

titud, á la feria á que concurren los Rusos y los Chukskos nómadas, que llegan allí con los renjiferos desde la extremidad oriental del Asia, en donde recogen los dientes de vaca marina y las pieles que venden y cambian en sus correrías de un año en diferentes mercados. Estos compran de los Americanos por média libra de tabaco una pelliza que revenden por dos libras al Ruso, el cual á su vez saca por ella el doble; pero lisonjean especialmente de un modo irresistible lo codicia del cazador siberiano con el aguardiente. Estos Chukskos, siempre nómadas, se sirven del renjifero, como los Tongusos del perro, ya aprovechando sus fuerzas, ya su piel, con la que construyen sus tiendas, ya tambien su carne y leche, y conservan orgullosos su libertad, compadeciendo á los que se la dejaron arrebatada por los Rusos. Han recibido el bautismo; pero esto es todo lo que tienen de Cristianos, y los libros difundidos entre ellos por la sociedad bíblica de Petersburgo no han podido quitarles todavía la costumbre de la poligamia, ni la de matar á los ancianos y niños defectuosos, ni la de acudir para todo al shaman, que es el mago de la tribu, su médico y su consejero (1).

La Siberia ha logrado nueva importancia por las minas, que, explotadas antiguamente como ya dijimos, han producido en nuestro siglo riquezas inesperadas en los Urales, y por esto, el hierro que ántes se buscaba en aquellas regiones, se ha abandonado por el oro y la plata.

## CAPÍTULO XXVI

Progresos de la geografía y de la náutica. — Derecho marítimo.

Tan repetidos viajes habian extendido el conocimiento del mundo, suministrando abundante cosecha de hechos nuevos á la ciencia, que como ya trabajaba en un campo mas dilatado, creció en fuerzas, y dió mayor facilidad á los descubrimientos. Ya hemos visto cuántos errores acompañaron á las primeras expediciones; pero, cosa en verdad notable, muchas de ellas debieron á estos mismos errores su primer impulso ó á la constancia con que se prosiguieron. Los descubrimientos de Colon y Gama evidenciaron los en que cayera Tolomeo, única guía durante la edad média: los hermanos Apiano, de Sajonia, y despues Ribéiro, representaron en sus mapas los nuevos descubrimientos; mejor que el suyo fué el que delineó Gemma Frisius, y luego Sebastian Munster mereció ser comparado con Estrabon.

1340. Á las otras dificultades que este trabajo ofrecia ya por sí, es preciso añadir las que nacen de la imperfeccion de los datos que se tenían acerca de los nuevos países; porque los Españo-

(1) Nuevos y terribles padecimientos en estas regiones acaban de describírsenos por Middendorf, que en 1843 recorrió la Siberia Septentrional.

les guardaban sobre ellos el mas profundo misterio, hasta el punto de comprometer la gloria y los intereses de los primeros descubridores. Los Holandeses, á pesar de distinguirse por su habilidad, su espíritu emprendedor y su exactitud, suministraron ménos noticias geográficas que ningun otro pueblo, por miedo á sus rivales, ocultando mas especialmente cuanto á la China se referia. Los misioneros escribian mas frecuentemente, impulsados por el sentimiento que por la inteligencia; si bien con respecto á algunos países, como el imperio chino, por ejemplo, sus noticias fueron y son hasta el dia de hoy las mas exactas.

Pedro Nónnius indicó y procuró corregir los defectos de la proyeccion: Ortelio aplicó la erudición á la geografía antigua, y Gerardo Mercator reimprimió el Tolomeo, de forma que destruyera las falsas opiniones que con el estudio de este escritor se habian adquirido. En el siglo XVII tomó nuevo impulso la comenzada empresa: el erudito Cluverio, y el astrónomo Riccioli reformaron la ciencia, y Cellario redujo á un sistema regular la geografía antigua.

