el pié chino y el pié árabe correspondan exactamente con el de Carlomagno.