1392. Auger Ghislen de Busbecq, Flamenco, habiendo sido enviado á Constantinopla por Carlos V, como su embajador cerca de Soliman II, indagó allí las costumbres de los Turcos con una sagacidad entónces desconocida, trajo á Europa diferentes manuscritos griegos y latinos, y publicó el *Monumento ancirano*, y marchando despues 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 aquel hiciera sobre ella. Juan Lævenklau, buen latino y helenista, sabia tambien el turco, y tradujo de este idioma los anales otomanos, que continuó desde el año 1550 hasta el 87, ademas de componer una historia de los Turcos que abrazaba hasta 1552.

Juan Pedro Maffei, de Bérgamo, llamado 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 54 cartas los viajes que hizo desde 1614 al 26 por Siria y Persia, siendo muy buen observador, y dando mucha vida á su narracion con la de sus aventuras particulares. Fray Leandro Alberto, Boloñes, 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 tambien en una obra póstuma de Juan Antonio Magini (1620). Ferrari publicó en 1627 el primer *Lexicon geographicum*, compuesto de 9,600 artículos: Púrchas, sacerdote inglés, despues 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 utili-

dad á los contemporáneos; y Adan 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 atencion 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 *Isotario* (Venecia, 1528). Varenio, 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 mas general todavía que lo hizo Acosta (*Historia natural de las Indias*, 1590). Por su residencia en Holanda, pudo aprovecharse de las vastísimas relaciones comerciales de este país, y ademas de una notable descripción de la tierra en general, son dignas de fijar en ellas la atencion la enumeracion 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 demostracion 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 estos como consecuencia de la variedad de temperaturas, la exacta descripción de la corriente equinoccial de Oriente á Occidente, y las indicaciones sobre la formacion de las islas por elevaciones del fondo del mar (1). La ejecucion gráfica de las cartas geográficas hizo tambien notables adelantos.

En la coleccion geográfica aneja á la Biblioteca imperial de París, ademas de los monumentos originales que encierra, existen copias de los mas 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 del 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 Sauto, de 1321, y de los hermanos Zeno, de 1380: otra pisana, y la copia de un atlas catalán de 1375: tres cartas del museo Borgia, del Genovés Bartolomé Pareto, formadas sobre la de Andres 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

(1) « Magna spirituum inclusorum vi, sicut aliquando montes et terra profusos esse quidam scribunt. » Pág. 225.

América. Paso en silencio las muchas ediciones que se hicieron de la Tabla Peutingeriana y de Tolomeo, despues de la de 1475, y cuya serie pone de manifiesto los descubrimientos que sucesivamente se hicieran (1). Siguen despues la *Cassettina 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. Ultimamente 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 coleccion no faltan tampoco cartas geográficas orientales, entre otras algunas de Edrisi, y otras de China, rectificadas por los Jesuitas, ademas de las que existen en relieve, obra de Lartigue y de otros; y hay tambien instrumentos de geografía, gnomónica y astronomía, como astrolabios de cobre, el mas antiguo de los cuales fué construido por el hijo del califa Moctafi Billah, hácia 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.

Lo primero que importa en la geografía, definida por Bacon la ciencia del espacio, es determinar exactamente la situacion de los países que se descubren ó describen. En cualquier punto del esferóide terrestre se puede concebir un plano vertical que contenga el eje sobre el cual se efectúa su rotacion 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 rotacion que les es comun, 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 cenit al polo mas 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*. Créese que Martin de Tiro fué el primero que señaló en los mapas los grados de distancia de un país con relacion á un meridiano tomado como punto principal (*longitud*), y los de elevacion sobre el Ecuador (*latitud*) (2); pero eran tan inexactos en esto los antiguos, que aun en los países mas conocidos, la ciudad mas estudiada que entónces habia, cual era

(1) Véase la Aclaracion E.

(2) Los Arabes adoptaron el nombre de *longitud* para designar la extension de la tierra desde Occidente á Oriente, y el de *latitud* para indicar la de Meridiana á Norte. Algunos tomaron tambien por primer meridiano el de Tolomeo: otros le fijaron en la costa africana, como Abulfeda, 10° mas á Levante, y otros adoptaron el de los Indios, que le hacen pasar al través de la isla de Ceilan. Este es la *cupula de la tierra*, es decir, el punto central, lo cual solamente hace poco fué advertido en sus libros por Reinaud, en la traduccion de la *Geografía* de Abulfeda, explicando el sentido de las indicaciones que sobre esto mismo se encontraban en Rogerio Dacón y Cristóbal Colon.

Constantinopla, se encuentra situada por Tolomeo II mas al Norte, habiéndola apartado los Arabes todavía otros 2°, y cuando el Turco Amurátes hizo determinar su verdadera posición á 41° 30', pareció escandaloso que gentes bárbaras osasen corregir á clásicos infalibles.

Aun eran de mayor bulto los errores tratándose de las longitudes, y así el Mediterráneo, desde el Peñon de Gibraltar hasta el fondo de la bahía de Ixo, abrazaba en las cartas de Tolomeo 62° en vez de 41°, lo que constituye 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 mas de 1, las longitudes no podrian 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 mas pequeña confianza á no encontrarla confirmada por las observaciones modernas, en cuyo caso una determinación debida á la casualidad no sería á lo sumo mas que un objeto de curiosidad.»

Hiciéronse palpables estos errores cuando progresó la astronomía, y como la veneración á los antiguos se oponia al esclarecimiento de la verdad, Kepler se vió precisado á demostrar con ejemplos irrecusables cuánto se habian equivocado los sabios en sus cálculos (1). Esta incertidumbre debia ser necesariamente mayor, tratándose de países recientemente descubiertos, y situados á los extremos 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 Ecua-

(1) Kepler no fijaba mas que la diferencia de 1° en longitud entre dos ciudades tan conocidas como Roma y Nuremberg, mientras que la habian antes fijado

Regiomontano, en . . . . .	9°
Werner . . . . .	8°
Después del eclipse de 1497. . . . .	7°
Apiano . . . . .	8°-30'
Mestlin . . . . .	8°-13'
Stoffler . . . . .	4°-30'
El mismo Apiano . . . . .	3°-45'
Magini . . . . .	6°-30'
Schoner . . . . .	3°
Stade . . . . .	3°-15'
Jansen . . . . .	2°-30'

Aun se advierte mas la diferencia comparando lugares que se hallan bajo la misma latitud, como Ferrara y Cádiz. Héla aquí:

Tolomeo, edic. de 1475. . . . .	27°-20'	
Tablas alfonsinas. 1492. . . . .	27°-30'	
Máuro, Florentino. 1537. . . . .	28°-13'	
Apiano . . . . .	1340. . . . .	27°-5'
Gemma, Frisio. . . . .	1578. . . . .	27°-35'
Tablas de Ridolfi. 1627. . . . .	17°	
Argoli . . . . .	1638. . . . .	24°-35'
Riccioli . . . . .	1677. . . . .	49°-27'
Schott . . . . .	1678. . . . .	26°-50'
Lalande . . . . .	1789. . . . .	17°-52'

dor 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. Á fin de obviar este inconveniente, imperceptible en escalas pequeñas; pero muy notable en las extensas, el Escocés Eduardo Wright y el Flamenco Gerardo Mercator (1) 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 (2). De esta manera el mapa puede considerarse como una serie de cartas planas en escalas diversas, reunidas unas á otras.

Alberto Durero y Enrique Glareano inventaron el arte de grabar en cobre los segmentos esféricos, y después de haberlos tirado sobre el papel, el adaptarlos 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 Vicente Coronelli para el cardenal de Estrée. De este mismo son los dos globos que existen en la Biblioteca imperial de París, que tienen 12 piés de diámetro, y tambien otros varios mas pequeños. Coronelli publicó tambien mas de 400 mapas, y fundó en su patria una academia de geografía. Pedro 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. Poirson construyó tambien 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 París 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 precisión los

(1) 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.

(2) 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.

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 solo se considerase entónces 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 mas 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 Davis: la Estotilandia cedió su puesto á la Groenlandia: el Canadá está algo mejor delineado, y mucho mas 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 del 50° paralelo, y por último la India es muy pequeña, é inexacto el Caspio.

Nicolas Samson publicó en 1651 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 mas exactitud en el trazado de las costas europeas, y principalmente en las de la Escandinavia, y tambien de 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 esta un vasto lago. En cambio falta el de Aral, y no se hace mención de la Siberia: los Montes Altai se sitúan mucho mas al Norte de lo que realmente están, y en África, el Nilo nace de un lago denominado Záiro, 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 la 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 emersión de Júpiter, calculadas por el meridiano de Bolonia, y en 1693 por el de París, y Picard hizo con arreglo á ellas sus cálculos en el observatorio de Uranienburg en Dinamarca, cuya diferencia con el meridiano de París fijó con una precisión hasta allí desconocida. Entónces fué comisionado juntamente con Lahire para levantar la carta general de Francia, que se encontró mucho mas pequeña de lo que ge-

neralmente se juzgaba. En el ínterin, Cassini trazaba sobre el pavimento del observatorio de París un planisferio con 39 posiciones que acababan de fijarse, y pronunciándose contra aquel necio respeto á la antigüedad que prohibia hasta las observaciones mas precisas, indujo á Chazelles á rectificar la carta del Mediterráneo, al que se representaba 300 leguas mas 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 Venus, 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 mas 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 desfigurar 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 África, sin tener en cuenta para nada las opiniones precedentes, y atendiendo solo 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 revolución, aunque esta ya se hallase preparada. En sus trabajos, redujo el Mediterráneo á sus verdaderos límites, y acortó el Asia Oriental quinientas leguas, introduciendo variaciones análogas en los demas 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 agudísimas 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 expuesta 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 completar 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 esta elevado en nuestros días á la categoría de las ciencias exactas, y reuniendo además el mérito literario. Durante las guerras de la revolución, 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 perfección 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: aplícanse en provecho de estas los adelantos del arte del grabado; la geología rinde también á esta ciencia un nuevo tributo (1), y las naciones, por último, se comunican recíprocamente sus descubrimientos y los datos que respectivamente adquieren.

Nadie ignora que la determinación de una longitud corresponde á la de la hora que se cuenta en un mismo momento en dos puntos diferentes por la observación de un fenómeno instantáneo, visible en ambos. Habíase creído que los eclipses de sol y luna ofrecerían la precisión deseada por medio de la inmersión y de la emersión instantánea del borde ó de una de sus manchas en la sombra; pero de aquí resultaban errores inevitables, porque el extremo de la sombra nunca está cortado de tal modo que la aparición del fenómeno sea absolutamente contemporánea en dos puntos diferentes (2). El descubrimiento de los satélites de Júpiter, gloria de Galileo en 1610, ofreció un medio mejor de solución; pero aunque aquel propuso al rey de España que se aplicaran sus eclipses á la geografía y á la náutica, no fué escuchado. Los Holandeses, sin embargo, comisionaron á Hortensius y á Blaw para que yendo á Florencia se adquiriesen de él mismo los datos necesarios; pero la imperfección de los telescopios impidió sacar inmediatas ventajas de su descubrimiento. Mas tarde se aprendió á servirse para el mismo

(1) Elias de Beaumont y Dufrenoy publicaron en 1843 la *Carte géologique de la France*, en seis mapas, acompañados de un texto en 3 tomos en 4º.

(2) Además de que la operación de deducir las longitudes por los eclipses solares solo es para astrónomos muy versados, sus resultados no son de una precisión absoluta. Tres ilustres sabios observaron con atención suma el del 3 de setiembre de 1782, y sin embargo, la longitud de Nápoles se fijó en 47° 32' por Lalande, en 47° 40' por de Wurm, y en 47° 20' por Triesnecker.

objeto de las ocultaciones de las estrellas efectuadas por la luna, por cuyo medio, atendida la distancia, como que la desaparición y reaparición de aquellas se verifica instantáneamente, no puede haber error ni aun de un segundo en la determinación del tiempo.

Desde luego se comprende que estos medios se emplean por los que se encuentran en tierra firme; porque en el mar existen otros más fáciles, cuáles son la altura de la luna sobre el horizonte ó su distancia del sol ó de otros astros. En efecto, sin esperar á que el fenómeno celeste se verifique, basta conocer el cambio de la distancia angular entre dos astros de movimiento conocido, para poder determinar el punto en que nos encontramos, si bien es necesario para esto que el astro se mueva con bastante rapidez para que varíe en el espacio de veinticuatro horas con respecto á las estrellas que pueden servirle de punto de comparación (1). Con este objeto, se preparan tablas en que se encuentran determinados preventivamente todos los eclipses y ocultaciones en un lugar de posición precisa (2). En cuanto á la latitud, los navegantes se proveen de tablas solares que marcan día por día la distancia de aquel astro con relación al Ecuador ó sea su declinación, por cuyo medio siempre puede encontrarse la latitud de un lugar cualquiera, sustrayendo de la altura del sol su distancia del Ecuador. Á fin de multiplicar los medios de determinación, se ha calculado también la distancia de las principales estrellas al Ecuador, y el intervalo que media entre su paso por un meridiano dado, y el paso del punto de la eclíptica correspondiente al equinoccio de la primavera, y de este modo pueden sustituirse las estrellas al sol en la investigación de las latitudes. Después se supo que el método mejor para determinar la altura del sol es el que resulta de la longitud de la sombra; mas para llegar á la precisión actual, fué antes necesario perfeccionar los instrumentos, esto es, los círculos repetidores de Meyer, los telescopios y los relojes.

La sucesión periódica de los fenómenos naturales fué la primera medida del tiempo. Se cree que los Egipcios fueron los que primero dividieron en 24 horas el espacio que media entre un medio día y otro; pero no se introdujo el uso de esta división en la vida civil, empleándose el día natural entre los Griegos y los Romanos que dividían en 12 horas el tiempo que media entre la salida y la puesta del sol, siendo

(1) Este método, llamado de las distancias lunares, fué ya indicado en 1543 por Wesner de Nuremberg (*Note in Ptol. Geog.* libro I), explicado diez años después por Apiano, y divulgado por Kepler; pero eran ilusorias sus ventajas por razón de la inexactitud de las tablas astronómicas. El viajero danés Niebuhr se sirvió de él, y mejorado desde entonces por Borda, Delambre, Burg y Laplace, llegó á ser fácil y seguro por medio de instrumentos exactos, de tablas de incomparable precisión y de gran variedad de fórmulas. V. DUBOURGET, *Tratado de navegación*, lib. III, c. 10.

(2) De este número son la *Connaissance des temps* de los Franceses; el *Nautical almanach* de los Ingleses; el *Calendario del navegante* de los Daneses, y las *Efemérides náuticas* de Lisboa.

por lo tanto las horas más largas en estío que en las otras estaciones. El gnomon es de un uso muy antiguo; consistiendo en una línea recta que traza la sección del meridiano celeste sobre un plano inclinado cualquiera, pero que recibe los rayos solares por la parte del Mediodía, y que por medio de la sombra de su cúspide, ó de un estilo debidamente colocado, señala el Mediodía verdadero. La historia sagrada habla de él en Ezequiel; los libros chinos nos le presentan empleado ya de muy antiguo en las observaciones celestes: en Grecia se dice que le introdujo Anaximandro, que le aprendió de los Caldeos, y por último, los Romanos, habiendo encontrado uno en Sicilia, le llevaron á su ciudad, sin advertir en su ignorancia que variando la longitud, ya no podía servirles.

Mas para saber la hora cuando el sol no brilla sobre el horizonte y para conocer sus subdivisiones, fué preciso recurrir á medios artificiales; de los cuales fué el primero la clepsidra, vaso del cual se desliza en un tiempo dado una cierta cantidad de agua. Estos debían de ser los relojes descritos por Vitruvio, y que parecen deberse á Ctesibio y Heron, geómetras alejandrinos que florecieron hácia el fin del siglo II antes de J. C.; pero se engañaban los antiguos al creer que el agua descendía con celeridad uniforme, siendo así que su curso va siendo más lento á medida que disminuye la presión. Amontons la adoptó en los tiempos modernos para la navegación, y Tycho Brahe para las observaciones astronómicas; pero lo hicieron después de perfeccionarla.

Hácia el año 1000 se pensó en una combinación mejor; consistiendo en un peso unido á una cuerda, cuya tensión hacía girar á una rueda en la que estaba aquella arrollada. Este fué el origen de los relojes de contrapeso, en que se remedió la aceleración del movimiento por las oscilaciones de la péndola, y después poco á poco por el admirable mecanismo que se llamó escape de corona, de muelles, y de rueda catalina. Estas invenciones procedían de los frailes, que procuraban precisar las horas de sus rezos cotidianos. Posteriormente en 1339, se colocó un reloj sobre la torre del palacio público de Padua (1), y después otro sobre la de San Eustorgio en Milan, al cual iba unido un juego de campanas. De este lado de los Alpes, el primero que se tuvo con campana fué el que se colocó por mandado de Carlos V en 1370 sobre el palacio de Paris. Mas tarde se complicaron estos relojes con diferentes caprichos, así en su forma exterior como en sus campanas para las horas.

Sustituyendo un resorte al contrapeso, se tuvo ya el reloj de bolsillo, de los cuales había ya

(1) Por orden de los Scaligeri lo puso cierto Dondi, que por esto tomó el sobrenombre de *Orologio*. Pero ya recuerda Dante que tomaba Florencia las horas de sexta y nona en un reloj en el centro de la ciudad, que indica su comentador ser el de la Abadía, cuyo toque era más exacto que el de los demas. Véase nuestra *Cronología*, § 31. (*Nota de 1862.*)

en las córtes de Carlos IX y Enrique III, que se llamaban *huevos de Nuremberg*, á causa de su forma oval y del lugar en que se construían. Cuando estos relojes no fueron solamente objeto de lujo para los ricos, sino también de estudio 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 llegaron á marcarse hasta los segundos. Se cree que Walther de Nuremberg, á la conclusión del siglo XV, fué el que por primera vez empleó el reloj de muestra en las observaciones astronómicas, y ochenta años después de él, Tycho-Brahe tenía destinados varios de ellos al mismo uso.

Galileo había remediado la tosca construcción de los relojes, descubriendo el isocronismo de las oscilaciones de los péndulos: descubrimiento que aplicó después Huygens á un sistema de ruedas que reemplazaran á la péndola, de modo que secundasen la fuerza motriz en cada una de las vibraciones iguales del regulador, el cual solo debía recibir de aquella fuerza el impulso necesario para conservar su movimiento. El primer reloj construido de este modo le presentó Huygens á los Estados de Holanda en 1657, y al año siguiente publicó su primer tratado sobre esta materia. Aplicóse también á inventar un mecanismo que no se alterase por el movimiento de los buques, y conocida en la geometría la cicloide, curva sobre la cual un cuerpo pesado oscila siempre en tiempos iguales, sean los que quieran los arcos que describa, construyó una péndola cuyo disco describiese líneas cicloidales; pero este sistema, aunque ingenioso, no era exacto. El mismo fué quien enseñó á unir la espiral á la péndola en los relojes de bolsillo á fin de obtener el libre escape, y el primero que se presentó de esta clase fué construido en Paris por Thuret en 1674. Poco tiempo después en 1676, el Inglés Barlow descubrió la repetición en los relojes fijos, y diez años más tarde en los portátiles.

Nada había ya por tanto que inventar; pero si mucho que perfeccionar para obtener la precisión que exigen la geografía y la náutica. 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 esta con la del punto de arriba, la diferencia de tiempo indicaría la del meridiano. Los gobiernos de los países marítimos, por tanto, estimularon por medio de premios las investigaciones sobre este particular, y el parlamento inglés propuso un premio de 20,000 libras esterlinas al que inventase un reloj que no variase más de dos minutos en 42 días, el cual bastaría para fijar las longitudes hasta un medio grado.

El reloj de péndola se mejoró con el escape de áncora, inventado por Clement en 1680, que